



*Dipartimento Governo del Territorio e Politiche Ambientali
Servizio Valutazioni Ambientali*

Istruttoria Tecnica: Verifica di Assoggettabilità a V.I.A. – V.A.

Progetto: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara-Sulmona-Terni,
Sulmona (AQ) – Rete Ferroviaria Italiana S.p.A.

Oggetto

| | |
|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Titolo dell'intervento: | Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara-Sulmona-Terni tra le progressive km 66+300/69+000 con realizzazione della nuova fermata di "Sulmona Santa Rufina" ed adeguamento dell'assetto viario di via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL. km 66+767 |
| Azienda Proponente: | Rete Ferroviaria Italiana S.p.A. |
| Procedimento: | Verifica di Assoggettabilità a V.I.A. – V.A. |

Localizzazione del progetto

| | |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Comune: | Sulmona |
| Provincia: | L'Aquila |
| Altri Comuni interessati: | Nessuno |
| Località: | C.da Santa Rufina |
| Numero foglio catastale: | 16 – 24 |
| Particella catastale: | 91/92/93/100/101/144/146/192/194/195/196/197/245/246/247/396/435/932/1058 – 11/12/13/14/16/55/90/123/325/1039 |

REGIONE ABRUZZO – L'AQUILA

*DIPARTIMENTO GOVERNO DEL TERRITORIO E POLITICHE AMBIENTALI
SERVIZIO VALUTAZIONI AMBIENTALI*

*COMITATO DI COORDINAMENTO REGIONALE PER LA V.I.A.
(D.G.R. 660 DEL 14 NOVEMBRE 2017)*

DOCUMENTAZIONE PROGETTUALE ALLEGATA

AL

PARERE 3046 DEL 06/06/2019

Esito: FAVOREVOLE CON PRESCRIZIONI

Volume 01 Elaborati da n. 001 a n. 015

*PER COPIA CONFORME ALLA DOCUMENTAZIONE IN ATTI,
DI CUI ALL'ELENCO A PAGINA SEGUENTE, RIUNITA IN UN UNICO DOCUMENTO
COMPOSTO DA N. 595 FACCIATE (COMPRESA QUESTA COPERTINA E LA PAGINA INDICE)*

IL DIRETTORE GENERALE
Presidente del CCR-VIA
(Dott. Vincenzo RIVERA)

D'ORDINE
IL DIRIGENTE DEL
SERVIZIO VALUTAZIONI AMBIENTALI



COMMITTENTE:



DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE DI ANCONA

PROGETTO DEFINITIVO

Linea : PESCARA – SULMONA – L'AQUILA – TERNI Comune : SULMONA

RIPRISTINO COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELLA LINEA PESCARA – SULMONA – TERNI
TRA LE PROGRESSIVE KM.66+300/69+000, CON REALIZZAZIONE DELLA NUOVA
FERMATA DI SULMONA S.RUFINA ED ADEGUAMENTO DELL'ASSETTO VIARIO DI VIA
PARADISO CON OPERE SOSTITUTIVE DELL'EX PL KM.66+767

INDICE della DOCUMENTAZIONE RIUNITA

Volume 01 Elaborati da n. 001 a n. 015

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
|  Tav. 001 Relazione Generale.pdf | Ultima modifica: 04/07/2018 15.28 Dimensione: 11,4 MB |
|  Tav. 002 Relazione tecnica delle opere e delle strutture.pdf | Ultima modifica: 04/07/2018 15.33 Dimensione: 1,91 MB |
|  Tav. 003 Cartografia e vincoli.pdf | Ultima modifica: 04/07/2018 15.35 Dimensione: 2,21 MB |
|  Tav. 004 Relazione geologico-tecnica.pdf | Ultima modifica: 19/09/2017 15.14 Dimensione: 14,9 MB |
|  Tav. 005 Relazione di calcolo sottovia km 66+775.pdf | Ultima modifica: 04/07/2018 16.06 Dimensione: 2,06 MB |
|  Tav. 006 Relazione di calcolo sottovia bretella.pdf | Ultima modifica: 04/07/2018 16.08 Dimensione: 2,03 MB |
|  Tav. 007 Relazione di calcolo opere sostegno.pdf | Ultima modifica: 04/07/2018 16.12 Dimensione: 2,39 MB |
|  Tav. 008 Relazione fotografica.pdf | Ultima modifica: 04/07/2018 16.14 Dimensione: 1,41 MB |
|  Tav. 009 Quadro Economico Generale def.pdf | Ultima modifica: 04/07/2018 17.14 Dimensione: 175 KB |
|  Tav. 010 Perizia di spesa Armamento.pdf | Ultima modifica: 04/07/2018 16.15 Dimensione: 311 KB |
|  Tav. 011 Perizia di spesa Opere Civili.pdf | Ultima modifica: 04/07/2018 16.17 Dimensione: 612 KB |
|  Tav. 012 Perizia di spesa TE.pdf | Ultima modifica: 04/07/2018 16.18 Dimensione: 155 KB |
|  Tav. 013 Perizia di spesa IS e TLC.pdf | Ultima modifica: 04/07/2018 16.19 Dimensione: 292 KB |
|  Tav. 014 Perizia di spesa Oneri della Sicurezza.pdf | Ultima modifica: 04/07/2018 16.20 Dimensione: 157 KB |
|  Tav. 015 Cronoprogramma.pdf | Ultima modifica: 04/07/2018 16.24 Dimensione: 282 KB |

COMMITTENTE:



DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE DI ANCONA

SOGGETTO TECNICO: RFI – DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE DI ANCONA
 S. O. INGEGNERIA

PROGETTAZIONE: RFI – DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE DI ANCONA
 S. O. INGEGNERIA MICROSTRUTTURA CIVILE

PROGETTO DEFINITIVO

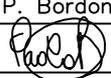
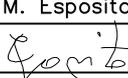
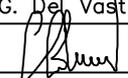
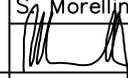
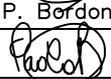
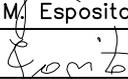
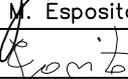
Linea : PESCARA –SULMONA–L’AQUILA–TERNI Comune : SULMONA

RIPRISTINO COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELLA LINEA PESCARA–SULMONA–TERNI
 TRA LE PROGRESSIVE KM.66+300/69+000, CON REALIZZAZIONE DELLA NUOVA
 FERMATA DI SULMONA S.RUFINA ED ADEGUAMENTO DELL’ASSETTO VIARIO DI VIA
 PARADISO CON OPERE SOSTITUTIVE DELL’EX PL KM.66+767

RELAZIONE GENERALE

| | | |
|--|--------|----|
| | Foglio | di |
|--|--------|----|

| PROGETTO/ANNO | SOTTOPR. | LIVELLO | NOME DOC. | PROGR.OP. | FASE FUNZ. | NUMERAZ. |
|---------------|----------|---------|-----------|-----------|------------|----------|
| 17 | | P D | T G | 00 | 00 | 1001 |

| Revis. | Descrizione | Progettista | Data | Verificato | Data | Approvato | Data | Autorizzato | Data |
|--------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 0 | Prima emissione | P. Bordoni  | | M. Esposito  | | G. Del Vasto  | | S. Morellina  | |
| A | 1^Revisione giugno 2018 | P. Bordoni  | 18/06/2018 | M. Esposito  | 19/06/2018 | M. Esposito  | 19/06/2018 | G. Del Vasto  | 22/06/2018 |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

| POSIZIONE ARCHIVIO | LINEA | SEDE TECN. | NOME DOC. | NUMERAZ. |
|--------------------|-------|------------|-----------|----------|
| | L506 | TR4995 | | |

| Verificato e trasmesso | Data | Convalidato | Data | Archiviato | Data |
|------------------------|------|-------------|------|------------|------|
| | | | | | |

File: 0.01

| | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------------|
|  RFI RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie | INTERVENTO: Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara | | |
| | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S. Rufino e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | | |
| RELAZIONE GENERALE | | REV I | PAG 2 di 13 |

INDICE

| | | |
|-----|---------------------------------------------------------|----|
| 1. | INTRODUZIONE | 3 |
| 2. | CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA | 5 |
| 3. | SUPERAMENTO DELLE BARRIERE ARCHITETTONICHE | 7 |
| 4. | OPERA 1 - BRETTELLA FERROVIARIA LINEA PE-SU SU -TR..... | 8 |
| 5. | OPERA 2 - SOTTOVIA SOSTITUTIVO km 66+775 | 9 |
| 6. | OPERA 3 - SOTTOVIA BRETTELLA PER VIABILITÀ LOCALE | 10 |
| 7. | OPERA 4 - FERMATA SULMONA-S.RUFINA..... | 10 |
| 8. | OPERA 5 - VIABILITA' STRADALE..... | 11 |
| 9. | ESPROPRI | 12 |
| 10. | VINCOLI AREA D'INTERVENTO | 13 |
| 11. | TEMPI DI REALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI..... | 13 |

| | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------|
|  | INTERVENTO: Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara | | |
| | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S. Rufino e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | | |
| RELAZIONE GENERALE | | REV 1 | PAG 3 di 13 |

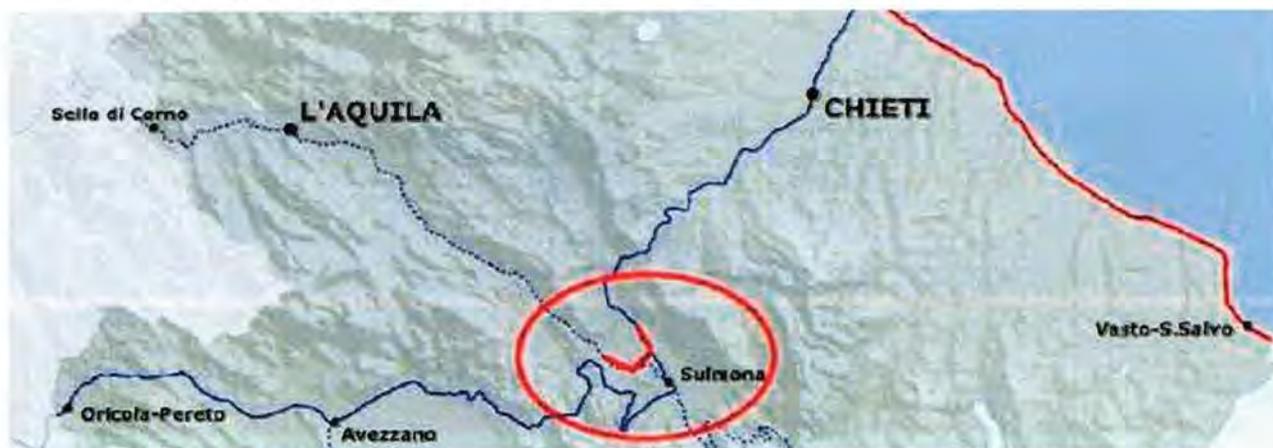
1. INTRODUZIONE

In data 19 aprile 2016 con Deliberazione di Giunta Regionale n. 229 del 19 aprile 2016 la regione Abruzzo ha approvato il documento definitivo denominato "Masterplan Abruzzo - Patto per il Sud" nella versione rielaborata e aggiornata alla luce delle riparametrazioni necessarie e dei nuovi interventi inseriti a seguito istruttoria dei singoli Ministri nonché Palazzo Chigi, a sostituzione integrale del documento denominato "Masterplan Abruzzo - patto per il sud" Approvato con DGR n. 1135 del 31 dicembre 2015.

Tra gli interventi volti a favorire lo sviluppo infrastrutturale delle aree ricadenti nella Provincia de L'Aquila, riveste un ruolo fondamentale l'ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara

Allo stato attuale il collegamento tra l'Aquila e Pescara avviene attraverso due linee ferroviarie collegate in corrispondenza della città di Sulmona che svolge, per questo collegamento, le funzioni di Stazione di testa.

Ciò costringe gli utenti del servizio ferroviario ad cambio treno con conseguente aggravio dei tempi di viaggio nel collegamento tra il capoluogo di regione ed il capoluogo di Provincia più densamente popoloso della Regione Abruzzo.



Schematizzazione della bretella

| | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------|
|  RFI RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie | INTERVENTO: Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara | | |
| | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S. Rufino e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | | |
| RELAZIONE GENERALE | | REV I | PAG 4 di 13 |

La linea ferroviaria in questione nacque alla fine dell'800 per collegare l'Aquila alla costa abruzzese ed inizialmente era prevista la bretella che bypassa la stazione di Sulmona. Poco dopo l'attivazione la bretella venne rimossa, lasciando la sede allo stato attuale.

Negli anni '80 l'area è stata oggetto di interventi per la realizzazione del raccordo ferroviario con il nucleo industriale di Sulmona. L'intervento ha comportato la realizzazione di 6 binari paralleli alla linea ferroviaria Sulmona-Pescara posti lato strada provinciale 51 del Saggittario. Il fascio dei binari ha interdetto l'accesso alla CC abbandonata posta a controllo del PL km66+767 linea Pescara - Sulmona. La CC viene così a trovarsi tra la linea ferroviaria di RFI ed il raccordo industriale, risultando pertanto inutilizzabile per ogni uso. Il PL posto al km 66+767 serviva per dare continuità alla strada di via Paradiso che va dalla zona industriale di Sulmona alla C.da S.Rufina.

L'intervento oggetto di appalto si prefigge l'obiettivo di ripristinare la suddetta bretella ferroviaria ripristinando la precedente viabilità stradale locale. L'utente potrà quindi facilmente accedere alla nuova fermata di S.Rufina, posta sulla bretella ferroviaria, grazie alla strada extraurbana di progetto ed ai relativi marciapiedi accessibili anche dai diversamente abili. La viabilità di progetto permetterà inoltre il collegamento dell'abitato che si è venuto a creare nei pressi della futura fermata alla Provinciale 51.

Nel complesso verranno eseguite le seguenti opere:

1. bretella ferroviaria linea PE-Su Su -TR
2. sottovia sostitutivo km 66+775 ex PL linea Pescara-Sulmona
3. sottovia bretella per viabilità locale
4. fermata Sulmona- S. Rufina (125m) con parcheggio 2700mq
5. strada extraurbana locale F2 L=3,25 corsia + 1,50 marciapiede +0,5 franco minima 1,2% max 10% con disabili 8% 375m

| | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------|
|  Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie | INTERVENTO: Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara | | |
| | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S. Rufino e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | | |
| RELAZIONE GENERALE | | REV 1 | PAG 5 di 13 |



Indicazione delle opere

2. CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

La rete ferroviaria complementare Roma-Pescara, che collega il Tirreno e l'Adriatico attraverso l'Appennino Centrale, nella tratta Pescara-Sulmona presenta le seguenti caratteristiche generali:

- Linea a binario unico elettrificato (3 kV c.c.)
- Linea con sistema di esercizio in CTC tramite Dirigente Centrale Operativo (DCO)
- Regime di Circolazione con Blocco Elettrico conta assi

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>RFI RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | <p>INTERVENTO: Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara</p> <p>PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S. Rufino e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767</p> |
| <p>RELAZIONE GENERALE</p> | <p>REV 1</p> <p>PAG 6 di 13</p> |

- Dispositivo R.A.R. (Rilevamento Attraversamento a Raso) che gestisce gli incroci dei treni nelle stazioni impresenziate su linee esercite con DCO, garantendo la protezione dell'attraversamento a raso dei viaggiatori.

La rete ferroviaria complementare Sulmona-Terni, che si sviluppa all'interno dell'Appennino Centrale, nella tratta S.Demetrio - Sassa presenta le seguenti caratteristiche generali:

- Linea a semplice binario non elettrificato
- Linea con sistema di esercizio in CTC tramite Dirigente Centrale Operativo (DCO) con sede a L'Aquila
- Regime di Circolazione con Blocco Elettrico conta assi
- Intervalli d'orario:

| LINEE E RELATIVI TRATTI | | SOSPENSIONE | | ANNOTAZIONI |
|-------------------------|----------------------------|---------------|-------------|--------------------|
| | | ora di inizio | ora di fine | |
| TERNI - SULMONA | Terni (e) - L'Aquila (f) | 0,00 | 5,32 | Nei giorni Feriali |
| | | 21,36 | 24,00 | |
| | L'Aquila (e) - Sulmona (e) | 0,00 | 8,27 | Nei giorni Festivi |
| | | 21,36 | 24,00 | |
| | | 0,00 | 6,23 | Nei giorni Feriali |
| | | 21,36 | 24,00 | |
| | | 0,00 | 15,40 | Nei giorni Festivi |
| | | 21,36 | 24,00 | |

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>RFI RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | <p>INTERVENTO: Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara</p> <p>PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S. Rufino e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767</p> |
| <p>RELAZIONE GENERALE</p> | <p>REV 1 PAG 7 di 13</p> |



3. SUPERAMENTO DELLE BARRIERE ARCHITETTONICHE

I criteri di progettazione relativi all'accessibilità nelle stazioni di persone con disabilità e ridotta mobilità sono riferiti alle Linee guida emanate da RFI nel dicembre 2011, e forniscono le soluzioni tecniche e gli standard architettonici per renderle maggiormente sicure e confortevoli:

- Percorsi con andamento quanto più possibile semplice e regolare; assenza di strozzature, arredi, ostacoli che riducano la larghezza utile e possano causare infortuni; larghezza tale da garantire la mobilità e l'inversione di marcia da parte di persone su sedia a ruote; eventuali variazioni di livello raccordate con lievi pendenze o rampe ed evidenziate con variazioni cromatiche; cigli con materiali atti alla percezione visiva e acustica in casi di percorsi adiacenti a zone non pavimentate; rampe di pendenza contenuta in caso di raccordi con il livello stradale; intersezioni tra percorsi pedonali e zone carrabili opportunamente segnalate anche ai non vedenti.

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------|
|  <p>RFI RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | <p>INTERVENTO: Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara</p> <p>PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S. Rufino e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767</p> | | |
| RELAZIONE GENERALE | | REV 1 | PAG 8 di 13 |

- Pavimentazione esterna antisdrucchiole e soglie con spigoli smussati; grigliati tali da non costituire ostacolo o pericolo rispetto a ruote, bastoni di sostegno e simili; gli elementi costituenti una pavimentazione devono presentare giunture inferiori a mm 5, essere piani e con eventuali risalti di spessore non superiore a mm 2.
- Arredi fissi disposti in modo tale da consentire il transito e l'agevole uso di persone su sedia a rotelle; preferenza per arredi non taglienti e privi di spigoli vivi.
- Parapetti ad altezza minima di cm 100 con uno spazio interno entro il quale sia inscrivibile una circonferenza di cm 140 di diametro.
- Percorsi orizzontali: andamento quanto più possibile continuo; rampe in caso di variazioni di livello; larghezza del corridoio tale da garantire il facile accesso alle unità ambientali da esso servite. Larghezza minima di cm 100; allargamenti atti a consentire l'inversione al marcia al persone su sedia a rotelle.
- Rampe: ripiani orizzontali di riposo per rampe particolarmente lunghe; larghezza minima di m 0,90; pendenza non superiore all'8%.

4. OPERA 1 - BRETTELLA FERROVIARIA LINEA PE-SU SU -TR

La bretella ferroviaria si sviluppa tra il km 68+916 della linea Sulmona- L'Aquila Terni ed il km 66+354 della linea Sulmona -Terni.

Il raccordo con le due linee avverrà con i seguenti scambi:

- Linea Pescara- Sulmona : S.60/400/0,094
- Linea Sulmona-Terni : S.60/250/0,12

Lato Sulmona - Terni verrà modificata la livelletta tra vertice R7 e R6, tra il Km 69+143 ed il Km 68+957, della linea Sulmona - Terni.

Agli innesti con le linee verranno posizionati dei tronchini avente lunghezza di 42m.

| | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------------|
|  | <p>INTERVENTO: Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara</p> <p>PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S. Rufino e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767</p> | | |
| RELAZIONE GENERALE | | REV 1 | PAG 9 di 13 |

5. OPERA 2 - SOTTOVIA SOSTITUTIVO km 66+775

L'attraversamento della sede ferroviaria per raggiungere la nuova Fermata di Sulmona- S.Rufina sarà effettuato alla progressiva Km 66+775 della linea Pescara -Sulmona , con uno scatolare in c.a. in sostituzione del P.L. già soppresso alla progressiva Km. 66+767.

Il nuovo sottovia carrabile al Km 66+775 ha un'altezza libera finita min. di 4,50 m sul lato esterno della piattaforma stradale e larghezza utile min. di 8,50 m comprensivo di marciapiede da 1,50 m e banchina 0,50 m.

Per consentire il collegamento tra la fermata di S.Rufina e la S.P. 51 Mausonia verrà realizzata una nuova strada di tipo categoria "F2" Locale Ambito Extraurbano (Decreto 05.11.2001), con carreggiata di 6,50 di cui le due corsie hanno larghezza pari a 3,25 mt. e banchina da 0,50 mt.; la nuova strada si estende complessivamente per circa 375,00 ml.

Il sottovia, della lunghezza totale di 69 m, attraverserà il fascio di binari del Raccordo ferroviario del Nucleo industriale di Sulmona e la linea ferroviaria Pescara - Sulmona. La porzione al di sotto della linea ferroviaria Pescara - Sulmona sarà realizzata in opera previo posizionamento del Ponte provvisorio per sostegno del binario, denominato Ponte GUIDO. Il sostegno provvisorio garantirà la circolazione dei convogli fino alla velocità di 80 km/h, durante tutte le operazioni di costruzione del manufatto in c.a..

Per realizzare il sottovia sarà necessario demolire l'ex CC in corrispondenza del P.L.

Lo smaltimento delle acque del sottovia verrà eseguito tramite pendenza naturale, senza l'utilizzo di o impianti di sollevamento delle acque meteoriche. Alla base del sottovia è prevista un'intercapedine per lo smaltimento delle acque meteoriche che saranno convogliate in un apposito locale tecnico, ove mediante tubazioni da realizzare saranno collegate ai canali esistenti, attraversando la linea Sulmona- Terni .

Il quadro elettrico per l'alimentazione dell'impianto di illuminazione sarà alloggiato nel locale tecnico sotto la rampa.

| | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  RFI RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie | INTERVENTO: Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara | | |
| | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S. Rufino e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | | |
| RELAZIONE GENERALE | | REV 1 | PAG 10 di 13 |

6. OPERA 3 - SOTTOVIA BRETELLA PER VIABILITÀ LOCALE

L'attraversamento della sede ferroviaria in corrispondenza della bretella sarà realizzato a circa 10 m dall'asse del sottovia esistente, il quale verrà tombato.

Il nuovo sottovia carrabile destinato ad uso agricolo ha un'altezza libera finita min. di 4,50 m sul lato esterno della piattaforma stradale e larghezza utile min. di 4,50 m comprensivo di marciapiede da 1,25 m e carreggiata 3,25 m.

Il sottovia verrà raccordata alla viabilità esistente lato Provinciale e lato Contrada S. Rufino.

La costruzione del sottovia avverrà a cielo aperto, senza alcuna interferenza con l'esercizio ferroviario.

Le acque verranno smaltite con pendenza naturale, senza l'utilizzo di impianto di sollevamento.

7. OPERA 4 - FERMATA SULMONA-S.RUFINA

La nuova fermata San Gregorio sarà ubicata in tratto rettilineo della linea, con un'area d'interscambio modale costituita da parcheggio per auto, localizzata in adiacenza al nuovo impianto. La sistemazione di aree a verde, pavimentazioni pedonali e arredo urbano hanno un'estensione limitata agli spazi necessari per l'accessibilità e la fruizione dell'impianto stesso.

I marciapiedi della fermata avranno lunghezza utile di 125 m con rampe di raccordo alle estremità, dove iniziano i raccordi planimetrici delle limitrofe curve. Al di sotto del marciapiede, lato Terni, verrà realizzato un sifone per dare continuità al canale idrico esistente.

Il marciapiede si troverà a livello del parcheggio e non saranno necessarie rampe o scale per raggiungerlo.

Il parcheggio a servizio della fermata, raggiungibile dalla S.P.51, avrà un'area di 2700 mq con ampia disponibilità del parcheggio. La fermata sarà conforme a quanto disposto dalle norme vigenti STI PMR al fine di garantire la fruizione del servizio ferroviario anche alle persone a mobilità ridotta.

La costruzione della fermata avverrà senza alcuna interferenza con l'esercizio ferroviario.

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>RFI RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologia</p> | <p>INTERVENTO: Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara</p> <p>PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S. Rufino e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767</p> |
| | <p>RELAZIONE GENERALE</p> |

8. OPERA 5 - VIABILITA' STRADALE

I lavori stradali consisteranno nella realizzazione di un pacchetto all'interno del monolite ed al di sopra delle fondazioni in c.a., così costituito:

- strato di base in misto di cava (0,30 m) a pezzatura variabile;
- misto granulare stabilizzato (0,20 m);
- binder: sp. 10 cm.
- usura: sp. 3 cm.

Il sottovia, comprese le rampe, saranno inoltre dotate di idonea segnaletica, considerando che la circolazione sarà a doppio senso.

La tipologia dell'arteria viaria in questione sarà di Strada extraurbana locale F2.

La strada di proseguimento di via Paradiso che collega la fermata alla strada Provinciale 51 del Sagittario avrà i seguenti elementi dimensionali caratteristici:

- luce netta interna di **8,50 m.** suddivisi in:
 - **3,25 m.-** per ciascuna carreggiata;
 - **1.50 m.-** marciapiede;
 - **0.50m** - banchina.
- altezza interna netta: **4.50 m.**;
- pendenza trasversale: **1%**
- pendenza longitudinale carreggiata stradale: max 10%, minima 1,2%
- pendenza longitudinale marciapiede: **8%**

La strada locale in corrispondenza del sottovia ad uso rurale posto in corrispondenza della bretella avrà le seguenti caratteristiche:

- luce netta interna di **4,50 m.** suddivisi in:
 - **3,25 m.-** carreggiata;
 - **1.20 m.-** marciapiede;

| | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
|  <p>RFI RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | <p>INTERVENTO: Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara</p> <p>PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S. Rufino e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767</p> | |
| | <p>RELAZIONE GENERALE</p> | <p>REV 1</p> |

- altezza interna netta: **4.50 m.**;

Le opere di contenimento alle rampe di accesso al sottovia stesso saranno costituite da palificate realizzate con pali $\Phi 800$ armati con $20\Phi 24$ posti ad interasse di 1,00 m e costituiti da cls C25/30 e armatura B450C., unite in sommità con cordolo di coronamento in c.a.

Nel rimanente tratto di strada la perfetta funzionalità della strada sarà garantita dalla realizzazione di opere di contenimento in c.a. aventi spessore pari a cm. 40 ed altezza variabile.

9. ESPROPRI

La maggior parte delle opere saranno eseguite su aree già ferroviarie, poiché la bretella era già prevista al momento della realizzazione delle altre linee. Alcune delle aree interessata dagli interventi è posta su territorio di proprietà di privati; pertanto, al fine di procedere alle occupazioni temporanee e definitive, dovute dalla realizzazione dell'opera, dovranno essere effettuati espropri che saranno effettuati con le misure e le modalità previste dalla vigente normativa. Per ulteriori dettagli si rimanda agli appositi elaborati progettuali.

| | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------|
|  | INTERVENTO: Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara | | |
| | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S. Rufino e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | | |
| RELAZIONE GENERALE | | REV 1 | PAG 13 di 13 |

10. VINCOLI AREA D'INTERVENTO

Nel presente paragrafo si riportano gli esiti dell'analisi del Piano paesistico regionale, del Piano Stralcio Difesa dalle Alluvioni e della Carta per l'assetto idrogeologico. Per il consulto dei Piani si rimanda all'elaborato "Ortofoto e Cartografia".

Dall'analisi dei vincoli di cui al D.Lgs n°42/2004 e ss.mm.ii, si evince che l'area d'intervento ricade nella "fascia di area a conservazione parziale A2" regolamentata dall'art 142 (vincoli ex L431/85). L'intera area oggetto d'intervento non rientra nella perimetrazione delle zone "Beni paesaggistici" e "Beni monumentali" di cui all'art.146 del DLgs n°42/2004 (vincoli ex RD n°1497/39, ex RD n°1089/39).

Dall'analisi dei vincoli relativi al rischio idrogeologico legato alla presenza di movimenti franosi, erosione ed alluvioni, si evince che l'area in oggetto non presenta elementi di rischio sia da un punto di vista idraulico che idrogeologico.

Relativamente al rischio di alluvione, l'area della strada costeggia la zona perimetrata a rischio 2 dal PAI. Di tale vincolo se ne dovrà tener conto in sede di realizzazione dell'opera.

11. TEMPI DI REALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI

La durata complessiva dell'intero appalto è presumibilmente di 900 giorni, secondo quanto riportato nel relativo elaborato.

COMMITTENTE:



DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE DI ANCONA

SOGGETTO TECNICO: RFI – DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE DI ANCONA
 S. O. INGEGNERIA

PROGETTAZIONE: RFI – DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE DI ANCONA
 S. O. INGEGNERIA MICROSTRUTTURA CIVILE

PROGETTO DEFINITIVO

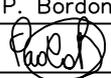
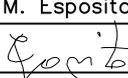
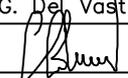
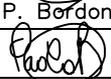
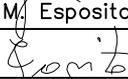
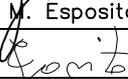
Linea : PESCARA –SULMONA–L'AQUILA–TERNI Comune : SULMONA

RIPRISTINO COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELLA LINEA PESCARA–SULMONA–TERNI
 TRA LE PROGRESSIVE KM.66+300/69+000, CON REALIZZAZIONE DELLA NUOVA
 FERMATA DI SULMONA S.RUFINA ED ADEGUAMENTO DELL'ASSETTO VIARIO DI VIA
 PARADISO CON OPERE SOSTITUTIVE DELL'EX PL KM.66+767

RELAZIONE TECNICA DELLE OPERE E DELLE STRUTTURE

| | | |
|--|--------|----|
| | Foglio | di |
|--|--------|----|

| PROGETTO/ANNO | SOTTOPR. | LIVELLO | NOME DOC. | PROGR.OP. | FASE FUNZ. | NUMERAZ. |
|---------------|----------|---------|-----------|-----------|------------|----------|
| 17 | | PD | T G | 00 | 00 | 1002 |

| Revis. | Descrizione | Progettista | Data | Verificato | Data | Approvato | Data | Autorizzato | Data |
|--------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 0 | Prima emissione | P. Bordoni  | | M. Esposito  | | G. Del Vasto  | | S. Morellina  | |
| A | 1^Revisione giugno 2018 | P. Bordoni  | 18/06/2018 | M. Esposito  | 19/06/2018 | M. Esposito  | 19/06/2018 | G. Del Vasto  | 22/06/2018 |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

| POSIZIONE ARCHIVIO | LINEA | SEDE TECN. | NOME DOC. | NUMERAZ. |
|--------------------|-------|------------|-----------|----------|
| | L506 | TR4995 | | |

| Verificato e trasmesso | Data | Convalidato | Data | Archiviato | Data |
|------------------------|------|-------------|------|------------|------|
| | | | | | |

File: 0.02

| | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------|
|  <p>Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | <p>INTERVENTO: Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara</p> <p>PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767</p> | | |
| RELAZIONE TECNICA | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">REV 0</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">PAG 1 di 46</td> </tr> </table> | REV 0 | PAG 1 di 46 |
| REV 0 | PAG 1 di 46 | | |

INDICE

| | | |
|-----|-------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. | DESCRIZIONE DELLE TIPOLOGIE STRUTTURALI | 2 |
| 2. | OPERE FERROVIARIE | 5 |
| 3. | STANDARD DIMENSIONALI E FUNZIONALI PER PICCOLE STAZIONI E FERMATE | 10 |
| 4. | RILEVATI STRADALI..... | 14 |
| 5. | DESCRIZIONE DELLE AZIONI DI PROGETTO | 15 |
| 6. | CRITERI DI VERIFICA E REQUISITI DI SICUREZZA..... | 18 |
| 7. | PRESTAZIONI ATTESE DALLA COSTRUZIONE | 24 |
| 8. | CALCESTRUZZO..... | 30 |
| 9. | ACCIAIO..... | 34 |
| 10. | BONIFICA DA ORDIGNI BELLICI | 41 |
| 11. | RIFERIMENTI NORMATIVI | 43 |

| | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------|
|  <p>RFI RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p> <p>Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | <p>INTERVENTO: Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara</p> <p>PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767</p> | | |
| RELAZIONE TECNICA | | REV 0 | PAG 2 di 46 |

1. DESCRIZIONE DELLE TIPOLOGIE STRUTTURALI

La tipologia degli interventi in oggetto è sostanzialmente di triplice natura:

1. Opere ferroviarie

- Armamento
- TE
- IS
- Corpo stradale ferroviario

2. Opere interferenti con il corpo stradale ferroviario

- Opere d'arte (sottovia carrabili, sottopassi e attraversamenti idraulici)
- Opere di sostegno (muri e paratie)
- Nuove fermate ferroviarie (marciapiedi, rampe, scale e sottopasso)
- Sottoservizi da spostare (elettrorodotti, acquedotti, fognature, gasdotti, linee telefoniche)

3. Costruzione di nuove strade di collegamento per la soppressione dei passaggi a livello

- Strade comunali, quale viabilità alternativa e integrativa di ricollegamento a strade esistenti

Nella nuova Fermata di Sulmona-S.Rufina inoltre è prevista la realizzazione di un parcheggio scambiatore collegato con la viabilità principale.

Le opere che si andranno a realizzare nella Fermata di Sulmona-S.Rufina riguardano nello specifico:

- marciapiede tipo H550 di lunghezza 250m
- segnaletica a messaggio fisso
- percorsi e mappe tattili per disabili visivi
- impianto luce e forza motrice per marciapiede
- impianto di diffusione sonora
- shelter per la sosta dei viaggiatori attrezzato con seduta, bacheca orari A/P, spazio per emettitrice e obliteratrice biglietti
- area d'interscambio modale (parcheggio)

Gli scatolari in c.a. al km 66+775 e al di sotto della bretella saranno realizzati in opera. Per risolvere le interferenze con la linea ferroviaria Pescara-Sulmona, saranno utilizzati ponti Gui.do.

Tutti gli scatolari in c.a. avranno cls Rck min 42 N/mm² e armatura B450C.

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------|
|  <p>Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | <p>INTERVENTO: Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara</p> <p>PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767</p> | | |
| RELAZIONE TECNICA | <table border="1"><tr><td style="text-align: center;">REV 0</td><td style="text-align: center;">PAG 3 di 46</td></tr></table> | REV 0 | PAG 3 di 46 |
| REV 0 | PAG 3 di 46 | | |

Prescrizioni esecutive per le opere d'arte e di sostegno

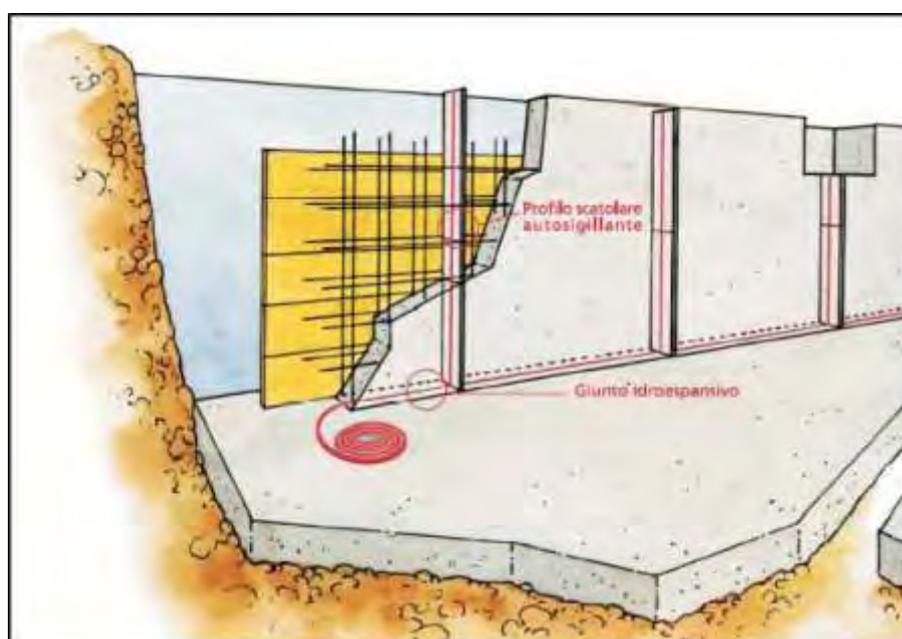
La soletta superiore degli scatolari deve essere impermeabilizzata prima della spinta mediante due guaine bituminose prefabbricate di spessore 3mm (guaina inferiore) e 4mm (guaina superiore) protette superiormente da uno strato di conglomerato cementizio dello spessore non inferiore a 5cm. Le pareti esterne degli scatolari (piedritti) devono essere impermeabilizzate prima della ricopertura con un rivestimento ad elevata elasticità composto da inerti, leganti cementizi e polimeri acrilici, che costituiscono una guaina cementizia continua e impermeabile, da proteggersi con tessuto non tessuto di grammatura minima di 250g/m². Prima della posa in opera del manto impermeabile sulla zona sotto ballast dovrà eseguirsi una radicale pulizia delle superfici da impermeabilizzare e applicando uno speciale primer. La stesa delle guaine deve effettuarsi trasversalmente all'impalcato senza giunzioni trasversali e con sovrapposizioni longitudinali di 10cm, sfalsate tra la guaina inferiore e superiore. Il riempimento a tergo delle pareti del sottopasso (nell'intercapedine tra micropali provvisori e scatolare in opera) deve essere realizzato con materiale arido, avente funzione di dreno; sulla zattera di fondazione deve essere posato un tubo finestrato, rivestito esternamente con geotessile non tessuto, per la raccolta e allontanamento delle acque. La sommità del riempimento viene impermeabilizzata con uno strato di argilla o di malta cemento/bentonite su cui ripristinare il ballast.

Per la costruzione delle **rampe** verrà realizzata in parte una fila di pali Ø800 che oltre a sostenere lo scavo durante la fase di realizzazione della soletta di base, funge da parete verticale definitiva. I pali andranno collegati in testa da un cordolo e la parte interna alle rampe deve essere impermeabilizzata con fogli di nylon prima del getto di finitura in cls.

I **giunti di dilatazione** e di costruzione devono essere muniti di water stop o giunto bentonitico. Per scongiurare il problema delle fessurazioni dovute a ritiro, specie nei getti verticali di notevole lunghezza, si devono impiegare dei giunti strutturali a elementi scatolari auto sigillanti: questa soluzione viene impiegata nei getti verticali di cls circa ogni 12m per realizzare una zona a sezione ridotta in cui si scaricano le tensioni dovute a ritiro. In tal modo le fessure si formeranno solo in corrispondenza del giunto; al passaggio dell'acqua le fessurazioni vengono sigillate dal rigonfiamento della guarnizione idroespansiva a base di bentonite sodica interposta tra due elementi scatolari in plastica.

| | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------------|
|  <p>RFI RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p> <p>Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | <p>INTERVENTO: Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara</p> <p>PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767</p> | | |
| <p>RELAZIONE TECNICA</p> | | <p>REV 0</p> | <p>PAG 4 di 46</p> |

Le **riprese di getto** tra platea di base e pareti verticali devono essere sigillate mediante giunto idroespansivo (di sez. 25x20mm) a base di bentonite di sodio (argilla impermeabile) miscelata a gomma butilica: a contatto con l'acqua la bentonite aumenta il suo volume riempiendo le fessurazioni e realizzando una perfetta sigillatura.



Modalità di impermeabilizzazione nelle riprese di getto

All'interno dei sottopassi è previsto un sistema di raccolta ed allontanamento delle **acque meteoriche**, per garantirne l'utilizzo in sicurezza.

Nel caso di impiego di componenti prefabbricati per la realizzazione di muri o parti del marciapiede ferroviario, l'Appaltatore è tenuto a sottoporre preventivamente all'approvazione di Ferrovie le modalità di progetto e costruzione.

Per le opere di sostegno non è ammesso l'utilizzo di tiranti di ancoraggio, sia per opere di pertinenza della sede ferroviaria che per quelle ad essa adiacenti, in quanto possono comprometterne la sicurezza.

In nessun caso sono ammessi getti contro terra per la realizzazione delle opere o parte di esse.

Tutte le **opere provvisoriale** per il sostegno degli scavi sono dimensionate per resistere alle azioni statiche delle terre, ai sovraccarichi realmente presenti e al sisma, nella vita di riferimento. La vita di

| | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------------|
|  <p>RFI RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p> <p>Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | <p>INTERVENTO: Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara</p> <p>PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767</p> | | |
| <p>RELAZIONE TECNICA</p> | | <p>REV 0</p> | <p>PAG 5 di 46</p> |

riferimento di un'opera provvisoria sarà posta pari alla sua vita nominale moltiplicata per un coefficiente d'uso $CU = 1$. In accordo al § 2.4.I delle NTC, le verifiche sismiche di opere provvisorie sono state omesse considerando una durata dei lavori per ciascun impianto inferiore a 2 anni.

2. OPERE FERROVIARIE

La scelta della tipologia di armamento è stata operata in base ai criteri e/o prescrizioni RFI .

La configurazione tipologica utilizzata è prevalentemente quella dell'armamento gruppo "1°".

Poiché, nel progetto è previsto l'esclusivo impiego di componenti elementari a catalogo FS non si prospettano esigenze di omologazione di materiali innovativi.

Inoltre, l'impiego di materiali di tipo FS non richiede, nell'ambito del progetto medesimo, l'esecuzione di calcoli di verifica strutturale e/o funzionale, in quanto questi sono già stati eseguiti dalle FS nel quadro delle procedure di iscrizione a catalogo del componente

L'armamento è di tipo tradizionale su ballast a scartamento da 1435 mm, con rotaie di qualità R260 (ex 900A) del tipo 60E1 (ex 60UIC) da m 108 e da m 36 con traverse in c.a.p. da 2,30 tipo RFI230-P con fermagli elastici tipo Pandrol per le deviazioni provvisorie del binario esistente e traverse del tipo RFI240-V con fermagli elastici tipo Vossloh per la sistemazione definitiva del binario (ove necessario ad esempio sui ponti in ferro verranno utilizzate traverse in legno 230/220/160*mm con ramponi elastici tipo MU e chivarde tipo Ck1), mentre nelle curve a raggio inferiore a 275 m, si impiegheranno traverse in CAP a scartamento variabile con fermagli elastici tipo Vossloh (RFI-DTC-DNS\A0011\P\2007\0000710 del 21 | 11 | 2007) e giunzioni a 36m.

In particolare le caratteristiche dei componenti elementari sono:

ROTAIE 60 E1

Le rotaie da utilizzare per la realizzazione dei binari di linea, sono in acciaio duro di qualità R260, di lunghezza elementare pari a 108 m. sui binari di corsa della tratta Terni – Spoleto e di 36 m. per gli interventi di allaccio e/o spostamento dei binari esistenti.

L'adozione di tali rotaie consente l'impiego di tutta la componentistica dell'armamento tipo 60E1 in uso presso FS.

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------|
|  <p>Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | <p>INTERVENTO: Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara</p> <p>PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767</p> | | |
| RELAZIONE TECNICA | | REV 0 | PAG 6 di 46 |

Le rotaie, di lunghezza di 108 e 36 m, saranno saldate a formare la lunga rotaia saldata (l.r.s.), sia mediante saldature elettriche a scintillio che con procedimento alluminotermico.

Nelle curve di raggio inferiore a 300 m le rotaie saranno semplicemente giuntate.

Nel binario armato a giunzioni verranno utilizzate, in corrispondenza delle giunzioni stesse, traverse in legno e precisamente:

una coppia di traverse in legno;

due traverse di legno di controgiunto.

compresi i relativi organi d'attacco rotaia-traversa.

TRAVERSE IN CAP

E' stato previsto per le deviazioni provvisorie della linea ferroviaria esistente l'impiego di traverse in cemento armato precompresso monoblocco tipo RFI 230-P di cui alla specifica tecnica RFI TCAR-SP-AR-03-002-C del 17 luglio 2005 (traverse marca "rfi-230", "rfi-240" e "rfi-260" in calcestruzzo vibrato, armato e precompresso), di lunghezza 2,30 m e di massa kg 250 circa, in uso presso FS, da posare a modulo 60 cm (6/10) su binari di corsa (componenti pandrol di 1° livello: ancoraggio in acciaio stampato (inglobati) e 2° livello piastre in gomma PGS13, piastrine isolanti PIP63 e fermagli elastici E/1-2039), mentre per la sistemazione definitiva del binario (di prima e seconda fase) è previsto l'impiego di traverse in cemento armato precompresso monoblocco tipo RFI 240-V di cui alla specifica tecnica RFI TCAR-SP-AR-03-002-C del 17 luglio 2005 (traverse marca "rfi-230", "rfi-240" e "rfi-260" in calcestruzzo vibrato, armato e precompresso), di lunghezza 2,40 m e di massa kg 300 circa, in uso presso FS, da posare a modulo 60 cm (6/10) (componenti Vossloh tasselli Sdu9 in plastica, piastre sottorotaia ZW, piastrine di guida WFP, caviglie SS25 con rondella uls7 e molle in acciaio SKL14)

GIUNTI ISOLANTI INCOLLATI

Verranno utilizzati g.i.i. di lunghezza pari a ml. 6,00 formati da spezzoni di rotaie del tipo tipo 60E1 con chiodi Huck rispondenti alla normativa RFI vigente.

| | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------|
|  Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie | INTERVENTO: Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara | | |
| | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | | |
| RELAZIONE TECNICA | | REV 0 | PAG 7 di 46 |

LEGNAMI PER LE TRAVATE METALLICHE

Per le travate metalliche verranno utilizzati legnami delle misure standard cm. 230 x 22 x 16 e cm 230 x 22 x 20 , in essenza di Azobé .

I legnami debbono essere rispondenti ai contenuti della Specifica Tecnica di Fornitura RFI TCAR SF AR 03 005 C del 10 Dicembre 2007 “traversoni in legno per apparecchi del binario, legnami per ponti e traverse di legno”.

CHIAVARDE DI ANCORAGGIO PER TRAVATA METALLICA

Utilizzo di chiodi da ponte delle seguenti categorie e progressivi RFI:

- a) 726/638 l = mm. 225
- b) 726/639 l = mm. 250
- c) 726/640 l = mm. 290

IMMOBILIZZATORI D'AGO

Gli immobilizzatori d'ago, ove si rendessero necessari, per il varo per fasi degli scambi S60U/400/0.074sx nella comunicazione P/D debbono essere rispondenti al disegno n. FS 9020 – pos. 23-178 modificato nel mese di Marzo 2004: IMMOBILIZZATORI D'AGO UNIVERSALE I.A. 60 U3.

TRAVERSE IN LEGNO

Le traverse ed i traversoni in legno verranno utilizzati nel caso in cui non sia possibile l'impiego delle traverse in CAP (curve di raggio inferiore a 275 m., comunicazione fra scambi), è stata prevista l'utilizzazione di traverse di legno di Rovere/Azobè (quest'ultimo da utilizzarsi esclusivamente per i legnami da ponte) di lunghezza 2,60/2,30m del 2° Gruppo posate ad interasse 60 cm (6/10) su binari di corsa, e 66,6 cm (6/9) sui binari di scalo con attacchi di 2° livello indiretti Tipo ck1 / ramponi elastici (ponte ferroviari in acciaio) e piastra sottorotaia ad elevate caratteristiche di risposta elastica e resiliente.

| | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------|
|  <p>RFI RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p> <p>Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologia</p> | <p>INTERVENTO: Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara</p> <p>PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767</p> | | |
| RELAZIONE TECNICA | | REV 0 | PAG 8 di 46 |

MASSICCIATA 1[^] cat.

La massicciata per i binari in sede definitiva sarà costituita con pietrisco tenace (di 1[^] categoria secondo la Specifica Tecnica RFI DINIC SF AR 04 001 A dell' ottobre 2003); in particolare , la geometria della sezione è caratterizzata da:

ciglio superiore della massicciata posto a 1,20 m dal filo interno della più vicina rotaia, per i rettifili e le curve di raggio maggiore di 300 mt. per binario con traverse RFI 240;

ciglio superiore della massicciata posto a 1,15 m dal filo interno della più vicina rotaia, per i rettifili e le curve di raggio maggiore di 400 mt. per binario con traverse RFI 230;

ciglio superiore della massicciata posto a 1,20 m dal filo interno della più vicina rotaia, per le curve di raggio inferiore a 400 mt. e maggiore di 300 mt. per binario con traverse RFI 230;

ciglio superiore della massicciata posto a 1,15 m dal filo interno della più vicina rotaia, per le curve di raggio inferiore a 300 mt. per binario con traverse RFI 230-240;

ciglio superiore della massicciata posto a 1,15 m dal filo interno della più vicina rotaia per binario con traverse in legno;

pendenza delle scarpate 3/4;

Spessore minimo 35 cm, misurato tra il piano inferiore della traversa, in corrispondenza della rotaia più vicina al piano di regolamento, ed il piano di regolamento stesso.

SCAMBI

Saranno posti in opera scambi del tipo 60 UNI con tangente pari a 0.074 per la realizzazione della comunicazioni fra i binari di corsa a Spoleto (comunicazione P/D fra la Pk 22+263.359 BP e la Pk 22+379.297 BD)

Per tutti i dispositivi è previsto l'impiego di traversoni in c.a.p. e cuori del tipo monoblocco in acciaio fuso al manganese, interamente saldabili alle rotaie attestanti, allo scopo di inserirli in l.r.s., sui rimanenti tratti.

I deviatori S60U/250/0.12 e S60U/250/0.092 con manovra a mano potranno essere montati su c.a.p. previa sostituzione temporanea dei due traversoni interessati dal meccanismo di manovra in attesa dell'omologazione, da parte di R.F.I., dei traversoni speciali in c.a.p. attualmente in fase di sperimentazione.

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------------|
|  <p>RFI RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | <p>INTERVENTO: Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara</p> <p>PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767</p> | | |
| <p>RELAZIONE TECNICA</p> | | <p>REV 0</p> | <p>PAG 9 di 46</p> |

I deviatori S60U/170/0.12 e SI60U/170/0.12 Dp con manovra a mano dovranno essere armati su legno.

apparecchi di fine corsa

Il fine corsa dei binari di ricovero, servizio e dei tronchini di sicurezza verrà delimitato da paraurti ad azione frenante e negli allacci provvisori in ferro Tipo A (paraurti triangolari saldati).

MODALITÀ di esecuzione dei lavori

Per la realizzazione dei lavori si farà riferimento alla normativa vigente ed in uso presso le FS.

MANUTENZIONE

La manutenzione degli impianti progettati sarà eseguita in base alle norme e criteri in uso presso le FS.

| | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie | INTERVENTO: Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara | | |
| | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | | |
| RELAZIONE TECNICA | | REV 0 | PAG 10 di 46 |

3. STANDARD DIMENSIONALI E FUNZIONALI PER PICCOLE STAZIONI E FERMATE

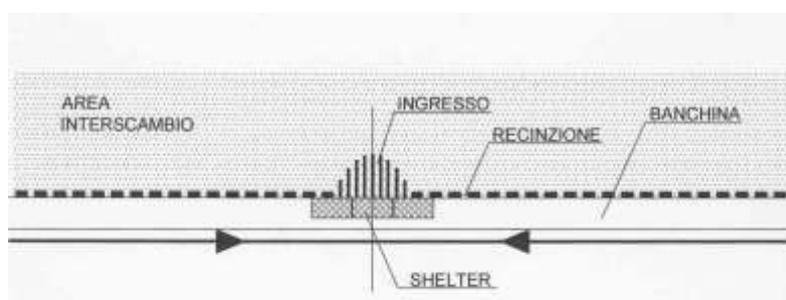
Per soddisfare le esigenze di servizio metropolitano, la nuova fermata è stata configurata secondo i criteri delle Linee guida di RFI per la "Progettazione di piccole stazioni e fermate" ed. 2007. I marciapiedi e gli accessi all'impianto sono commisurati ai flussi effettivi, alle dimensioni delle fasce di sicurezza e agli ingombri degli ostacoli fissi e dalle relative distanze dalla striscia gialla.

Rampe, scale e sottopassaggi sono dimensionati e attrezzati conformemente alle norme per il superamento delle barriere architettoniche e sensoriali e delle vie di esodo per la sicurezza antincendio.

Dimensionamento e dotazione nuova fermata

- Marciapiede a servizio viaggiatori, su binario unico, di altezza 550 mm (H55) sul piano di rotolamento e lunghezza standard 250 m; lateralmente la larghezza corrente minima è di 3,50 m con opportune maggiorazioni fino a 9,70 m nella zona di attesa e accesso (corrispondente al valore minimo di superficie di 1 mq/viaggiatore secondo norma UNI 7360). Il nuovo marciapiede si sviluppa in parte in rettilineo in parte in curva con raggio >500m.
- Distanza minima tra striscia gialla (bordo lato interno marciapiede) e un ostacolo fisso sul marciapiede, misurata parallelamente al binario:
 - ostacolo di lunghezza massima 1,00 m - D1=0,90 m
 - ostacolo di lunghezza massima 10,00 m - D2=1,20 m
 - ostacolo di lunghezza superiore a 10,00 m - D3=1,60 m
- Distanza tra il cordolo del marciapiede H550 e il bordo interno delle rotaie più vicina:
96cm
- Pavimentazione con caratteristiche antisdrucciolo
- Segnaletica a messaggio fisso
- Paline luce led sul nuovo marciapiede e parcheggio
- Impianto di sollevamento acque meteoriche
- Area d'interscambio modale (parcheggio piazzale esterno).

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  <p>Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | <p>INTERVENTO: Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara</p> <p>PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767</p> | | |
| RELAZIONE TECNICA | | REV 0 | PAG 11 di 46 |



Configurazione Fermata su linea a semplice binario (bronze)

Elementi costruttivi dei marciapiedi nelle fermate

I marciapiedi H55 della fermata saranno realizzati senza alcuna interferenza con l'esercizio ferroviario, trattandosi di nuova linea. Pertanto non si danno prescrizioni sulle modalità costruttive.

La pavimentazione della Fermata è di tipo antisdrucchiolo in masselli autobloccanti in cemento.

Nei tratti di marciapiede in cui è previsto l'alloggiamento dei percorsi tattili, questi sono in graniglia di cemento e quarzo conformi al sistema LOGES.

Le canalizzazioni passano all'interno del marciapiede in tubazioni rigide di PVC (cavi ferroviari di segnalamento e telecomunicazione e cavi elettrici BT). Le paline luce presenti sul marciapiede sono fondate sulla soletta del marciapiede, mentre nel parcheggio su blocchi di fondazione in cls Rck min. 250 con dimensioni 0,55x0,6x0,6m.

Percorsi tattili per disabili visivi

I criteri di progettazione per l'inserimento di percorsi tattili per disabili visivi negli impianti ferroviari aperti al pubblico, sono illustrati nelle Linee Guida di RFI "Percorsi tattili per disabili visivi".

Il sistema tattile è costituito da elementi modulari di pavimentazione che si articolano in codici base (codice di direzione rettilinea, codice di arresto/pericolo) e in codici di secondo livello (codice di svolta obbligata L, codice di svolta a croce T, codice di attenzione/servizio, codice di pericolo valicabile): il linguaggio riportato sulla superficie dei pavimenti è conforme al Sistema Loges. I colori dei percorsi tattili devono offrire un contrasto cromatico e di luminanza chiaramente percepibile dagli ipovedenti, sia fra il percorso e l'intorno, sia fra i vari codici che compongono il

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------------|
|  <p>Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | <p>INTERVENTO: Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara</p> <p>PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767</p> | | |
| <p>RELAZIONE TECNICA</p> | | <p>REV 0</p> | <p>PAG 12 di 46</p> |

percorso tattile: il valore di contrasto di luminanza non deve mai essere $<0,4$. La posa in opera deve essere molto accurata, onde assicurare una buona complanarità delle superfici e continuità dei vari elementi per una corretta interpretazione dei messaggi.

Il percorso tattile viene riportato su mappe tattili installate su appositi leggi, localizzate all'inizio del percorso; per le indicazioni di carattere singolare (numero di binario, uscita, sottopasso) si utilizzano delle targhette con linguaggio in braille e con carattere in rilievo.

Arredi di Stazione

Le indicazioni tecnico-funzionali per l'uniformità tipologica degli elementi di arredo in campo ferroviario sono contenute nelle Linee Guida RFI "Arredi di stazione - indicazioni tecnico-funzionali per l'uniformità tipologica".

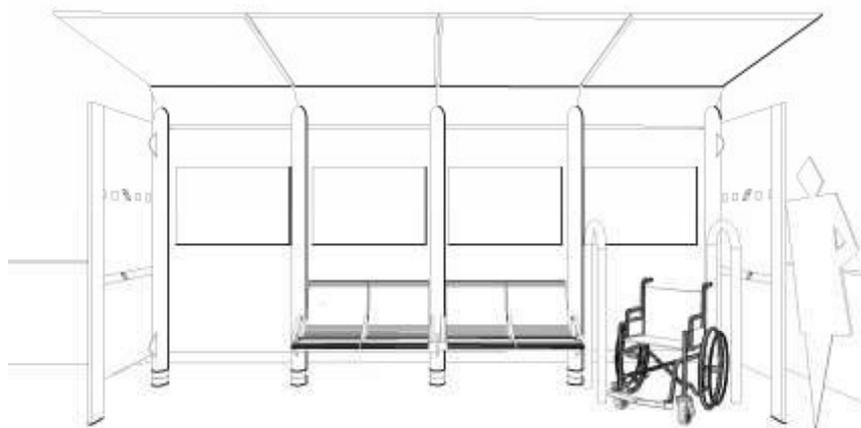
I materiali di finitura, di comprovata rispondenza a caratteristiche di durata e resistenza, dovranno consentire facili operazioni di manutenzione, pulizia e rimozione di imbrattamenti (anche attraverso l'uso di trattamenti preventivi antigraffiti).

Le scale e la zona di attesa del nuovo marciapiede saranno protetti dalla pioggia da una struttura a padiglione esteticamente compatibile con altri elementi di arredo presenti in stazione. L'altezza minima libera tra i gradini e la copertura dovrà essere non inferiore a 2,30m.

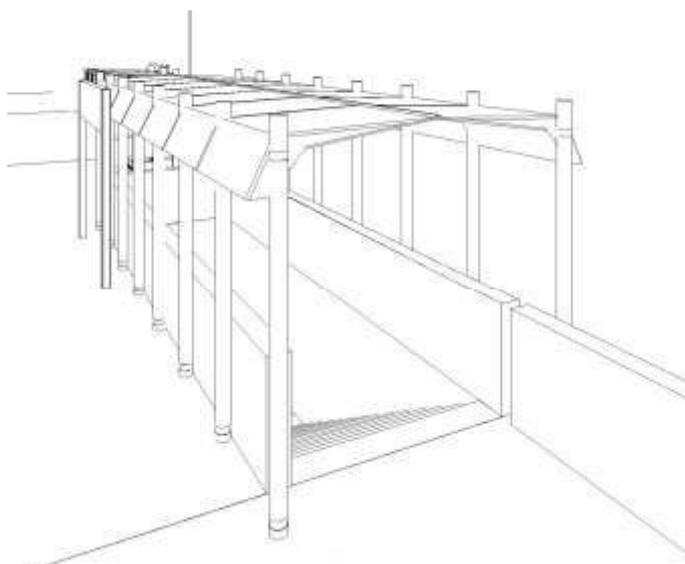
Sarà opportuno tamponare le strutture verticali con lastre acidate in vetro di sicurezza o policarbonato.

Per quanto riguarda i colori, ci si dovrà attenere alla compatibilità con l'aspetto cromatico degli altri elementi della stazione. È espressamente vietato usare colori e luci che possono creare confusione con la segnaletica a messaggio fisso e a messaggio variabile. Per l'identificazione dei colori, la norma tecnica UNI 8813-1936 indica il sistema Munsell. Sono di uso pratico le codifiche RAL (*Reichs-Ausschuss für Lieferbedingungen Comitato per lo Stato tedesco sulle condizioni di consegna*), Pantone, RGB (*Red, Green, Blue*), NCS (*Natural Color System*).

| | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  | <p>INTERVENTO: Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara</p> <p>PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767</p> | | |
| RELAZIONE TECNICA | | REV 0 | PAG 13 di 46 |



Design puramente indicativo di shelter ferroviario



Design puramente indicativo del padiglione di copertura scale

Sistema segnaletico

Le informazioni e i messaggi al pubblico sono veicolati attraverso un sistema segnaletico in grado di supportare le esigenze non solo di coloro che viaggiano, ma anche di quanti utilizzano gli spazi e i servizi connessi alla stazione ferroviaria.

La segnaletica messaggio fisso (segnaletica di direzione, identificazione, informazione, sicurezza e divieto) sarà integrata e completata prima dell'apertura al pubblico dei sottopassaggi e delle altre opere connesse e sarà conforme al Manuale RFI "Sistema segnaletico nelle Stazioni ferroviarie".

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  <p>Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | <p>INTERVENTO: Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara</p> <p>PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767</p> | | |
| RELAZIONE TECNICA | | REV 0 | PAG 14 di 46 |

Piazzale esterno: aree d'interscambio modale

In adiacenza alla nuova fermata è localizzata un'area per il parcheggio (auto, moto e biciclette), facilmente raggiungibili dall'impianto ferroviario. Per il dimensionamento, considerata l'inesistenza di standard urbanistici specifici per gli interscambi ed in mancanza di indicazioni da parte degli Enti Locali, si è utilizzato lo standard fissato dal DM n.1444 del 02.04.1968 per i nuovi insediamenti di carattere commerciale e direzionali, ovvero ogni 100 mq di superficie edificata lorda di pavimento 80 mq di superficie libera di cui almeno 40 mq di superficie per parcheggi (con esclusione della sede stradale).

Assimilando la superficie degli accessi (scale e rampe) e delle zone d'attesa (banchine) alla superficie edificata lorda di pavimento e aggiungendo, relativamente ai fabbricati presenti nell'impianto, quella prevista per i parcheggi privati (Legge 122/1989 art.2), che fissa 1 mq ogni 10 mc di costruzione, si è determinata l'area da destinare a parcheggi.

Per ogni posto macchina si devono considerare 27 mq comprensivi degli spazi di manovra.

Restano così determinati circa 900 mq di superficie da destinare a parcheggio (compresi gli spazi necessari alla viabilità interna e alla manovra).

4. RILEVATI STRADALI

I rilevati stradali sia che si impostino sul piano di campagna, o che si addossino a rilevati esistenti devono essere eseguiti utilizzando il **materiale da cava della tipologia prevista in Tariffa.**

Solo per i riempimenti potrà essere impiegato il materiale allo stato naturale escavato nel corso delle attività di costruzione, previa caratterizzazione del materiale stesso attraverso analisi chimiche e di laboratorio che ne attestino l'idoneità al riuso.

Le terre impiegate devono essere stese a strati adeguati ai mezzi di costipamento, ma comunque non superiore a 50cm per le terre dei gruppi A1 e A2-4 e non superiore a 30cm per le terre dei gruppi A2-5,A2-6,A2-7,A3 e A4. La provenienza e il tipo delle terre da impiegare devono essere preventivamente autorizzate dalle Ferrovie; non devono essere impiegate terre del gruppo A3 con coefficiente di disuniformità inferiore a 7. Su ciascuna sezione trasversale, i materiali impiegati per ciascuno strato devono essere dello stesso gruppo o sottogruppo. L'ultimo strato del rilevato va eseguito con terre idonee appartenenti ai gruppi di cui alla norma UNI EN ISO 14688-1 : 2003 ex

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  <p>Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologia</p> | <p>INTERVENTO: Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara</p> <p>PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767</p> | | |
| RELAZIONE TECNICA | | REV 0 | PAG 15 di 46 |

CNR-UNI 10006.

La superficie superiore degli strati deve avere la pendenza trasversale stabilita dalle Ferrovie e deve essere evitata la formazione di avvallamenti o solchi. Detta pendenza deve essere mantenuta durante il lavoro e il transito dei mezzi di cantiere, impiegando allo scopo le livellatrici e apposite squadre di operai. Le terre devono essere inumidite o essiccate mediante aereazione, fino ad ottenere l'umidità ottimale corrispondente alla densità massima rilevata dalle prove di compattazione. Nel caso di sospensione della costruzione del rilevato, alla ripresa del lavoro, il rilevato già eseguito deve essere ripulito dalle erbe e dalla vegetazione in genere che vi si fosse insediata; deve essere aereato, praticandovi, inoltre, dei solchi per il collegamento dei nuovi materiali con quelli prima impiegati, e devono essere ripetute le prove di controllo delle compattazione. Ogni strato deve essere costipato in modo da raggiungere in ogni punto la densità secca non inferiore al 90% della densità AASHO modificata di riferimento, prima di porre in opera un altro strato. Il valore del modulo di deformazione (Norma CNR-B.U. n.9) dovrà risultare non inferiore a 200daN/cm² su ciascuno strato per tutta la superficie dello strato stesso. Le terre del gruppo A6, dovranno avere indice di gruppo minore o uguale a 8 e saranno stese con spessore finito non superiore a 30cm.

In relazione alla difficoltà di ottenere i prescritti valori minimi della densità AASHO modificata e del modulo di deformazione, impiegando terre dei gruppi A2-6 e A2-7, il preventivo benessere per l'adozione delle stesse sarà condizionato all'esito favorevole di apposite prove geotecniche eseguite presso un laboratorio legalmente riconosciuto. L'Appaltatore deve, inoltre, in relazione alle caratteristiche dei terreni di base dei rilevati, programmare i lavori di costruzione dei rilevati stessi e gli eventuali provvedimenti di bonifica o di acceleramento del consolidamento del terreno di posa, in modo che possano essere ultimati in tempo utile a garantire che gli assestamenti residui siano non superiori al 10% dei cedimenti teorici e comunque inferiori a 5 cm.

5. DESCRIZIONE DELLE AZIONI DI PROGETTO

Per le verifiche strutturali vanno considerare, in generale, tutte le azioni previste nel D.M. 14.01.2008 (NTC) e nell'Istruzione RFI DTC-INC-PO SP IFS 001 A "Specifiche per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario":

| | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------------|
|  <p>RFI RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p> <p>Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | <p>INTERVENTO: Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara</p> <p>PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767</p> | | |
| <p>RELAZIONE TECNICA</p> | | <p>REV 0</p> | <p>PAG 16 di 46</p> |

Azioni Permanenti

- pesi propri (DEAD)
- carichi permanenti portati (PERM)
- spinta delle terre e idrauliche (SPT)

Azioni Variabili

- treni di carico (ACC-M) ed effetti dinamici
- avviamento frenatura (AVV)

Azioni Eccezionali

- urti

Azioni Indirette

- ritiro

Azioni Sismiche

- forze orizzontali e verticali (SISMA H/V)
- spinta sismica del terreno (SPS)

Le spinte sui piedritti degli scatolari in fase statica si determinano applicando un coefficiente di spinta $k_0=1-\sin\varphi'$, essendo φ' l'angolo di resistenza al taglio del terreno agente sui piedritti.

Per la determinazione dei parametri geotecnici caratteristici di rilevati esistenti o terreni in situ ci si avvarrà delle risultanze delle prove e delle analisi necessarie per la caratterizzazione geotecnica dei terreni in cui sono ubicate le opere. Tali valori saranno desunti dall'elaborato "Relazione geologica a caratterizzazione geotecnica".

In prima fase, salvo più accurate determinazioni, per le caratteristiche tipiche dei rilevati ferroviari si possono assumere i seguenti valori teorici dei parametri geotecnici (cfr. CAP. 4.2 "Azioni" alle Istruzione 44G RFI DTC-ICI-PO SP INF 007 A "Istruzioni per l'applicazioni delle norme tecniche per le costruzioni di cui al DM 14.01.2008 alla progettazione geotecnica delle opere ferroviarie"):

- peso di volume $\gamma = 20 \text{ kN/mc}$
- angolo di attrito $\varphi' = 38^\circ$;
- coesione efficace $c' = 0$.

Le azioni dovute all'effetto del sisma vanno valutate mediante analisi pseudostatiche; in particolare le spinte delle terre possono determinarsi con la teoria di Wood, secondo la quale la risultante

| | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  <p>Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologia</p> | <p>INTERVENTO: Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara</p> <p>PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767</p> | | |
| RELAZIONE TECNICA | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">REV 0</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">PAG 17 di 46</td> </tr> </table> | REV 0 | PAG 17 di 46 |
| REV 0 | PAG 17 di 46 | | |

dell'incremento di spinta sismico su una parete di altezza H viene determinato con la seguente espressione:

$$\Delta SE = (a_{max}/g) \cdot \gamma \cdot H^2$$

La risultante sarà applicata ad un'altezza pari ad H/2 e sarà considerata agente su uno solo dei piedritti dell'opera. Si può trascurare la forza d'inerzia agente sulla fondazione, mentre le forze d'inerzia della metà superiore dei piedritti vanno riportate in corrispondenza del solettone superiore. Ad ogni modo a vantaggio di sicurezza la paratia di micropali prevista per il sostegno del terreno durante la costruzione in opera del monolite è in grado di ridurre sensibilmente la spinte del terreno sul monolite sia in fase di esercizio (transito del treno) che durante il sisma.

Negli scatolari interrati possono considerarsi trascurabili gli effetti dovuti alle variazioni termiche. Avendo gli scatolari dei ricoprimenti $\leq 1,00m$ i coefficienti dinamici non vanno ridotti.

Le azioni sulle **opere di sostegno** vanno valutate come descritto nella NTC e nella Circolare esplicativa, sia per quanto riguarda la fase statica che quella sismica. Nel valutare il sovraccarico a tergo di un'opera di sostegno si farà riferimento a quanto riportato al § 2 delle NTC.

In condizioni sismiche, nelle analisi eseguite con il metodo pseudostatico, i valori dei coefficienti sismici orizzontali e verticali, nelle verifiche allo stato limite ultimo, possono essere assunti come definito al § 7.11.6.2.1 delle NTC anche per i muri su pali, con l'avvertenza di sostituire le relazioni 7.11.6 e 7.11.7 con le espressioni di seguito riportate:

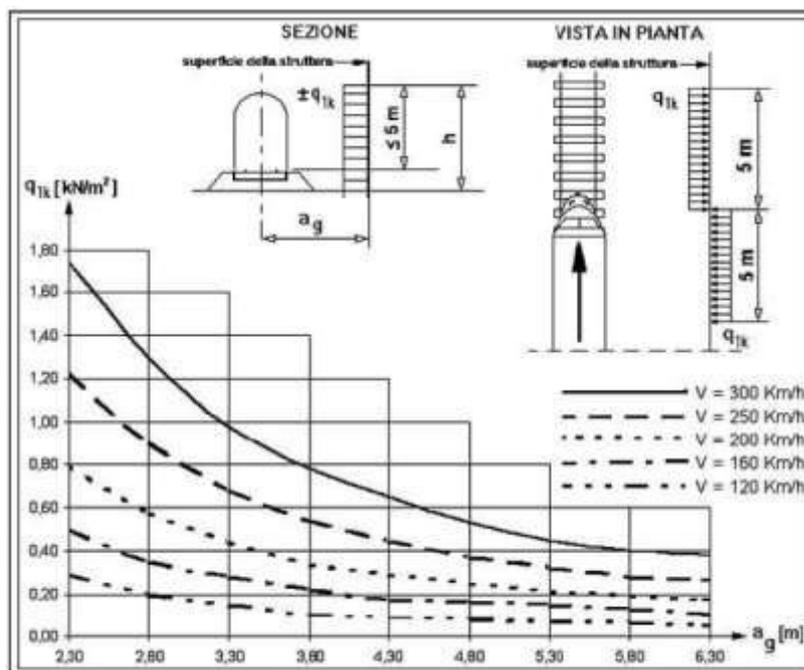
$$k_h = 2 \cdot \beta_m \cdot S_T \cdot S_s \cdot \frac{a_g}{g} \qquad k_v = \frac{1}{2} \cdot k_h$$

Avvertenze sugli aspetti strutturali

Tutte le strutture e relative fondazioni collocate in prossimità dei binari sono soggette anche ai carichi dovuti al passaggio a velocità elevate di convogli ferroviari. Tutti i manufatti prossimi al binario devono garantire un corretto ancoraggio a terra dei manufatti che tenga conto, oltre che ai carichi usuali, anche alle sollecitazioni dovute al passaggio del treno in corsa. Anche le pannellature vetrate o di altro materiale dovranno essere verificate con criteri ferroviari.

Le NTC al § 5.2.2.7 prescrivono le modalità di calcolo per effetti aerodinamici associati al passaggio di convogli ferroviari sulle superfici verticali e/o orizzontali (ad ex. coperture delle scale).

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  <p>RFI RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p> <p>Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | <p>INTERVENTO: Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara</p> <p>PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767</p> | | |
| RELAZIONE TECNICA | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">REV 0</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">PAG 18 di 46</td> </tr> </table> | REV 0 | PAG 18 di 46 |
| REV 0 | PAG 18 di 46 | | |



Valori caratteristici delle azioni q_k per superfici verticali parallele al binario

6. CRITERI DI VERIFICA E REQUISITI DI SICUREZZA

Requisiti nei confronti degli Stati Limite

Sotto l'effetto delle azioni sismiche definite nel § 3.2 (delle NTC), deve essere garantito il rispetto degli stati limite ultimi e di esercizio, quali definiti al § 3.2.1 ed individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo il volume significativo di terreno, le strutture di fondazione, gli elementi strutturali, gli elementi non strutturali, gli impianti.

Le verifiche di sicurezza da effettuare sono riepilogate in funzione della Classe d'uso nella successiva Tab. C7.1.I, in cui si fa riferimento anche al paragrafo che nelle NTC disciplina ciascuna verifica. A riguardo, si evidenzia che le verifiche allo SLC devono essere effettuate di necessità sulle sole costruzioni provviste di isolamento sismico.

| | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  <p>RFI RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p> <p>Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | <p>INTERVENTO: Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara</p> <p>PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767</p> | | |
| RELAZIONE TECNICA | <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">REV 0</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">PAG 19 di 46</td> </tr> </table> | REV 0 | PAG 19 di 46 |
| REV 0 | PAG 19 di 46 | | |

Tabella C7.1.1 - Verifiche di sicurezza in funzione della Classe d'uso.

| SL | Descrizione della prestazione | Riferimento Norme | Classe d'uso | | | |
|-----|--------------------------------------------------------------------------|----------------------|--------------|----|-----|----|
| | | | I | II | III | IV |
| SLO | Contenimento del danno degli elementi non strutturali | § 7.3.7.2 | | | x | x |
| | Funzionalità degli impianti | § 7.3.7.3 | | | x | x |
| SLD | Resistenza degli elementi strutturali | § 7.3.7.1 | | | x | x |
| | Contenimento del danno degli elementi non strutturali | § 7.3.7.2 | x | x | | |
| | Contenimento delle deformazioni del sistema fondazione-terreno | § 7.11.5.3 | x | x | x | x |
| | Contenimento degli spostamenti permanenti dei muri di sostegno | § 7.11.6.2.2 | x | x | x | x |
| SLV | Assenza di martellamento tra strutture contigue | § 7.2.2 | x | x | x | x |
| | Resistenza delle strutture | § 7.3.6.1 | x | x | x | x |
| | Duttilità delle strutture | § 7.3.6.2 | x | x | x | x |
| | Assenza di collasso fragile ed espulsione di elementi non strutturali | § 7.3.6.3 | x | x | x | x |
| | Resistenza dei sostegni e collegamenti degli impianti | § 7.3.6.3 | x | x | x | x |
| | Stabilità del sito | § 7.11.3 | x | x | x | x |
| | Stabilità dei fronti di scavo e dei rilevati | § 7.11.4 | x | x | x | x |
| | Resistenza del sistema fondazione-terreno | § 7.11.5.3 | x | x | x | x |
| | Stabilità dei muri di sostegno | § 7.11.6.2.2 | x | x | x | x |
| | Stabilità delle paratie | § 7.11.6.3.2 | x | x | x | x |
| | Resistenza e stabilità dei sistemi di contrasto e degli ancoraggi | § 7.11.6.4.2 | x | x | x | x |
| SLC | Resistenza dei dispositivi di vincolo temporaneo tra costruzioni isolate | § 7.2.1 | x | x | x | x |
| | Capacità di spostamento degli isolatori | § 7.10.6.2.2 | x | x | x | x |

Verifiche agli stati limite ultimi (SLU)

Per ogni stato limite ultimo deve essere rispettata la condizione (6.2.1) delle NTC.

La verifica della suddetta condizione deve essere effettuata impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (A1 e A2), per i parametri geotecnici (M1 e M2) e per le resistenze (R1, R2 e R3).

| | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------------|
|  <p>RFI RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p> <p>Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | <p>INTERVENTO: Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara</p> <p>PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767</p> | | |
| <p>RELAZIONE TECNICA</p> | | <p>REV 0</p> | <p>PAG 20 di 46</p> |

I diversi gruppi di coefficienti di sicurezza parziali sono scelti nell'ambito di due approcci progettuali distinti e alternativi.

Nel primo approccio progettuale (Approccio 1) sono previste due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti: la prima combinazione è generalmente più severa nei confronti del dimensionamento strutturale delle opere a contatto con il terreno, mentre la seconda combinazione è generalmente più severa nei riguardi del dimensionamento geotecnico.

Nel secondo approccio progettuale (Approccio 2) è prevista un'unica combinazione di gruppi di coefficienti, da adottare sia nelle verifiche strutturali sia nelle verifiche geotecniche.

I coefficienti parziali γ_F relativi alle azioni sono indicati nella Tab. 6.2.I. Ad essi deve essere fatto riferimento con le precisazioni riportate nel § 2.6.1 delle NTC. Si deve comunque intendere che il terreno e l'acqua costituiscono carichi permanenti (strutturali) quando, nella modellazione utilizzata, contribuiscono al comportamento dell'opera con le loro caratteristiche di peso, resistenza e rigidità.

La tabella 6.2.I delle NTC si applica per il calcolo di opere limitrofe, accessorie o sovrappassanti la linea ferroviaria, quali le opere di sostegno e i fabbricati di servizio. Al contrario per la verifica geotecnica dei sottopassi la tabella 6.2.I. è sostituita, tutte le volte che viene richiamata, dalla tabella 5.2.V. contenuta nelle stesse NTC.

Analogamente, si deve fare riferimento ai coefficienti $\psi_{i,j}$ definiti nelle tabelle 5.2.VI e 5.2.VII.

Le tre tabelle sono riportate nel seguito.

| | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  <p>Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologia</p> | <p>INTERVENTO: Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara</p> <p>PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767</p> | | |
| RELAZIONE TECNICA | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">REV 0</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">PAG 21 di 46</td> </tr> </table> | REV 0 | PAG 21 di 46 |
| REV 0 | PAG 21 di 46 | | |

Tabella 5.2.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU, eccezionali e sismica

| | | Coefficiente | EQU ⁽¹⁾ | A1 STR | A2 GEO | Combinazione eccezionale | Combinazione Sismica |
|---------------------------------------------------|-------------|---------------|---------------------|---------------------|--------|--------------------------|----------------------|
| Carichi permanenti | favorevoli | γ_{G1} | 0,90 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| | sfavorevoli | | 1,10 | 1,35 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾ | favorevoli | γ_{G2} | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 1,00 |
| | sfavorevoli | | 1,50 | 1,50 | 1,30 | 1,00 | 1,00 |
| Ballast ⁽³⁾ | favorevoli | γ_B | 0,90 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| | sfavorevoli | | 1,50 | 1,50 | 1,30 | 1,00 | 1,00 |
| Carichi variabili da traffico ⁽⁴⁾ | favorevoli | γ_Q | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | sfavorevoli | | 1,45 | 1,45 | 1,25 | 0,20 ⁽⁵⁾ | 0,20 ⁽⁵⁾ |
| Carichi variabili | favorevoli | γ_{Qi} | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | sfavorevoli | | 1,50 | 1,50 | 1,30 | 1,00 | 0,00 |
| Precompressione | favorevole | γ_p | 0,90 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| | sfavorevole | | 1,00 ⁽⁶⁾ | 1,00 ⁽⁷⁾ | 1,00 | 1,00 | 1,00 |

⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.
⁽²⁾ Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.
⁽³⁾ Quando si prevedano variazioni significative del carico dovuto al ballast, se ne dovrà tener conto esplicitamente nelle verifiche.
⁽⁴⁾ Le componenti delle azioni da traffico sono introdotte in combinazione considerando uno dei gruppi di carico gr della Tab. 5.2.IV.
⁽⁵⁾ Aliquota di carico da traffico da considerare.
⁽⁶⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna
⁽⁷⁾ 1,20 per effetti locali

Nella Tab. 5.2.V il significato dei simboli è il seguente:

- γ_{G1} coefficiente parziale del peso proprio della struttura, del terreno e dell'acqua, quando pertinente;
- γ_{G2} coefficiente parziale dei pesi propri degli elementi non strutturali;
- γ_B coefficiente parziale del peso proprio del ballast;
- γ_Q coefficiente parziale delle azioni variabili da traffico;
- γ_{Qi} coefficiente parziale delle azioni variabili.

| | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  <p>RFI RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p> <p>Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | <p>INTERVENTO: Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara</p> <p>PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767</p> | | |
| | RELAZIONE TECNICA | REV 0 | PAG 22 di 46 |

Tabella 5.2.VI - Coefficienti di combinazione ψ delle azioni.

| Azioni | | ψ_0 | ψ_1 | ψ_2 |
|----------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------|---------------------|----------|
| Azioni singole da traffico | Carico sul rilevato a tergo delle spalle | 0,80 | 0,50 | 0,0 |
| | Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli | 0,80 | 0,50 | 0,0 |
| Gruppi di carico | ψ_{r1} | 0,80 ⁽²⁾ | 0,80 ⁽¹⁾ | 0,0 |
| | ψ_{r2} | 0,80 ⁽²⁾ | 0,80 ⁽¹⁾ | - |
| | ψ_{r3} | 0,80 ⁽²⁾ | 0,80 ⁽¹⁾ | 0,0 |
| | ψ_{r4} | 1,00 | 1,00 ⁽¹⁾ | 0,0 |
| Azioni del vento | F_{Wk} | 0,60 | 0,50 | 0,0 |
| Azioni da neve | in fase di esecuzione | 0,80 | 0,0 | 0,0 |
| | SLU e SLE | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Azioni termiche | T_k | 0,60 | 0,60 | 0,50 |

(1) 0,80 se è carico solo un binario, 0,60 se sono carichi due binari e 0,40 se sono carichi tre o più binari.

(2) Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti ψ_0 relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

Tabella 5.2.VII - Ulteriori coefficienti di combinazione ψ delle azioni.

| | Azioni | ψ_0 | ψ_1 | ψ_2 |
|----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|----------------|----------------|
| Azioni singole da traffico | Treno di carico LM 71 | 0,80 ⁽³⁾ | ⁽¹⁾ | 0,0 |
| | Treno di carico SW /0 | 0,80 ⁽³⁾ | 0,80 | 0,0 |
| | Treno di carico SW/2 | 0,0 ⁽³⁾ | 0,80 | 0,0 |
| | Treno scarico | 1,00 ⁽³⁾ | - | - |
| | Centrifuga | ⁽²⁾ ⁽³⁾ | ⁽²⁾ | ⁽²⁾ |
| | Azione laterale (serpeggio) | 1,00 ⁽³⁾ | 0,80 | 0,0 |

(1) 0,80 se è carico solo un binario, 0,60 se sono carichi due binari e 0,40 se sono carichi tre o più binari.

(2) Si usano gli stessi coefficienti ψ adottati per i carichi che provocano dette azioni.

(3) Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti ψ_0 relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

La modalità di combinazione dell'azione sismica con le altre azioni è definita nel par. 3.2.4 delle NTC che si riporta nel seguito: nel caso delle costruzioni civili e industriali le verifiche agli stati limite ultimi o di esercizio devono essere effettuate per la combinazione dell'azione sismica con le altre azioni già fornita in § 2.5.3 e che qui si riporta:

$$G1+G2+P+E+\sum \psi_{2j} \cdot Q_{kj}$$

Le masse da considerare nella valutazione delle azioni sismiche sono definite nel par. 3.2.4 delle NTC che si riporta nel seguito: gli effetti dell'azione sismica si valutano tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

| | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  <p>Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | <p>INTERVENTO: Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara</p> <p>PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767</p> | | |
| RELAZIONE TECNICA | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">REV 0</td> <td style="text-align: center;">PAG 23 di 46</td> </tr> </table> | REV 0 | PAG 23 di 46 |
| REV 0 | PAG 23 di 46 | | |

$$G1+G2+\sum \psi_{2j} \cdot Q_{kj}$$

Nell'espressione precedente si assume per i carichi dovuti al transito dei convogli $\psi_{2j} = 0.2$, quando rilevante.

Ai fini delle verifiche delle opere con ricoprimento superiore a 0,80m (distanza tra piano ferro-estradosso soletta superiore), sia agli SLU che agli SLE, la larghezza di ripartizione dei carichi dovuti ai convogli ferroviari al livello del piano di regolamento è pari alla larghezza della traversa più la larghezza dovuta alla diffusione del carico all'interno del ballast. Quest'ultima è assunta pari a 45° su un'altezza di 40cm, senza tenere conto della presenza o meno di curve. All'interno del rilevato la ripartizione può proseguire con un angolo di diffusione pari all'angolo di attrito interno del terreno. A seconda dei casi, al fine di massimizzare l'effetto delle azioni, sono considerati i treni di carico previsti per il calcolo dei ponti ferroviari, comprensivi dell'amplificazione dovuta al coefficiente α .

Per i muri di sostegno si adotta un incremento dinamico pari a 1.

Ove non si eseguano valutazioni più dettagliate, la determinazione dei carichi permanenti portati relativi al peso della massicciata e dell'armamento potrà effettuarsi assumendo, convenzionalmente, sia per linee in rettilineo che per linee in curva, un peso di volume pari a 18,0kN/mc applicato su tutta la larghezza dell'impronta del ballast, per una altezza media fra piano del ferro ed estradosso subballast pari a 0,80m.

Le paratie, non essendo realizzate su pendii, sono dimensionate omettendo la verifica di stabilità globale del complesso opera-terreno.

Alle pareti delle rampe (paratie di pali) è conferita una rigidità tale da non richiedere di valutare le caratteristiche sforzo deformazioni del terreno.

Verifiche degli stati limite idraulici

Vista l'ambito in cui vengono realizzate le opere e la dimensione dei sottopassi è stata omessa la verifica nei confronti degli stati limite di sollevamento o di sifonamento. Per tali verifiche saranno utilizzate le tabelle 6.2.III e 6.2.IV

Verifiche di esercizio (SLE)

Le verifiche strutturali agli Stati Limite di Esercizio sono condotte secondo quanto riportato nell'Istruzione RFI DTC-ICI-POSPINF001A "Istruzioni per la progettazione e l'esecuzione dei

| | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  <p>Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | <p>INTERVENTO: Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara</p> <p>PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767</p> | | |
| RELAZIONE TECNICA | <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="text-align: center;">REV 0</td> <td style="text-align: center;">PAG 24 di 46</td> </tr> </table> | REV 0 | PAG 24 di 46 |
| REV 0 | PAG 24 di 46 | | |

ponti ferroviari”, con particolare riferimento al § 1.8.3.2.1 per i valori limite delle tensioni ed al § 1.8.3.2.4 per le verifiche a fessurazione.

In fase sismica, allo Stato Limite di Danno, le verifiche a fessurazione non vanno eseguite.

Stabilità nei confronti della liquefazione

Visto l'ambito in cui vengono realizzate le opere e la dimensione dei sottopassi e sottovia è stata omessa la verifica nei confronti della liquefazione, intendendo con tale termine quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate.

7. PRESTAZIONI ATTESE DALLA COSTRUZIONE

Per la definizione della vita nominale e della classe d'uso da assegnare ad ogni singolo manufatto facente parte di un'infrastruttura ferroviaria sono definite da Ferrovie, secondo i seguenti parametri:

| TIPO DI COSTRUZIONE | Vita nominale (Vn) | Classe d'uso | Coeff. d'uso (Cu) |
|-----------------------------------------------------|--------------------|--------------|-------------------|
| Opere nuove su infrastrutture ferroviarie esistenti | 75 anni | C II | 1,0 |

Con riferimento alla nuova classificazione sismica del territorio nazionale, ai fini del calcolo dell'azione sismica secondo l'Istruzione Ponti RFI DTC INC PO SP IFS 001 A viene assegnata all'opera una vita nominale $V_n \geq 75$ anni ed una Classe d'uso II ($C_u = 1$);

segue un periodo di riferimento $V_r = V_n * C_u = 75$ anni.

A seguito di tale assunzione si ottiene allo stato limite ultimo SLV in funzione della Latitudine e Longitudine del sito in esame un valore dell'accelerazione pari a $a_g = 0.25$ g.

In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale, l'accelerazione massima può essere valutata con la relazione:

$$a_{max} = S * a = S_s * S_t * a_g$$

| | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  <p>Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | <p>INTERVENTO: Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara</p> <p>PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767</p> | | |
| RELAZIONE TECNICA | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">REV 0</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">PAG 25 di 46</td> </tr> </table> | REV 0 | PAG 25 di 46 |
| REV 0 | PAG 25 di 46 | | |

dove assumendo un terreno di tipo C (categoria sottosuolo) ed in base al fattore di amplificazione del sito F0 si ottiene:

$S_s=1.35$ Coefficiente di amplificazione stratigrafica

$S_T=1$ (categoria topografica T1)

ne deriva che:

$$a_{max}=0.335g$$

$$k_h = a_{max}/g = 0.335$$

$$k_v = \pm 0,5 \times k_h = 0.168$$

Il modello di calcolo attraverso cui viene schematizzata il monolite è quello di telaio chiuso con trave di fondazione su letto di molle alla Winkler. Il calcolo può essere effettuato per una profondità dell'opera pari a 1,00m.

Ai fini delle verifiche degli stati limite si riportano per comodità le combinazioni delle azioni riportate nella normativa ponti alla quale è possibile fare riferimento per la simbologia adottata:

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma G1 \cdot G1 + \gamma G2 \cdot G2 + \gamma P \cdot P + \gamma Q1 \cdot Qk1 + \gamma Q2 \cdot \psi 02 \cdot Qk2 + \gamma Q3 \cdot \psi 03 \cdot Qk3 + \dots$$

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G1 + G2 + P + Qk1 + \psi 02 \cdot Qk2 + \psi 03 \cdot Qk3 + \dots$$

- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili utilizzata nella verifica a Fessurazione:

$$G1 + G2 + P + \psi 11 \cdot Qk1 + \psi 22 \cdot Qk2 + \psi 23 \cdot Qk3 + \dots$$

- Combinazione quasi permanente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) a lungo termine:

$$G1 + G2 + P + \psi 21 \cdot Qk1 + \psi 22 \cdot Qk2 + \psi 23 \cdot Qk3 + \dots$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

$$E + G1 + G2 + P + \psi 21 \cdot Qk1 + \psi 22 \cdot Qk2 + \dots$$

dove: $E = \pm 1.00 \times EY \pm 0.3 \times EZ$ oppure $E = \pm 0.30 \times EY \pm 1.00 \times EZ$

| | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  <p>RFI RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p> <p>Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | <p>INTERVENTO: Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara</p> <p>PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767</p> | | |
| RELAZIONE TECNICA | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">REV 0</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">PAG 26 di 46</td> </tr> </table> | REV 0 | PAG 26 di 46 |
| REV 0 | PAG 26 di 46 | | |

avendo indicato con EY e EZ rispettivamente le componenti orizzontale e verticale dell'azione sismica.

Per le verifiche delle opere strutturali che insistono sulle fermate la determinazione dell'entità e della distribuzione dei sovraccarichi variabili fa riferimento alla cat. C3 della tabella delle NTC (stazioni ferroviarie).

Tabella 3.1.II – Valori dei carichi d'esercizio per le diverse categorie di edifici

| Cat. | Ambienti | q_k [kN/m ²] | Q_k [kN] | H_k [kN/m] |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|----------------------|------------------------------------------------|
| A | Ambienti ad uso residenziale. Sono compresi in questa categoria i locali di abitazione e relativi servizi, gli alberghi. (ad esclusione delle aree suscettibili di affollamento) | 2,00 | 2,00 | 1,00 |
| B | Uffici. Cat. B1 Uffici non aperti al pubblico Cat. B2 Uffici aperti al pubblico | 2,00 3,00 | 2,00 2,00 | 1,00 1,00 |
| C | Ambienti suscettibili di affollamento Cat. C1 Ospedali, ristoranti, caffè, banche, scuole Cat. C2 Balconi, ballatoi e scale comuni, sale convegni, cinema, teatri, chiese, tribune con posti fissi Cat. C3 Ambienti privi di ostacoli per il libero movimento delle persone, quali musei, sale per esposizioni, stazioni ferroviarie, sale da ballo, palestre, tribune libere, edifici per eventi pubblici, sale da concerto, palazzetti per lo sport e relative tribune | 3,00 4,00 5,00 | 2,00 4,00 5,00 | 1,00 2,00 3,00 |
| D | Ambienti ad uso commerciale. Cat. D1 Negozi Cat. D2 Centri commerciali, mercati, grandi magazzini, librerie... | 4,00 5,00 | 4,00 5,00 | 2,00 2,00 |
| E | Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale. Cat. E1 Biblioteche, archivi, magazzini, depositi, laboratori manifatturieri Cat. E2 Ambienti ad uso industriale, da valutarsi caso per caso | ≥ 6,00 — | 6,00 — | 1,00* — |
| F-G | Rimesse e parcheggi. Cat. F Rimesse e parcheggi per il transito di automezzi di peso a pieno carico fino a 30 kN Cat. G Rimesse e parcheggi per transito di automezzi di peso a pieno carico superiore a 30 kN: da valutarsi caso per caso | 2,50 — | 2 x 10,00 — | 1,00** — |
| H | Coperture e sottotetti Cat. H1 Coperture e sottotetti accessibili per sola manutenzione Cat. H2 Coperture praticabili Cat. H3 Coperture speciali (impianti, eliporti, altri) da valutarsi caso per caso | 0,50 — — | 1,20 — — | 1,00 secondo categoria di appartenenza — |
| * non comprende le azioni orizzontali eventualmente esercitate dai materiali immagazzinati | | | | |
| ** per i soli parapetti o partizioni nelle zone pedonali. Le azioni sulle barriere esercitate dagli automezzi dovranno essere valutate caso per caso | | | | |

| | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  <p>Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | <p>INTERVENTO: Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara</p> <p>PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767</p> | | |
| RELAZIONE TECNICA | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">REV 0</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">PAG 27 di 46</td> </tr> </table> | REV 0 | PAG 27 di 46 |
| REV 0 | PAG 27 di 46 | | |

Gli effetti dei carichi verticali, dovuti alla presenza dei convogli, vengono sempre combinati con le altre azioni derivanti dal traffico ferroviario, adottando i coefficienti di cui alla Tabella 5.2.IV del le NTC di seguito riportata, in particolare, per ogni gruppo viene individuata una azione dominante che verrà considerata per intero; per le altre azioni, vengono definiti diversi coefficienti di combinazione. Ogni gruppo massimizza una particolare condizione alla quale la struttura dovrà essere verificata.

Tabella 5.2.III - Carichi mobili in funzione del numero di binari presenti sul ponte

| Numero di binari | Binari Carichi | Traffico normale | | Traffico pesante ⁽²⁾ |
|------------------|----------------|-----------------------|------------------------|---------------------------------|
| | | caso a ⁽¹⁾ | caso b ⁽¹⁾ | |
| 1 | Primo | 1,0 (LM 71''+"SW/0'') | - | 1,0 SW/2 |
| 2 | Primo | 1,0 (LM 71''+"SW/0'') | - | 1,0 SW/2 |
| | secondo | 1,0 (LM 71''+"SW/0'') | - | 1,0 (LM 71''+"SW/0'') |
| ≥ 3 | Primo | 1,0 (LM 71''+"SW/0'') | 0,75 (LM 71''+"SW/0'') | 1,0 SW/2 |
| | secondo | 1,0 (LM 71''+"SW/0'') | 0,75 (LM 71''+"SW/0'') | 1,0 (LM 71''+"SW/0'') |
| | Altri | - | 0,75 (LM 71''+"SW/0'') | - |

| | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-----------------------------|
|  Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie | INTERVENTO: Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | | |
| | RELAZIONE TECNICA | | REV 0 PAG 28 di 46 |

Tabella 5.2.IV – Valutazione dei carichi da traffico (da DM 14/01/2008)

| TIPO DI CARICO | Azioni verticali | | Azioni orizzontali | | | COMMENTI |
|-----------------|----------------------|---------------|-------------------------|----------------|----------------|-------------------------------------|
| | Carico Verticale (1) | Treno Scarico | Frenatura ed Avviamento | Centrifuga | Serpeggio | |
| Gruppo 1 (2) | 1.0 | - | 0.5 (0.0) | 1.0 (0.0) | 1.0 (0.0) | massima azione verticale e laterale |
| Gruppo 2 (2) | - | 1.0 | 0.0 | 1.0 (0.0) | 1.0 (0.0) | stabilità laterale |
| Gruppo 3 (2) | 1.0 (0.5) | - | 1.0 | 0.5 (0.0) | 0.5 (0.0) | massima azione longitudinale |
| Gruppo 4 | 0.8 (0.6; 0.4) | - | 0.8 (0.6; 0.4) | 0.8 (0.6; 0.4) | 0.8 (0.6; 0.4) | fessurazione |

Azione dominante

(1) Includendo tutti i fattori ad essi relativi (Φ, α , ecc..)

(2) La simultaneità di due o tre valori caratteristici interi (assunzione di diversi coefficienti pari ad 1), sebbene improbabile, è stata considerata come semplificazione per i gruppi di carico 1, 2, 3 senza che ciò abbia significative conseguenze progettuali.

Nelle tabelle sopra riportate è indicato un coefficiente per gli effetti a sfavore di sicurezza e, tra parentesi, un coefficiente, minore del precedente, per gli effetti a favore di sicurezza.

In fase di combinazione, ai fini delle verifiche degli SLU e SLE per la verifica delle tensioni, si sono considerati i soli Gruppo 1 e 3, mentre per la verifica a fessurazione è stato utilizzato il Gruppo 4. Nella tabella 5.2.III vengono riportati i carichi da utilizzare in caso di impalcati con due, tre o più binari caricati.

I Gruppi definiscono le azioni che nelle diverse combinazioni sono generalmente definite come Q_{ki} . I coefficienti di amplificazione dei carichi γ e i coefficienti di combinazione ψ sono riportati nelle tabelle seguenti.

In particolare nel calcolo della struttura scatolare si fa riferimento alla combinazione A1 STR.

| | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  <p>RFI RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p> <p>Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | <p>INTERVENTO: Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara</p> <p>PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767</p> | | |
| RELAZIONE TECNICA | <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="text-align: center;">REV 0</td> <td style="text-align: center;">PAG 29 di 46</td> </tr> </table> | REV 0 | PAG 29 di 46 |
| REV 0 | PAG 29 di 46 | | |

Tabella 5.2.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU, eccezionali e sismica (da DM 14/01/2008)

| | | Coefficiente | EQU ⁽¹⁾ | A1 STR | A2 GEO | Combinazione eccezionale | Combinazione Sismica |
|---------------------------------------------------|-------------|---------------|---------------------|---------------------|--------|--------------------------|----------------------|
| Carichi permanenti | favorevoli | γ_{G1} | 0,90 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| | sfavorevoli | | 1,10 | 1,35 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾ | favorevoli | γ_{G2} | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 1,00 |
| | sfavorevoli | | 1,50 | 1,50 | 1,30 | 1,00 | 1,00 |
| Ballast ⁽³⁾ | favorevoli | γ_B | 0,90 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| | sfavorevoli | | 1,50 | 1,50 | 1,30 | 1,00 | 1,00 |
| Carichi variabili da traffico ⁽⁴⁾ | favorevoli | γ_Q | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | sfavorevoli | | 1,45 | 1,45 | 1,25 | 0,20 ⁽⁵⁾ | 0,20 ⁽⁵⁾ |
| Carichi variabili | favorevoli | γ_{Qi} | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | sfavorevoli | | 1,50 | 1,50 | 1,30 | 1,00 | 0,00 |
| Precompressione | favorevole | γ_P | 0,90 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| | sfavorevole | | 1,00 ⁽⁶⁾ | 1,00 ⁽⁷⁾ | 1,00 | 1,00 | 1,00 |

(1) Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.

(2) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

(3) Quando si prevedano variazioni significative del carico dovuto al ballast, se ne dovrà tener conto esplicitamente nelle verifiche.

(4) Le componenti delle azioni da traffico sono introdotte in combinazione considerando uno dei gruppi di carico gr della Tab. 5.2.IV.

(5) Aliquota di carico da traffico da considerare.

(6) 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna

(7) 1,20 per effetti locali

Nella combinazione sismica le azioni indotte dal traffico ferroviario sono combinate con un coefficiente $\psi_2=0.2$ (punto 3.2.4 delle NTC) coerentemente con l'aliquota di massa afferente ai carichi da traffico.

| | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie | INTERVENTO: Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara | | |
| | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | | |
| RELAZIONE TECNICA | | REV 0 | PAG 30 di 46 |

8. CALCESTRUZZO

Controlli di qualità del calcestruzzo

Il calcestruzzo va prodotto in regime di controllo di qualità, con lo scopo di garantire che rispetti le prescrizioni definite in sede di progetto. Il controllo si articola nelle seguenti fasi:

- Valutazione preliminare della resistenza: serve a determinare, prima dell'inizio della costruzione delle opere, la miscela per produrre il calcestruzzo con la resistenza caratteristica di progetto.
- Controllo di produzione: riguarda il controllo da eseguire sul calcestruzzo durante la produzione del calcestruzzo stesso.
- Controllo di accettazione: riguarda il controllo da eseguire sul calcestruzzo prodotto durante l'esecuzione dell'opera, con prelievo effettuato contestualmente al getto dei relativi elementi strutturali.
- Prove complementari: Sono prove che vengono eseguite, ove necessario, a complemento delle prove di accettazione.

Le prove di accettazione e le eventuali prove complementari, sono eseguite e certificate dai laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

Prescrizioni per il calcestruzzo

La classe di resistenza è contraddistinta dai valori caratteristici delle resistenze cubica R_{ck} e cilindrica f_{ck} a compressione uniassiale, misurate su provini normalizzati e cioè rispettivamente su cilindri di diametro 150 mm e di altezza 300 mm e su cubi di spigolo 150 mm. Al fine delle verifiche sperimentali i provini prismatici di base 150x150 mm e di altezza 300 mm sono equiparati ai cilindri di cui sopra.

Per la realizzazione di opere di sostegno profonde (pali) viene utilizzato calcestruzzo **C (25/30)**.

Le caratteristiche principali del cls C(25/30) sono le seguenti:

| | |
|------------------------------------|----------------------|
| CLASSE DI RESISTENZA | C 25/30 |
| Resistenza caratteristica R_{ck} | 30 N/mm ² |

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  <p>RFI RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p> <p>Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | <p>INTERVENTO: Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara</p> <p>PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767</p> | | |
| RELAZIONE TECNICA | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">REV 0</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">PAG 31 di 46</td> </tr> </table> | REV 0 | PAG 31 di 46 |
| REV 0 | PAG 31 di 46 | | |

| | |
|--------------------------------|-------------------------|
| Resistenza caratteristica fck | 25 N/mm ² |
| CLASSE DI CONSISTENZA al getto | S4 (slump 16 - 20 cm) |
| CLASSE DI ESPOSIZIONE | XC2 (pali) |
| a/c .. | <=0,60 |
| CEMENTO. | CEM II/A-L 42.5 R |

Per la realizzazione di muri di sostegno lungo le rampe viene utilizzato calcestruzzo **C (28/35)**.

Le caratteristiche principali del cls C(28/35) sono le seguenti:

| | |
|--------------------------------|-------------------------|
| CLASSE DI RESISTENZA | C 28/35 |
| Resistenza caratteristica Rck | 35 N/mm ² |
| Resistenza caratteristica fck | 28 N/mm ² |
| CLASSE DI CONSISTENZA al getto | S4 (slump 16 - 20 cm) |
| CLASSE DI ESPOSIZIONE | XC3 (Muro di sostegno) |
| a/c .. | <=0,60 |
| CEMENTO. | CEM II/A-L 42.5 R |

Per la realizzazione degli scatolari viene utilizzato calcestruzzo **C (32/40)**.

Le caratteristiche principali del cls C(32/40) sono le seguenti:

| | |
|--------------------------------|-------------------------|
| CLASSE DI RESISTENZA | C 32/40 |
| Resistenza caratteristica Rck | 40 N/mm ² |
| Resistenza caratteristica fck | 32 N/mm ² |
| CLASSE DI CONSISTENZA al getto | S4 (slump 16 - 20 cm) |
| CLASSE DI ESPOSIZIONE | XC3 (scatolare) |

| | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie | INTERVENTO: Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara | | |
| | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | | |
| RELAZIONE TECNICA | | REV 0 | PAG 32 di 46 |

a/c ..

$\leq 0,49$

CEMENTO.

CEM II/A-L 42.5 R

Prescrizioni per l'impresa

- ADOTTARE DISTANZIATORI conformi alla realizzazione di un copriferro con spessore di almeno 25 mm, in accordo all'Eurocodice 2 con riferimento alla classe di esposizione e al tipo di struttura (armata o precompressa)
- STAGIONARE ad umido le superfici del CLS per almeno 3 giorni dal getto con membrane antievaporanti, teli di plastica, acqua nebulizzata, ecc.).
- METTERE IN OPERA il CLS in modo tale che la resistenza strutturale del CLS in opera sia almeno eguale a 28 MPa cioè al 85% della resistenza media (R_m) di progetto ($R_m = R_{ck} + k \cdot s$)

Raccomandazioni per il direttore dei lavori

- VERIFICARE che esista la certificazione del calcestruzzo industrializzato richiesta obbligatoriamente dalle Norme Tecniche per le Costruzioni emanate con il DM del 14 Gennaio 2008;
- FAR PRELEVARE, in sua presenza (o in presenza di un suo tecnico di fiducia esplicitamente delegato), il CLS fornito per la confezione dei provini da inviare a un Laboratorio Ufficiale con richiesta scritta di eseguire il controllo di accettazione, di tipo A oppure B, richiesto obbligatoriamente dalle Norme Tecniche per le Costruzioni emanate con il DM del 14 Gennaio 2008;
- ACCERTARE, come richiesto obbligatoriamente dalle Norme Tecniche per le Costruzioni emanate con il DM del 14 Gennaio 2008, che la resistenza media della struttura in opera (R_s), determinata con prove distruttive (carote estratte dalla struttura) o non-distruttive (sclerometria, velocità degli ultrasuoni, ecc), sia almeno eguale a 28 MPa e cioè al 85%

| | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  <p>RFI RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p> <p>Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | <p>INTERVENTO: Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara</p> <p>PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767</p> | | |
| RELAZIONE TECNICA | | REV 0 | PAG 33 di 46 |

della resistenza media (R_m) di progetto ($R_m = R_{ck} + K \cdot s$) e che comunichi al progettista di procedere alla verifica della sicurezza della struttura qualora questo requisito non sia soddisfatto;

- MISURARE, se indicato dal progetto nelle prescrizioni per l'impresa, con prove distruttive o non-distruttive (magnetometria) lo spessore del copriferro per verificare che esso sia almeno eguale a quello eventualmente precisato nel progetto e procedere progettista di verificare la sicurezza e la durabilità dell'opera qualora questo requisito non sia rispettato.

Coefficienti di sicurezza e parametri meccanici

Per il calcestruzzo utilizzato si utilizzano i seguenti valori:

- Coefficiente parziale di sicurezza $\gamma_c = 1,5$;
- Modulo $E_c = 32230 \text{ N/mm}^2$;
- Deformazioni del cls ϵ_{c2} ed ϵ_{cu} pari, rispettivamente, a 0.20% e 0.35%.

| | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  <p>RFI RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p> <p>Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | <p>INTERVENTO: Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara</p> <p>PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767</p> | | |
| | RELAZIONE TECNICA | REV 0 | PAG 34 di 46 |

| I | | II | III | IV | V |
|----------------------|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| Tipo di calcestruzzo | | Campi di impiego | Classe di esposizione ambientale (UNI EN 206) ⁽¹⁾ | Classe di resistenza minima [C(fck/Rck)] _{min} | Classe di resistenza di calcolo (MPa) ⁽²⁾ |
| A | 1 | Impalcati ed Elementi in c.a.p. prefabbricati | [XC3] | C35/45 | Rck |
| | 2 | Impalcati ed Elementi in c.a.p. gettati in opera | [XC3] | C35/45 | Rck |
| B | 1 | Elementi prefabbricati in c.a. per strutture fuori terra | [XC3] | C35/45 | Rck |
| | 3 | Elementi prefabbricati senza funzioni strutturali | XA1 | C28/35 | Rck |
| C | 1 | Impalcati in c.a. ordinari Solette in c.a. in elevazione | XC3 | C28/35 | Rck |
| | 2 | Pile e spalle Baggioli e pulvini Strutture in c.a. in elevazione | XC3 | C28/35 | Rck |
| D | | Tombini a struttura scatolare circolare | XA1 | C28/35 | Rck |
| E | 2 | Solettoni di fondazione Fondazioni armate | XC2 | C25/30 | 30 |
| | 3 | Fondazioni non armate (pozzi, sottopinti, ecc....) | XC2 | C25/30 | 30 |
| | 4 | Cunette, canalette e cordoli | XC1 | C25/30 | Rck |
| F | 1 | Pali (di paratie o opere di sostegno), diaframmi e relativi cordoli di collegamento gettati in opera | XC2 | C25/30 | 30 |
| | 2 | Pali/diaframmi di fondazione gettati in opera | XC2 | C25/30 | 30 |
| | 3 | Pali di fondazione prefabbricati | [XA1] | C32/40 | Rck |
| G | | Magrone di riempimento o livellamento | X0 | C12/15 | Rck |

- (1) Di norma, la classe di esposizione ambientale indicata individua le caratteristiche della miscela; nei casi in cui la classe di esposizione ambientale è scritta tra parentesi quadre (es. per i calcestruzzi di tipologia A1 e A2 si ha [XC3]), la classe di resistenza minima è stata determinata in considerazione di fattori diversi e, comunque, più vincolanti. Fermo restando quanto sopra, il Progettista dovrà verificare la effettiva classe di esposizione per ogni progetto.
- (2) Resistenza di calcolo: con R_{ck} si indica il valore della resistenza caratteristica a 28 gg di progetto come il maggiore tra i valori richiesti dal calcolo strutturale o derivanti dalla classe di esposizione. Nella tabella sono inoltre riportati, per alcune parti d'opera, il massimo valore da utilizzare come resistenza di calcolo.

Tab. 2.2.3.1-1- Requisiti minimi delle miscele

9. ACCIAIO

Prescrizioni comuni a tutte le tipologie di acciaio

Le norme vigenti prevedono tre forme di controllo obbligatorie:

- in stabilimento di produzione, da eseguirsi sui lotti di produzione;
- nei centri di trasformazione, da eseguirsi sulle forniture;
- di accettazione in cantiere, da eseguirsi sui lotti di spedizione.

| | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  <p>Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | <p>INTERVENTO: Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara</p> <p>PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767</p> | | |
| RELAZIONE TECNICA | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">REV 0</td> <td style="text-align: center;">PAG 35 di 46</td> </tr> </table> | REV 0 | PAG 35 di 46 |
| REV 0 | PAG 35 di 46 | | |

Tutti gli acciai, siano essi destinati ad utilizzo come armature per cemento armato ordinario o precompresso o ad utilizzo diretto come carpenterie in strutture metalliche devono essere prodotti con un sistema permanente di controllo interno della produzione in stabilimento che deve assicurare il mantenimento dello stesso livello di affidabilità nella conformità del prodotto finito, indipendentemente dal processo di produzione.

Fatto salvo quanto disposto dalle norme europee armonizzate, ove applicabili, il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001:2000 e certificato da parte di un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con le norme UNI CEI EN ISO/IEC 17021:2006.

Ai fini della certificazione del sistema di gestione della qualità del processo produttivo il produttore e l'organismo di certificazione di processo potranno fare utile riferimento alle indicazioni contenute nelle relative norme disponibili UNI EN 10080:2005, della serie UNI EN 10025:2005, UNI EN 10210:2006 e UNI EN 10219:2006.

Acciaio per cemento armato

Generalità

L'acciaio per cemento armato utilizzato è il tipo B450C, il quale è caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura:

| | |
|-------------------|-----------------------|
| $f_{y\text{nom}}$ | 450 N/mm ² |
| $f_{t\text{nom}}$ | 540 N/mm ² |

L'acciaio B450C deve rispettare i requisiti indicati nella seguente tabella:

| CARATTERISTICHE | REQUISITI | FRATTILE (%) |
|----------------------------------------------------|---------------------|--------------|
| Tensione caratteristica di snervamento f_{vk} | $> f_{u\text{nom}}$ | 5.0 |
| Tensione caratteristica di rottura f_{tk} | $> f_{t\text{nom}}$ | 5.0 |
| $(f_t/f_y)_k$ | $>1,15 <1,35$ | 10.0 |

| | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  <p>Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | <p>INTERVENTO: Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara</p> <p>PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767</p> | | |
| RELAZIONE TECNICA | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">REV 0</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">PAG 36 di 46</td> </tr> </table> | REV 0 | PAG 36 di 46 |
| REV 0 | PAG 36 di 46 | | |

| | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|------|
| $(\frac{f_v}{f_{vnom}})_k$ | < 1,25 | 10.0 |
| Allungamento $(A_{gt})_k$: | > 7,5 % | 10.0 |
| Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche: $\phi < 12$ mm $12 \leq \phi \leq 16$ mm per $16 < \phi \leq 25$ mm per $25 < \phi \leq 40$ mm | 4 ϕ 5 ϕ 8 ϕ 10 ϕ | |

Per l'accertamento delle proprietà meccaniche vale quanto indicato nella norma UNI EN ISO 15630-1: 2004. Per acciai deformati a freddo, ivi compresi i rotoli, le proprietà meccaniche sono determinate su provette mantenute per 60 minuti a 100 ± 10 °C e successivamente raffreddate in aria calma a temperatura ambiente. In ogni caso, qualora lo snervamento non sia chiaramente individuabile, si sostituisce f_y con $f(02)$.

La prova di piegamento e raddrizzamento si esegue alla temperatura di 20 ± 5 °C piegando la provetta a 90°, mantenendola poi per 60 minuti a 100 ± 10 °C e procedendo, dopo raffreddamento in aria, al parziale raddrizzamento per almeno 20°. Dopo la prova il campione non deve presentare cricche.

Controlli sistematici in stabilimento

Le prove di qualificazione e di verifica periodica devono essere ripetute per ogni prodotto avente caratteristiche differenti o realizzato con processi produttivi differenti, anche se provenienti dallo stesso stabilimento.

I rotoli devono essere soggetti a qualificazione separata dalla produzione in barre e dotati di marchiatura differenziata.

Il laboratorio incaricato deve effettuare, senza preavviso, presso lo stabilimento di produzione, il prelievo di una serie di 75 saggi, ricavati da tre diverse colate o lotti di produzione, venticinque per ogni colata o lotto di produzione, scelti su tre diversi diametri opportunamente differenziati, nell'ambito

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  <p>Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | <p>INTERVENTO: Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara</p> <p>PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767</p> | | |
| RELAZIONE TECNICA | | REV 0 | PAG 37 di 46 |

della gamma prodotta. Il prelievo deve essere effettuato su tutti i prodotti che portano il marchio depositato in Italia, indipendentemente dall'etichettatura o dalla destinazione specifica.

Sui campioni vengono determinati, a cura del laboratorio incaricato, i valori delle tensioni di snervamento e rottura f_v e f_t allungamento Agt ed effettuate le prove di piegamento.

Controlli nei centri di trasformazione

I controlli sono obbligatori e devono essere effettuati:

- a) in caso di utilizzo di barre, su ciascuna fornitura, o comunque ogni 90 t;
- b) in caso di utilizzo di rotoli, ogni dieci rotoli impiegati.

Qualora non si raggiungano le quantità sopra riportate, in ogni caso deve essere effettuato almeno un controllo per ogni giorno di lavorazione.

Ciascun controllo è costituito da 3 spezzoni di uno stesso diametro per ciascuna fornitura, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario i controlli devono essere estesi alle eventuali forniture provenienti da altri stabilimenti.

I controlli devono consistere in prove di trazione e piegamento e devono essere eseguiti dopo il raddrizzamento.

Le prove devono essere eseguite e certificate dai laboratori di cui all'art. 59 del DPR n.380/2001. Il Direttore tecnico di stabilimento curerà la registrazione di tutti i risultati delle prove di controllo interno su apposito registro, di cui dovrà essere consentita la visione a quanti ne abbiano titolo.

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  <p>RFI RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p> <p>Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | <p>INTERVENTO: Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara</p> <p>PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767</p> | | |
| RELAZIONE TECNICA | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">REV 0</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">PAG 38 di 46</td> </tr> </table> | REV 0 | PAG 38 di 46 |
| REV 0 | PAG 38 di 46 | | |

Controlli di accettazione in cantiere

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori, devono essere effettuati entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale e devono essere campionati, nell'ambito di ciascun lotto di spedizione, con le medesime modalità contemplate nelle prove a carattere statistico di cui al punto 11.3.2.10.1.2, in ragione di 3 spezzoni, marchiati, di uno stesso diametro, scelto entro ciascun lotto, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario i controlli devono essere estesi ai lotti provenienti da altri stabilimenti.

I valori di resistenza ed allungamento di ciascun campione, accertati in accordo con il punto 11.3.2.3, da eseguirsi comunque prima della messa in opera del prodotto riferiti ad uno stesso diametro, devono essere compresi fra i valori massimi e minimi riportati nella tabella seguente:

| Caratteristica | Valore limite | NOTE |
|---------------------------|-----------------------|---------------------------------------|
| fy minimo | 425 N/mm ² | (450 - 25) N/mm ² |
| fy massimo | 572 N/mm ² | [450 x (1,25+0,02)] N/mm ² |
| Agt minimo | > 6,0% | per acciai B450C |
| Rottura/snervamento | 1,13 < ft / fy < 1,37 | per acciai B450C |
| Piegamento/raddrizzamento | assenza di cricche | per tutti |

Questi limiti tengono conto della dispersione dei dati e delle variazioni che possono intervenire tra diverse apparecchiature e modalità di prova.

Coefficienti di sicurezza e parametri meccanici

Per l'acciaio da c.a. utilizzato si utilizzano i seguenti valori:

Coefficiente parziale di sicurezza $\gamma_s = 1,15$;

Modulo $E_s = 210000$ N/mmq;

Deformazioni acciaio ϵ_{yd} pari a 0.21%

Acciaio per strutture metalliche

Generalità

| | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
|  Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie | INTERVENTO: Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara | |
| | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | |
| RELAZIONE TECNICA | REV 0 | PAG 39 di 46 |

Per la realizzazione di strutture metalliche e di strutture composte si dovranno utilizzare acciai conformi alle norme armonizzate della serie UNI EN 10025 (per i laminati), UNI EN 10210 (per i tubi senza saldatura) e UNI EN 10219-1 (per i tubi saldati), recanti la Marcatura CE.

Per gli acciai di cui alle norme armonizzate UNI EN 10025, UNI EN 10210 ed UNI EN 10219-1, per i valori delle tensioni caratteristiche di snervamento f_{yk} e di rottura f_{tk} da utilizzare nei calcoli si assumono i valori nominali $f_y = R_eH$ e $f_t = R_m$ riportati nelle relative norme di prodotto.

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche indicate nel seguito, il prelievo dei saggi, la posizione nel pezzo da cui essi devono essere prelevati, la preparazione delle provette e le modalità di prova devono rispondere alle prescrizioni delle norme UNI EN ISO 377:1999, UNI 552:1986, EN 10002-1:2004, UNI EN 10045-1:1992

In sede di progettazione si assumono convenzionalmente i seguenti valori nominali delle proprietà del materiale:

modulo elastico $E = 210.000 \text{ N/mm}^2$

modulo di elasticità trasversale $G = E / [2 (1 + \nu)] \text{ N/mm}^2$

coefficiente di Poisson $\nu = 0,3$

coefficiente di espansione termica lineare $\alpha = 12 \times 10^{-6} \text{ per } ^\circ\text{C}^{-1}$

(per temperature fino a $100 \text{ }^\circ\text{C}$) densità $\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$

in sede di progettazione, si utilizza acciaio S275JR. Nei calcoli si assumono i seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento f_{yk} e di rottura f_{tk} :

| Norme e qualità degli acciai | Spessore nominale dell'elemento | | | |
|------------------------------|---------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| | $t < 40 \text{ mm}$ | | $40 \text{ mm} < t < 80 \text{ mm}$ | |
| | $f_{yk} [\text{N/mm}^2]$ | $f_{tk} [\text{N/mm}^2]$ | $f_{yk} [\text{N/mm}^2]$ | $f_{tk} [\text{N/mm}^2]$ |
| UNI EN 10025-2 | | | | |
| S 235 | 235 | 360 | 215 | 360 |
| S 275 | 275 | 430 | 255 | 410 |
| S 355 | 355 | 510 | 335 | 470 |
| S 450 | 440 | 550 | 420 | 550 |

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  <p>Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | <p>INTERVENTO: Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara</p> <p>PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767</p> | | |
| RELAZIONE TECNICA | | REV 0 | PAG 40 di 46 |

Controlli in stabilimento di produzione

Ai fini della qualificazione il produttore deve predisporre una idonea documentazione sulle caratteristiche chimiche, ove pertinenti, e meccaniche riscontrate per quelle qualità e per quei prodotti che intende qualificare.

La documentazione deve essere riferita ad una produzione consecutiva relativa ad un periodo di tempo di al meno sei mesi e ad un quantitativo di prodotti tale da fornire un quadro statisticamente significativo della produzione stessa e comunque > 2.000 t oppure ad un numero di colate o di lotti > 25 .

Tale documentazione di prova deve basarsi sui dati sperimentali rilevati dal produttore, integrati dai risultati delle prove di qualificazione effettuate a cura di un laboratorio di cui all'art. 59, comma 1, del DPR n. 380/2001, incaricato dal produttore stesso.

Le prove di qualificazione devono riferirsi a ciascun tipo di prodotto, inteso individuato da gamma merceologica, classe di spessore e qualità di acciaio, ed essere relative al rilievo dei valori caratteristici; per ciascun tipo verranno eseguite almeno 30 prove su saggi appositamente prelevati.

La documentazione del complesso delle prove meccaniche deve essere elaborata in forma statistica calcolando, per lo snervamento e la resistenza a rottura, il valore medio, lo scarto quadratico medio e il relativo valore caratteristico delle corrispondenti distribuzioni di frequenza.

Controlli nei centri di trasformazione

I controlli sono obbligatori e devono essere effettuati a cura del Direttore Tecnico dell'officina e vengono eseguiti secondo le modalità di seguito indicate.

Devono essere effettuate per ogni fornitura minimo 3 prove, di cui almeno una sullo spessore massimo ed una sullo spessore minimo.

I dati sperimentali ottenuti devono soddisfare le prescrizioni di cui alle tabelle delle corrispondenti norme europee armonizzate della serie UNI EN 10025, nonché delle norme europee armonizzate della serie UNI EN 10025, UNI EN 10210-1 e UNI EN 10219-1 per le caratteristiche chimiche.

Ogni singolo valore della tensione di snervamento e di rottura non deve risultare inferiore ai limiti tabellari. Deve inoltre essere controllato che le tolleranze di fabbricazione rispettino i limiti indicati nelle norme europee applicabili sopra richiamate e che quelle di montaggio siano entro i limiti indicati dal progettista. In mancanza deve essere verificata la sicurezza con riferimento alla nuova geometria.

| | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie | INTERVENTO: Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara | | |
| | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | | |
| RELAZIONE TECNICA | | REV 0 | PAG 41 di 46 |

Il prelievo dei campioni va effettuato a cura del Direttore Tecnico dell'officina che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

Controlli di accettazione in cantiere

I controlli in cantiere, demandati al Direttore dei Lavori, sono obbligatori e devono essere eseguiti secondo le medesime indicazioni di cui al § 11.3.3.5.3 del DM 14.01.08, effettuando un prelievo di almeno 3 saggi per ogni lotto di spedizione, di massimo 30 t.

Qualora la fornitura, di elementi lavorati, provenga da un Centro di trasformazione, il Direttore dei Lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto Centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti, può recarsi presso il medesimo Centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. In tal caso il prelievo dei campioni viene effettuato dal Direttore Tecnico del Centro di trasformazione secondo le disposizioni del Direttore dei Lavori; quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

Coefficienti di sicurezza

Per l'acciaio da carpenteria metallica utilizzato si utilizzano i seguenti valori:

Coefficiente parziale di sicurezza $\gamma_s = 1,05$;

10. BONIFICA DA ORDIGNI BELLICI

La bonifica da ordigni bellici deve essere condotta nel rispetto delle scelte operate dal Coordinatore in fase di progettazione (art.100 Dlgs. 81/2008) e da attuarsi secondo le prescrizioni riportate nel "Capitolato Generale Tecnico di Appalto" di RFI ed. 2014.

| | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------------|
|  <p>RFI RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p> <p>Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | <p>INTERVENTO: Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara</p> <p>PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767</p> | | |
| <p>RELAZIONE TECNICA</p> | | <p>REV 0</p> | <p>PAG 42 di 46</p> |

Si è previsto di eseguire la bonifica prima di realizzare i sottovia, i sottopassi, le rampe, le scale e i marciapiedi.

L'Appaltatore eseguirà i lavori con tutte le prescrizioni intese ad evitare danni alle persone e alle cose, osservando, a tale scopo, le particolari norme tecniche specificate nel "Capitolato Generale Tecnico di Appalto" di RFI ed. 2014 e suoi rimandi al "Capitolato per la bonifica da ordigni esplosivi residuati bellici", ed. 1984 Ministero della Difesa Esercito - Direzione Generale dei lavori, del demanio e dei materiali del Genio, nonché le vigenti prescrizioni di pubblica sicurezza per il maneggio, l'uso, il trasporto e la conservazione degli esplosivi, ed in particolare gli articoli 46 e 52 del testo unico delle leggi di pubblica sicurezza ed il relativo regolamento esecutivo del 18/6/1931 n.773.

L'Appaltatore dovrà segnalare alla competente autorità militare (A.M.), nella cui giurisdizione ricade la bonifica:

- la data di inizio dei lavori;
- l'elenco del personale tecnico specializzato (dirigenti tecnici, assistenti tecnici, rastrellatori, artificieri, ecc.), che dovrà essere in possesso di brevetti di idoneità all'impiego rilasciati dal Ministero della Difesa, nonché l'elenco del personale ausiliario;
- l'elenco degli ordigni rinvenuti nel corso dei lavori;
- la data di fine lavori;
- la planimetria delle zone bonificate;
- la dichiarazione di garanzia, prescritta dal Capitolato speciale del Genio Militare.

Le Ferrovie si potranno valere della stessa A.M. per:

- la consulenza tecnica;
- i sopralluoghi;
- il collaudo tecnico al termine dei lavori, o in corso d'opera.

Resta inteso che l'Appaltatore dovrà attenersi a tutte le prescrizioni e disposizioni che la stessa A.M. riterrà opportuno impartire circa l'esecuzione dei lavori di bonifica.

Gli elaborati grafici indicano le aree soggette alla bonifica da ordigni bellici (profondità ed estensione).

| | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  <p>RFI RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p> <p>Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | <p>INTERVENTO: Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara</p> <p>PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767</p> | | |
| RELAZIONE TECNICA | | REV 0 | PAG 43 di 46 |

11. RIFERIMENTI NORMATIVI

Principali norme relative all'accessibilità da parte di persone con disabilità

- D.M. 14 giugno 1989, n. 236 "Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visibilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche".
- Decreto del Presidente della Repubblica 24 luglio 1996, n. 503 "Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici".

Principali norme relative alla prevenzione incendi e sicurezza

- D.P.R. n. 753 del 11 luglio 1980 "Nuove norme in materia di polizia, sicurezza e regolarità dell'esercizio delle ferrovie e di altri servizi di trasporto".
- D.lgs. n. 81 del 9 aprile 2008 "Testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro"
- Legge n. 191 del aprile 1974 "Prevenzione degli infortuni sul lavoro nei servizi e negli impianti gestiti dall'Azienda autonoma delle ferrovie dello Stato".
- Decreto del Ministero dell'Interno del 10 marzo 1998 "Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro".
- Decreto del Presidente della Repubblica 12 gennaio 1998, n. 37 "Regolamento recante disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi, a norma dell'articolo 20, comma 8, della legge 15 marzo 1997, n. 59".
- Decreto del Ministero dell'Interno del 10 marzo 2005 "Classi di reazione al fuoco per i prodotti da costruzione da impiegarsi nelle opere per le quali è prescritto il requisito della sicurezza in caso d'incendio" e s.m.i.

Principali norme relative a parallelismi e attraversamenti

- D.M. n. 2445 del 23 febbraio 1971 "Norme tecniche per gli attraversamenti e per i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto".
- Circolare n. 216/173 "Attraversamenti e parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas liquidi con ferrovie ed altre linee di trasporto".

| | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie | INTERVENTO: Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara | | |
| | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | | |
| RELAZIONE TECNICA | | REV 0 | PAG 44 di 46 |

Principali norme relative alla Bonifica da Ordigni Bellici (B.O.B.)

- D.L.L. 12/04/46, n. 320 e leggi successive
- R.D. 18/06/31 n° 773 T.U. leggi Pubblica Sicurezza Artt.46 e 52 e leggi successive
- Regolamento esecutivo al T.U. di cui sopra
- Circolare 300/46 del 24/11/52 del Min. Interni
- Capitolato Ministero Difesa Esercito ed. 1984 o successive.

Principali norme relative ai materiali

- Norme Tecniche per Costruzioni DM 14/01/08
- Linee Guida per il Calcestruzzo Preconfezionato
- Linee Guida sul Calcestruzzo Strutturale
- Linee Guida sui Calcestruzzi Strutturali ad Alta Resistenza
- UNI EN 206-1 Calcestruzzo, Specificazione, prestazione, produzione e conformità
- UNI 11104 Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1
- UNI EN 197-1: 2006 Cemento - Parte 1: Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni
- UNI 9156 Cementi resistenti ai solfati
- ISO 9001:2000 Sistema di gestione per la qualità. Requisiti
- D.P.R. 246/93 Marcatura CE aggregati utilizzati per i calcestruzzi
- UNI EN 12620 Aggregati per calcestruzzo
- UNI 8520 Parte 1 e 2 Aggregati per calcestruzzo-Istruzioni complementari per l'applicazione in Italia della norma UNI-EN 12620 - Requisiti
- UNI EN 1008:2003 Acqua d'impasto per il calcestruzzo
- UNI EN 934-2 Additivi per calcestruzzo
- UNI EN 450 Ceneri volanti per calcestruzzo
- UNI-EN 13263 parte 1 e 2 Fumi di silice per calcestruzzo
- UNI EN 12350-2 Determinazione dell'abbassamento al cono
- UNI EN 12350-5 Determinazione dello spandimento alla tavola a scosse
- UNI EN 12350-7 Misura del contenuto d'aria sul calcestruzzo fresco

| | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------------|
|  <p>RFI RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p> <p>Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | <p>INTERVENTO: Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara</p> <p>PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767</p> | | |
| <p>RELAZIONE TECNICA</p> | | <p>REV 0</p> | <p>PAG 45 di 46</p> |

- UNI 7122 Calcestruzzo fresco. Determinazione della quantità di acqua d'impasto essudata
- UNI EN 12390 Parte 1, 2, 3 e 4 Procedura per il confezionamento dei provini destinati alla valutazione della resistenza meccanica a compressione
- prEN 13791 Valutazione della resistenza meccanica a compressione del calcestruzzo(in situ) della struttura in opera
- UNI EN 12504-1 Prove sul calcestruzzo nelle strutture. Carote: valutazione della resistenza a compressione
- EN 10080 Ed. maggio 2005 Acciaio per cemento armato
-
- UNI EN ISO 15630 -1/2 Acciai per cemento armato: Metodi di prova
- EUROCODICE 2- UNI ENV 1992 Progettazione delle strutture in c.a.
- UNI ENV 13670-1 Execution of concrete structures
- UNI 8866 Disarmanti

Linee guida per la progettazione emanate da Rete Ferroviaria Italiana SpA

- Accessibilità nelle stazioni a persone con disabilità e ridotta mobilità - Elementi per la progettazione - agg. dicembre 2011
- Progettazione di piccole stazioni e fermate RFI 2007
- Prescrizioni per la progettazione di marciapiedi alti nelle stazioni a servizio dei viaggiatori, ASA RETE maggio 1996
- Percorsi tattili per disabili visivi nelle stazioni ferroviarie - agg. dicembre 2011
- Arredi di stazione - indicazioni tecnico-funzionali per l'uniformità tipologica - maggio 2011
- Sistema Segnaletico - agg. febbraio 2010

Principali Norme tecniche nazionali ed internazionali

- Legge 5 Novembre 1971, n. 1086 "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica".
- Legge 2 Febbraio 1974, n. 64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".
- D.M. LL.PP. 11 marzo 1988: Norme tecniche riguardanti "Le indagini sui terreni e sulle rocce".

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  <p>Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | <p>INTERVENTO: Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara</p> <p>PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767</p> | | |
| RELAZIONE TECNICA | | REV 0 | PAG 46 di 46 |

- Circolare 24 settembre 1998, n.30483 “Istruzioni alle norme tecniche emanate con il D.M. LL.PP. 11 marzo 1988”
- D.lgs 152/2006 “Testo unico ambientale”
- D.M. 14 gennaio 2008: Norme tecniche relative ai “Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi”.
- Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 “Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008”.
- O.P.C.M. n. 3274 del 20/3/2003 “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normativa tecnica per le costruzioni in zona sismica”
- Eurocodici strutturali pubblicati dal CEN
- Norme UNI per prove, prodotti e materiali e criteri di dimensionamento impianti
- Norme C.E.I.
- Istruzioni e documenti tecnici del C.N.R.
- Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade
- DM n.1444 del 02.04.1968
- Legge 122/1989

Principali Norme tecniche emanate da Rete Ferroviaria Italiana SpA

- Istruzione RFI DTC-INC-PO SP IFS 001 A “Specifica per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario” dicembre 2011.
- Istruzione RFI DTC-INC-CS SP IFS 001 A “Specifica per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie” dicembre 2011.

COMMITTENTE:



DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE DI ANCONA

SOGGETTO TECNICO: RFI – DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE DI ANCONA
 S. O. INGEGNERIA

PROGETTAZIONE: RFI – DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE DI ANCONA
 S. O. INGEGNERIA MICROSTRUTTURA CIVILE

PROGETTO DEFINITIVO

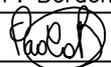
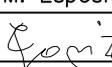
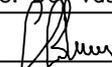
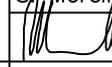
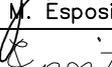
Linea : PESCARA –SULMONA–L'AQUILA–TERNI Comune : SULMONA

RIPRISTINO COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELLA LINEA PESCARA–SULMONA–TERNI
 TRA LE PROGRESSIVE KM.66+300/69+000, CON REALIZZAZIONE DELLA NUOVA
 FERMATA DI SULMONA S.RUFINA ED ADEGUAMENTO DELL'ASSETTO VIARIO DI VIA
 PARADISO CON OPERE SOSTITUTIVE DELL'EX PL KM.66+767

CARTOGRAFIA E VINCOLI

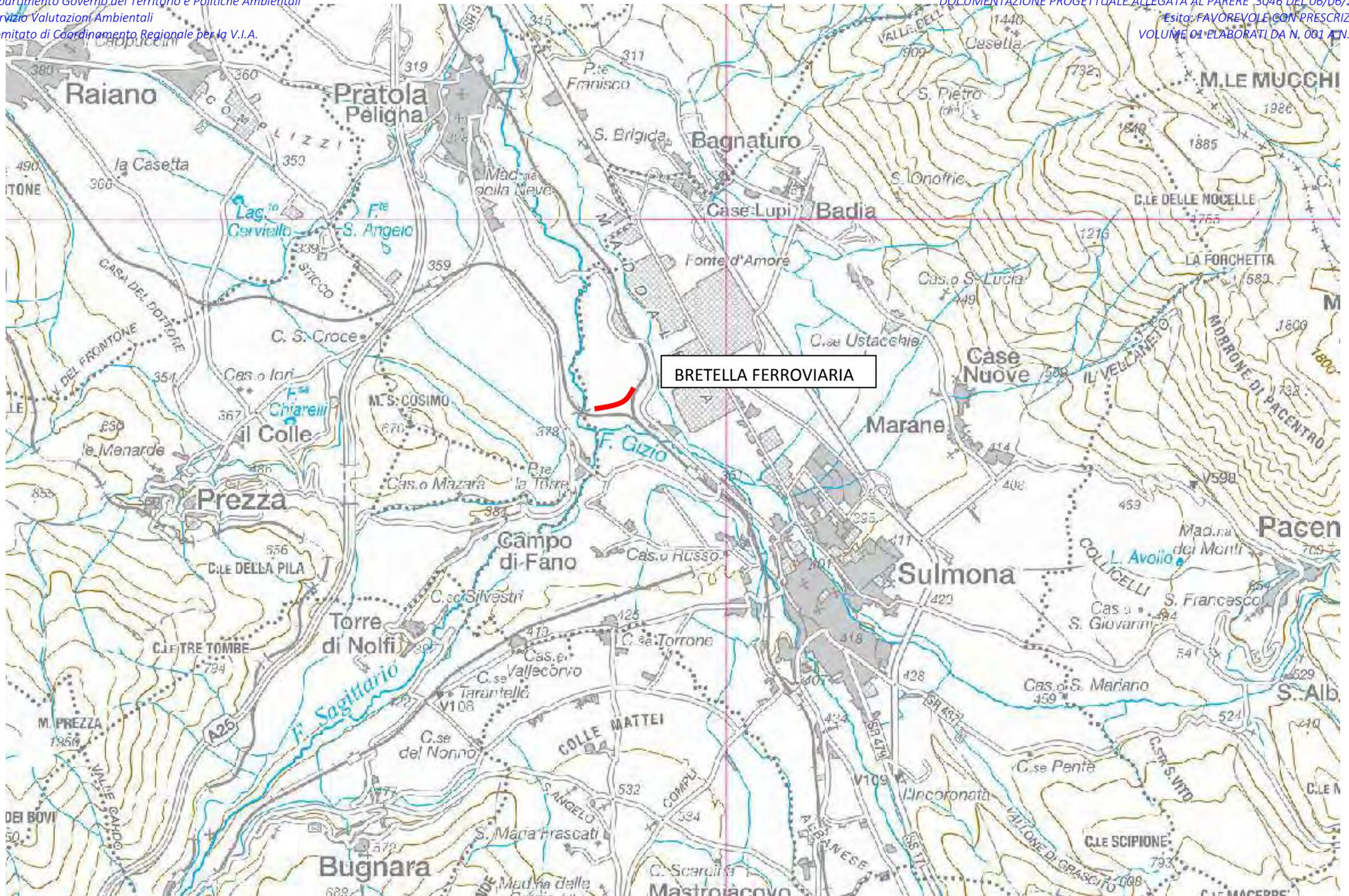
| | | |
|--|--------|----|
| | Foglio | di |
|--|--------|----|

| PROGETTO/ANNO | SOTTOPR. | LIVELLO | NOME DOC. | PROGR.OP. | FASE FUNZ. | NUMERAZ. |
|---------------|----------|---------|-----------|-----------|------------|----------|
| 17 | | P D | T G | 00 | 00 | 1003 |

| Revis. | Descrizione | Progettista | Data | Verificato | Data | Approvato | Data | Autorizzato | Data |
|--------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 0 | Prima emissione | P. Bordoni  | | M. Esposito  | | G. Del Vasto  | | S. Morellina  | |
| A | 1^Revisione giugno 2018 | P. Bordoni  | 18/06/2018 | M. Esposito  | 19/06/2018 | M. Esposito  | 19/06/2018 | G. Del Vasto  | 22/06/2018 |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

| POSIZIONE ARCHIVIO | LINEA | SEDE TECN. | NOME DOC. | NUMERAZ. |
|--------------------|------------------------|------------|-------------|----------|
| | L506 | TR4995 | | |
| | Verificato e trasmesso | Data | Convalidato | Data |
| | | | | |
| | | | Archiviato | Data |
| | | | | |

File: 0.03



Carta generale del territorio 1:50000

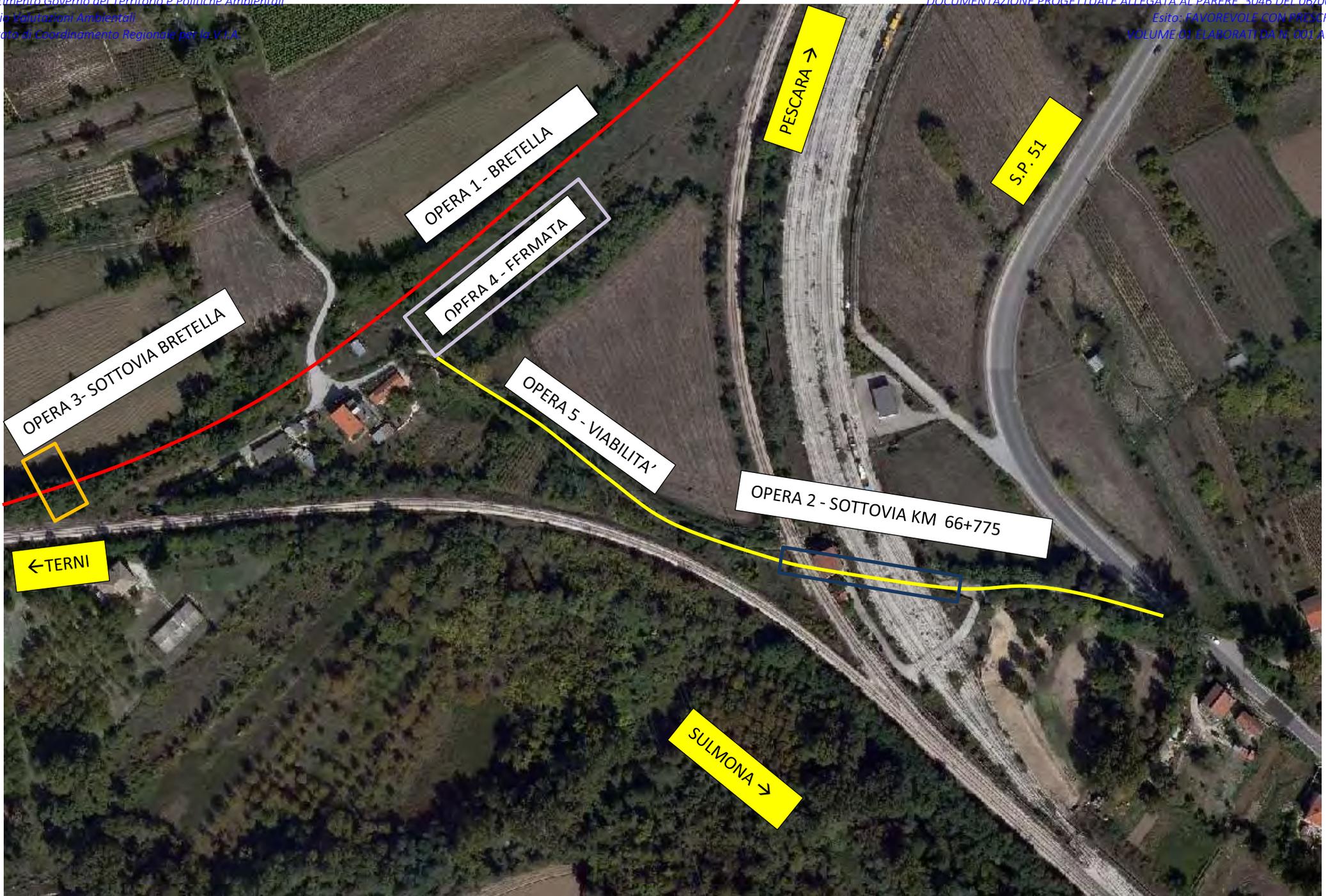


Carta topografica IGM 1:25000



PL

Carta ortografica 1:10000



Ortofoto scala 1:2000



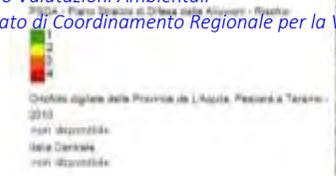
Carta del vincolo idrogeologico



Estratto del PAI - carta del rischio



Estratto del Piano Regionale paesistico 2004



Estratto del PSDA - carta del rischio

COMMITTENTE:



DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE DI ANCONA

SOGGETTO TECNICO: RFI – DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE DI ANCONA
 S. O. INGEGNERIA

PROGETTAZIONE: RFI – DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE DI ANCONA
 S. O. INGEGNERIA MICROSTRUTTURA CIVILE

PROGETTO DEFINITIVO

Linea : PESCARA –SULMONA–L’AQUILA–TERNI Comune : SULMONA

RIPRISTINO COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELLA LINEA PESCARA–SULMONA–TERNI
 TRA LE PROGRESSIVE KM.66+300/69+000, CON REALIZZAZIONE DELLA NUOVA
 FERMATA DI SULMONA S.RUFINA ED ADEGUAMENTO DELL’ASSETTO VIARIO DI VIA
 PARADISO CON OPERE SOSTITUTIVE DELL’EX PL KM.66+767

RELAZIONE GEOLOGICO–TECNICA

Foglio di

| PROGETTO/ANNO | SOTTOPR. | LIVELLO | NOME DOC. | PROGR.OP. | FASE FUNZ. | NUMERAZ. |
|---------------|----------|---------|-----------|-----------|------------|----------|
| 17 | | PD | TG | 00 | 00 | 1004 |

| Revis. | Descrizione | Progettista | Data | Verificato | Data | Approvato | Data | Autorizzato | Data |
|--------|-----------------|-------------|------|-------------|------|--------------|------|--------------|------|
| 0 | Prima emissione | Cavallucci | | M. Esposito | | M. Del Vasto | | S. Morellina | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |



| LINEA | SEDE TECN. | NOME DOC. | NUMERAZ. |
|------------------------|------------|----------------------|----------------------|
| L506 | TR4995 | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| POSIZIONE ARCHIVIO | | | |
| Verificato e trasmesso | Data | Convalidato | Data |
| | | | |
| | | | |



SOMMARIO

| | | |
|------------|---------------------------------------------------------------------|----|
| 1.0 | PREMESSA | 2 |
| 2.0 | METODOLOGIA D'INDAGINE | 5 |
| 2.1 | SONDAGGIO GEOGNOSTICO | 6 |
| 2.2 | PROSPEZIONE SISMICA DI SUPERFICIE DI TIPO MASW | 8 |
| 2.3 | POZZETTI ESPLORATIVI | 9 |
| 2.3.1 | <i>Prove di carico su piastra</i> | 9 |
| 3.0 | LINEAMENTI GEOLOGICI DELL'AREA | 12 |
| 4.0 | SUCCESSIONE LITOSTRATIGRAFICA E MODELLO GEOLOGICO | 13 |
| 5.0 | ASSETTO GEOMORFOLOGICO E MORFOLOGICO DELL'AREA | 14 |
| 6.0 | CONDIZIONI IDROGRAFICHE ED IDROGEOLOGICHE | 18 |
| 7.0 | CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI E MODELLO GEOTECNICO | 19 |
| 7.0 | SISMICITA' DELL'AREA | 31 |
| 7.1 | CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE | 32 |
| 7.2 | PARAMETRI SISMICI | 35 |
| 8.0 | RISCHIO LIQUEFAZIONE | 38 |
| 8.1 | FATTORI CHE PREDISPONGONO ALLA LIQUEFAZIONE | 39 |
| 9.0 | CONCLUSIONI | 43 |

ALLEGATI

CARTA TOPOGRAFICA
CARTA GEOLOGICA
UBICAZIONE INDAGINI
STRATIGRAFIE DI SONDAGGIO
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
INDAGINI SISMICHE DI TIPO MASW
POZZETTI ESPLORATIVI
CERTIFICATI PROVE DI CARICO SU PIASTRA
CERTIFICATI PROVE DI LABORATORIO GEOTECNICO

1.0 PREMESSA

Nella presente relazione si espongono i risultati di uno studio geologico-tecnico finalizzato ai lavori del Progetto Definitivo avente come oggetto: **“RIPRISTINO COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELLA LINEA PESCARA-SULMONA-TERNI TRA LE PROGRESSIVE KM 66+300 69+000 CON REALIZZAZIONE DELLA NUOVA FERMATA SULMONA S.RUFINO E CONSEGUENTE RIPRISTINO ED ADEGUAMENTO DELL’ASSETTO VIARIO SU VIA PARADISO CON OPERE SOSTITUTIVE DELL’EX PL KM 66+767”** nel comune di Sulmona (AQ). Le principali opere d’arte previste dal progetto prevedono la realizzazione di un sottovia scatolare in c.a.; un sottovia carrabile; opere varie per la viabilità di collegamento.

Nel dettaglio l’areale di progetto è ubicato a nord ovest del centro abitato di Sulmona come da immagine di seguito riportata:



Al fine di evidenziare il contesto geologico in cui l’area risulta inserita, è stata eseguita



un'analisi conoscitiva delle caratteristiche geo-litologiche, idrogeologiche, geomorfologiche e sismiche del sito e delle aree limitrofe. Per ottemperare a quanto stabilito dalle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni 2008, e fornire il modello geologico, geotecnico e sismico dell'area è stata pianificata ed eseguita una campagna di indagini geognostiche, geotecniche e geofisiche.

Nel dettaglio sono stati eseguiti n. 5 sondaggi geognostici a carotaggio continuo, spinti fino a -20.0 dal p.c., n. 2 pozzetti esplorativi nel corso dei quali sono state eseguite n.4 prove di carico su piastra e n. 2 indagini sismiche di tipo MASW.

Il presente studio è stato sviluppato inoltre prendendo in considerazione le seguenti normative di riferimento:

- D.M. 11/03/88 “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”;
- L.R. 26 Ottobre 1992 N°93 “Norme per lo snellimento di procedure per gli interventi di costruzione riparazione, sopraelevazione e ampliamento nelle zone dichiarate sismiche ai sensi della legge 2 febbraio 1974, n.64.”
- Circ. Dir. Centr. Tecn. N° 97/81 Istruzioni relative alle “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”;
- D.M. 16 gennaio 1996 “Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche”;
- O.P.C.M. 20 marzo 2003 “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica” integrata con il D.M. pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n.29 del 04/02/2008.
- O.P.C.M. 28 aprile 2006 n° 3519 “criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone” (G.U. n.108 del 11/05/2006).

- Decreto 14/01/2008 del Ministero delle Infrastrutture “Norme tecniche per le costruzioni” (GU n.29 del 04/02/2008).
- Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti approvata dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici "Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" (Gazzetta Ufficiale del 26.02.2009 n. 47, supplemento ordinario n. 27).
- L.R. 16.09.1998 n.81 e L.R. 24.08.2001 n.43 – Servizio Difesa del Suolo – Autorità dei Bacini Regionali – “Piano di stralcio di Bacino per l’assetto idrogeologico dei bacini di rilievo regionale abruzzesi e del bacino interregionale del fiume sangro L. 18.05.1989 n.183 art.17 comma 6 ter. edito dalla Regione Abruzzo Direzione Territorio Urbanistica, Beni Ambientali, Parchi, Politiche e Gestione dei Bacini Idrografici” e successive modifiche ed integrazioni dell’Atto di indirizzo e direttive come da Delibera del 29/01/2008 n. 94/7.
- Delibera Regionale 10.07.2006, n. 759 pubblicata sul B.U.R.A. Anno XXXVII, N.44 Ordinario del 16 agosto 2006.

2.0 METODOLOGIA D'INDAGINE

Per acquisire le conoscenze anticipate in premessa, ricostruire l'assetto geologico, geomorfologico, idrologico, idrogeologico, litostratigrafico si è predisposta una metodologia di lavoro per step successivi, propedeutici e consequenziali.

Lo studio è stato quindi condotto attraverso le seguenti fasi:

- Sopralluoghi preliminari;
- Reperimento di materiale bibliografico (*cartografia topografica in scala 1:25.000 e 1:5.000, geologica da varie fonti e dal Servizio Geologico d'Italia, geomorfologica e pubblicazioni scientifiche*);
- Ricerca, presso i nostri archivi, di indagini geologiche, studi e rilievi geologici - geomorfologici svolti in precedenza nella stessa zona e in aree limitrofe;
- Programmazione ed esecuzione di una campagna di indagine geognostica, geotecnica e geofisica;
- Rilevamento geologico e geomorfologico;
- Elaborazione e interpretazione finale dei dati bibliografici, di rilevamento e della campagna di indagine;
- Elaborazione dello studio.

Di seguito saranno illustrate le modalità e le attrezzature utilizzate per l'esecuzione del sondaggio geognostico, dell'indagine MASW e dei pozzetti esplorativi e relative prove di carico su piastra.

2.1 SONDAGGIO GEOGNOSTICO

Per l'esecuzione delle perforazioni si è fatto uso di un impianto di perforazione Modello CMV 600 avente le seguenti caratteristiche:



CARATTERISTICHE / CARACTERISTIQUES / TECHNICAL DATA:

- Motore VM tipo SUN 4105 HP 80 a 2300 g/1';
Moteur / Engine;
- Momento torcente max Kgm. 530 - min. Kgm. 85;
Couple / Twisting;
- Giri testa di rotazione max 310 - min. 50;
Nombre de tours de la tête de rotation / Power swivel;
- Cambio di velocità a 4 marce + R.M.;
Changement de vitesse / Speed gear box;
- Senso di rotazione reversibile;
Sens de rotation reversible / Reverse circulation rotation;
- Avanzamento automatico testa di rotazione;
Avance automatique de la tête de rotation / Power feed of power swivel;
- Corsa testa di rotazione mm. 3.500;
Course de la tête de rotation / Stroke;
- Lunghezza antenna mm. 5.400;
Longueur de la glissière / Length of the mast;
- Traslazione verticale antenna mm. 600;
Translation verticale de la glissière / Vertical translation of the mast;
- Spinta sulla testa di rotazione Kg. 2700;
Force de pression sur la tête de rotation / Pull down;
- Spinta di ritorno sulla testa di rotazione Kg. 4500;
Force de traction sur la tête de rotation / Pull up;
- Spostamento idraulico testa di rotazione;
Déplacement de la tête de rotation hydraulique / Hydraulic shifting of the power swivel;
- Argano idraulico da Kg. 1.000;
Treuil hydraulique / Hydraulic winch;
- Morsa idraulica di sostegno aste da Φ 250 a Φ 70;
Mors hydraulique pour tiges / Hydraulic jaw for rods;
- Cilindro idraulico per chiave svita-aste;
Vérin hydraulique pour clef de devissage / Hydraulic jack for unscrewing spanner;
- Autocarro SIRECOME tipo S. 60 - 4 x 4;
Porteur sur pneus / Bearer tyres;
- Dimensioni: largh. mm. 1.700; lungh. mm. 5.500; alt. mm. 3.000;
Encombrement: largeur mm. 1.700; longueur mm. 5.500; hauteur mm. 3.000;
- Site of aera: width mm. 1.700; length mm. 5.500; heigth mm. 3.000;
- Peso della macchina Kg. 6000;
Poids de l'ensemble / Total weight;

Fig.1 Impianto di perforazione su uno dei punti di indagine.

La perforazione è stata eseguita a carotaggio continuo con tecnica a rotazione e sono stati utilizzati i seguenti utensili di perforazione:

- Carotiere semplice con diametro nominale $\emptyset = 101$ mm e lunghezza utile l = 3.00 m;
- Corona di perforazione in widia
- Aste di perforazione con filettatura tronco-conica con diametro esterno da 76 mm.

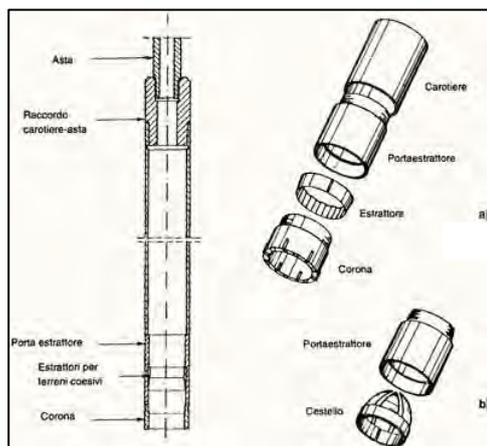


Fig.2: Schema del carotiere semplice.

Per garantire il sostentamento del foro sono state inoltre impiegate tubazioni di rivestimento provvisorio in acciaio avente le seguenti caratteristiche:

- diametro esterno = 127 mm
- lunghezza spezzoni = 150 mm

Le carote estratte nel corso del sondaggio sono state sistemate in apposite cassette catalogatrici in plastica munite di 05 scomparti divisori da 1.0 m di lunghezza con rispettivi coperchi. Su tali reperti di sondaggio, il geologo presente in cantiere ha provveduto ad eseguire la descrizione stratigrafica e, sui terreni coesivi, le prove di consistenza in sito mediante pocket penetrometer, i cui dettagli sono riportati nella tabella stratigrafica posta in allegato; tutte le cassette sono state infine fotografate e riposte presso il nostro deposito.

Nel corso dei sondaggi sono stati prelevati campioni indisturbati, rimaneggiati ed ambientali. Inoltre, sono state eseguite, in avanzamento all'interno del foro di sondaggio, prove SPT (Standard Penetration Test).

Infine, nel sondaggio denominato S2, è stato installato un piezometro a tubo aperto per poter ricostruire le principali caratteristiche idrogeologiche dell'area investigata ed in particolare eseguire i dovuti controlli periodici sulle oscillazioni dei livelli di falda.

2.2 PROSPEZIONE SISMICA DI SUPERFICIE DI TIPO MASW

L'analisi spettrale delle onde di superficie, denominata MASW (Multi-Spectral Analysis of Surface Waves) consiste nell'energizzazione del terreno dalla superficie e nella registrazione delle onde di superficie di tipo Rayleigh in corrispondenza di una serie di geofoni allineati in asse con la sorgente.

Attraverso un procedimento di inversione della curva di dispersione prodotta si giunge alla ricostruzione di un profilo verticale di velocità delle onde di taglio V_s per la successiva determinazione dei moduli di elasticità tangenziali (G_0) a bassissimi livelli di deformazione.

La tecnica MASW si basa sulla registrazione delle onde di superficie in corrispondenza di una serie di geofoni a interasse fisso (MASW) o variabile (SASW-M), allineati con la sorgente.

Le metodologie consentono di definire il profilo di velocità delle onde di taglio dei terreni; adottando diverse strumentazioni e diversi protocolli sperimentali la prospezione può essere applicata a:

- ✓ caratterizzazione delle pavimentazioni e del corpo dei rilevati stradali;
- ✓ caratterizzazione di terreni in superficie o in profondità, fino a qualche decina di metri, anche per la determinazione del parametro della V_{s30} (velocità delle onde di taglio V_s nei primi 30 m di profondità).

CARATTERISTICHE DELLE ATTREZZATURE

Per l'esecuzione delle indagini MASW è stata utilizzata la seguente strumentazione e software di elaborazione:

- ✓ cordella metrica e strumenti per la pulizia e preparazione della superficie del terreno;
- ✓ sistema di energizzazione di tipo impulsivo, costituito da una mazza di massa di 10 kg, in relazione alla lunghezza degli stendimenti.
- ✓ un sismografo multicanale del tipo TROMINO ENGY 3G avente le seguenti caratteristiche:



La procedura di prova prevede la disposizione dei ricevitori (in questo caso del Tromino Engy 3G) lungo un allineamento sulla superficie della verticale da investigare.

La prova si esegue trasmettendo da una sorgente al terreno una forza di tipo impulsivo, attraverso il sistema di energizzazione a massa battente.

La sorgente sarà ubicata alternativamente su entrambi gli estremi dell' allineamento. Ciò consente di ottenere una compensazione di eventuali distorsioni di fase interne dei geofoni e una parziale riduzione degli effetti dovuti a discontinuità locali o a stratificazioni leggermente inclinate del deposito.

2.3 POZZETTI ESPLORATIVI

Il programma di indagine ha inoltre previsto la realizzazione di un totale di n. 2 pozzetti esplorativi con lo scopo sia di verificare la stratigrafia superficiale che eseguire prove di carico su piastra per la definizione dei parametri di elasticità dei terreni. Tali pozzetti sono stati eseguiti con l'ausilio di escavatore cingolato.

2.3.1 Prove di carico su piastra

La prova di carico su piastra è una tecnica di indagine non distruttiva che consente di determinare le caratteristiche di deformabilità ed il cedimento verticale di una determinata massa di terreno in sito. Essa consiste nel caricare per gradini successivi una piastra rigida circolare, ben appoggiata sulla superficie del terreno in prova accuratamente livellata, e misurare i cedimenti corrispondenti ai diversi gradini di carico. La trasmissione dei carichi avviene tramite l'applicazione di una forza mediante un sistema oleodinamico di spinta, su una piastra circolare. Nella metodologia di prova si è rispettata la norma svizzera SNV 670 317 e 670317a (*edita da Vereinigung Schweizerischer Strassenfachmanner rispettivamente nel 1959 e 1981*) e l' Eurocodice ENV-1997-3-1999, così come richiesto dalle specifiche tecniche.

E' stata utilizzata un'apparecchiatura per prove di portanza su piastra modello S223 Pasi composta da:

- piastra circolare in acciaio avente diametro di 300 mm;
- un comparatore con una corsa di 25 x 0.01 mm;
- un martinetto idraulico da 100 KN con pompa di alimentazione;
- un manometro avente una scala da 0-100 kN, con un valore di ogni divisione di 0,5 kN;
- una trave lunga 2,5 m in acciaio tubolare e asta porta-comparatore.

Il carico è stato generato da un escavatore cingolato come visibile dalle immagini di seguito riportate:



Fig. 10: Fasi di esecuzione prove di carico su piastra.

Il modulo di deformazione Md è stato ottenuto applicando la seguente relazione:

$$Md = (\Delta p / \Delta s) * D$$

Dove:

Δp è l'incremento della pressione trasmessa da una piastra circolare espresso in kPa

Δs corrisponde all'incremento di cedimento della superficie caricata, espressa in mm

D è il diametro della piastra usata.

Le prove eseguite con la sequenza di carico 50-100-150-200-50-100-150 kPa hanno permesso di determinare il Modulo di deformazione anche per il secondo ciclo di carico.

Nel corso della presente campagna di indagine, come precedentemente specificato, sono stati eseguiti n. 2 pozzetti esplorativi in ciascuno dei quali sono state eseguite n. 2 prove di carico su piastra alle profondità di -0.5 m dal p.c. e -1.0. m dal p.c .

In allegato sono riportati i certificati delle singole prove i cui risultati sono restituiti sotto forma di un grafico carichi-cedimenti.

Si riporta - di seguito una tabella riassuntiva indicante tutte le indagini eseguite:

INDAGINI GEOGNOSTICHE

| SIGLA | PROFONDITA' (M DAL P.C.) | N° CAMPIONI INDISTURBATI | N° CAMPIONI RIMANEGGIATI | N° CAMPIONI AMBIENTALI | N° SPT | INSTALLAZIONE STRUMENTAZIONE |
|-------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------|-----------|---------------------------------|
| S1 | 20.0 | 1 | 1 | 2 | 4 | - |
| S2 | 20.0 | - | - | 2 | 4 | PIEZOMETRO T.A. |
| S4 | 20.0 | 2 | - | 2 | 4 | - |
| S5 | 20.0 | - | - | 2 | 4 | - |
| S6 | 20.0 | 1 | - | 2 | 3 | - |

INDAGINI GEOTECNICHE

| Nome Pozzetti | Profondità | Campioni Rim. | Campioni ambientali | PLT |
|---------------|------------|------------------|------------------------|-----|
| PZ-T1 | 3.00 m | 2 | 2 | 2 |
| PZ-T2 | 2.00 m | 2 | 2 | 2 |

INDAGINE SISMICA DI TIPO MASW

| IDENTIFICATIVO | N° GEOFONI | LUNGHEZZA (m) | INTERDISTANZA GEOFONICA (M) |
|----------------|------------|---------------|-----------------------------------|
| MASW 1 | 25 | 48.00 m | 2.0 |
| MASW 2 | 25 | 48.00 m | 2.0 |

3.0 LINEAMENTI GEOLOGICI DELL'AREA

L'area in esame, è posta nella porzione nord occidentale della conca alluvionale di Sulmona. La conca di Sulmona, allungata in senso NNW-SSE, rappresenta una delle più grandi depressioni tettoniche dell'Appennino centrale e si colloca nel settore più esterno dell'Appennino centrale. In particolare essa è collocata tra la dorsale calcarea del M.Morrone, ad est, e quella della regione marsicano-peligna, ad ovest e sud-ovest.

Questo segmento dell'orogene appenninico è caratterizzato da un assetto tettonico complesso legato alla strutturazione e all'interferenza di diversi domini strutturali e paleogeografici. Infatti, alle strutture calcaree e calcareo-marnose meso-cenozoiche che bordano i fianchi della conca ed attribuibili a facies di piattaforma, si associano formazioni e depositi plio-pleistoceniche e quaternarie di ambiente lacustre e fluvio-lacustre.

Il fondo valle è occupato dalle alluvioni del Torrente Gizio disposte su due ordini di terrazzo; il più antico, elevato topograficamente, è separato da una netta scarpata di terrazzo di altezza variabile fra gli 8-12 mt dal sistema più recente che occupa l'attuale fondo valle. I due movimenti deposizionali sono ricollegabili alla dinamica di colmamento della conca lacustre di Sulmona e Popoli. Successivamente, alla rottura della soglia presso Popoli, il livello di erosione ha subito un brusco abbassamento ed il terrazzo è stato rapidamente reinciso fino a determinare l'attuale fondo valle.

Tale successione, di ambiente prevalente lacustre con acque calme e ossigenate, si interdigita con facies fluviali ad energia variabile ed a depositi di versante con taglia granulometrica più grossolana.

Per cui la litologia dei depositi risulta diversa da punto a punto con geometrie variabili, legate ai vari ambienti di sedimentazione che si sono succeduti ed alle fasi erosive.

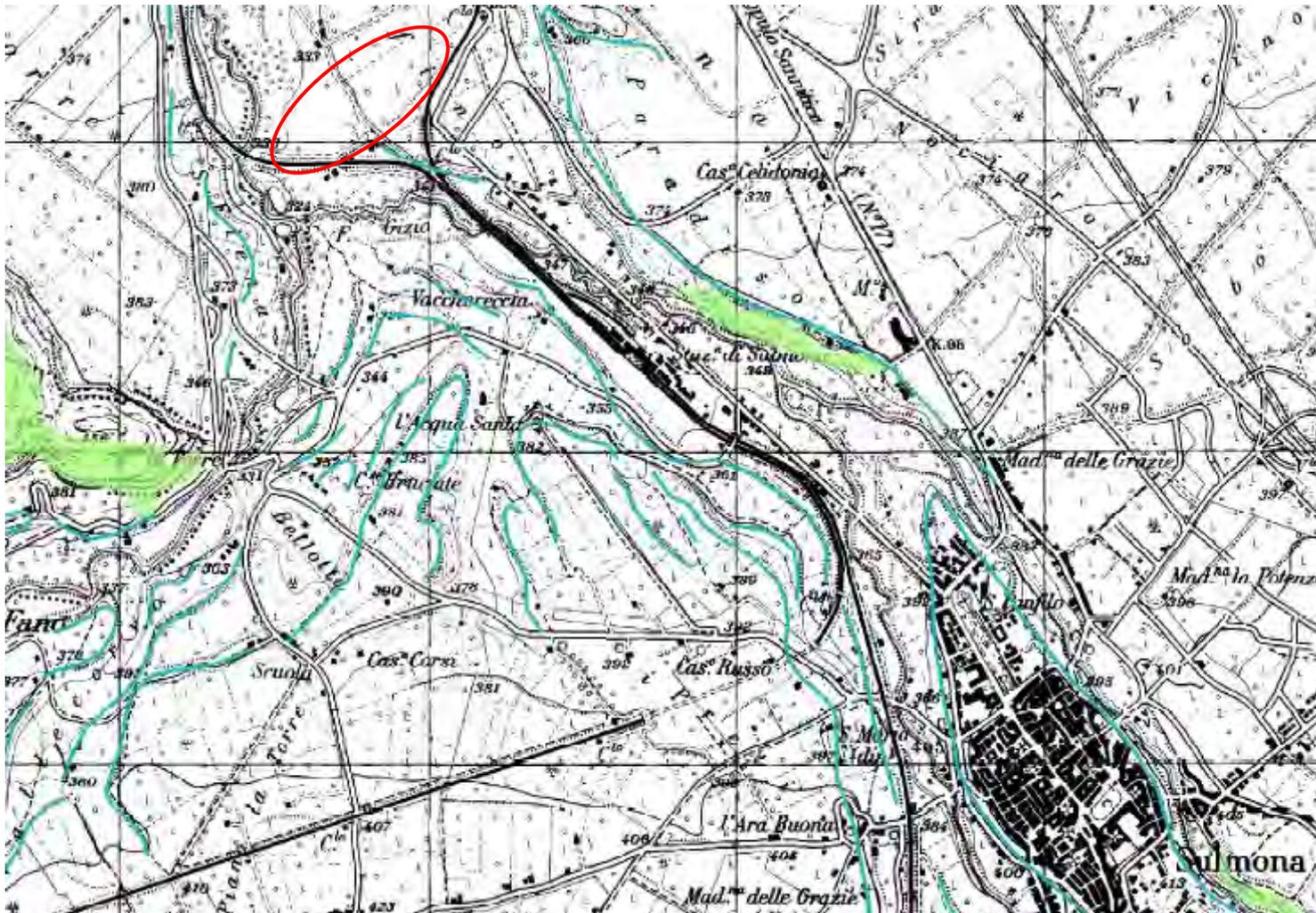
L'assetto tettonico della conca è essenzialmente legato alla strutturazione e ai movimenti delle faglie che delimitano la conca stessa (faglia NW-SE del Morrone, NNW-SSE della Marsica orientale, E-W fiume Vella). Mentre, la successione quaternaria è interessata da tettonica essenzialmente distensiva con faglie e fratture a direzione NW-SE, E-W e NNE-SSW.

Nel margine settentrionale della depressione di Sulmona, , i sistemi di faglia presentano un debole rigetto e direzione prevalenti NW-SE e NNE-SSW. Le linee tettoniche sono generalmente subverticali con rigetti da decimetrici a metrici e con movimento diretto.

5.0 ASSETTO GEOMORFOLOGICO E MORFOLOGICO DELL'AREA

Lo studio dell'assetto geomorfologico è stato finalizzato all'individuazione delle forme morfologiche che caratterizzano l'area in esame, dei processi geomorfologici di degradazione ed a definire le condizioni di stabilità dell'attuale paesaggio, evidenziando i fenomeni di dissesto presenti e/o potenziali. La morfologia del territorio al cui interno è inserita l'area in esame, risulta condizionata direttamente dall'assetto geologico - strutturale e dal grado d'erosività dei litotipi affioranti. La diversa natura dei litotipi affioranti, calcarea e terrigena, si riflette sulle forme morfologiche a testimonianza di una risposta differente all'azione di modellamento degli agenti esogeni, in modo particolare del fiume Sagittario, la cui presenza svolge un ruolo di primaria importanza in quanto rappresenta il modellatore principale del paesaggio, unitamente al suo tributario di destra rappresentato dal fiume Gizio. La diversa resistenza alla modellazione delle unità calcaree e di quelle terrigene, hanno delineato zone erte ed accidentate a marcata acclività, sviluppate in corrispondenza delle formazioni litoidi che sale alla vicina dorsale calcarea, e aree decisamente meno acclivi in corrispondenza dei termini limo argillosi lacustri. Le due unità fisiografiche risultano raccordate da fasce a mediamente acclivi disegnate dalle coperture detritiche e dai terrazzi fluviali. La zona di studio, inclusa all'interno del dominio fluvio-lacustre, è caratterizzata da superfici pressoché pianeggianti che all'atto del sopralluogo non ha evidenziato indizi o fattori di instabilità, pertanto l'area è risultata stabile. Nella zona, inoltre, non si rilevano fenomeni erosivi da parte delle acque di deflusso superficiale (intese come acque attive al momento delle precipitazioni ed a quelle del fiume Gizio). Quanto detto risulta anche nel recente PIANO STRALCIO DI I BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DEI BACINI DI RILIEVO REGIONALE ABRUZZESI E DEL BACINO INTERREGIONALE DEL FIUME SANGRO L. 18.05.1989 n.183 art.17 comma 6 ter. edito dalla REGIONE ABRUZZO DIREZIONE TERRITORIO URBANISTICA, BENI AMBIENTALI, PARCHI, POLITICHE E GESTIONE DEI BACINI IDROGRAFICI – Servizio Difesa del Suolo – *Autorità dei Bacini Regionali* L.R. 16.09.1998 n.81 e L.R. 24.08.2001 n.43, da cui risulta che il sito si sviluppa prevalentemente in area non perimetrata dal Piano Stralcio PAI.

Stralcio **Carta Pericolosità** del Piano stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico dei bacini di rilievo regionale abruzzesi e del bacino interregionale del Fiume Sangro (REGIONE ABRUZZO DIREZIONE TERRITORIO URBANISTICA, BENI AMBIENTALI, PARCHI, POLITICHE E GESTIONE DEI BACINI IDROGRAFICI – Servizio Difesa del Suolo – *Autorità dei Bacini Regionali*) - Scala 1:25000



LEGENDA

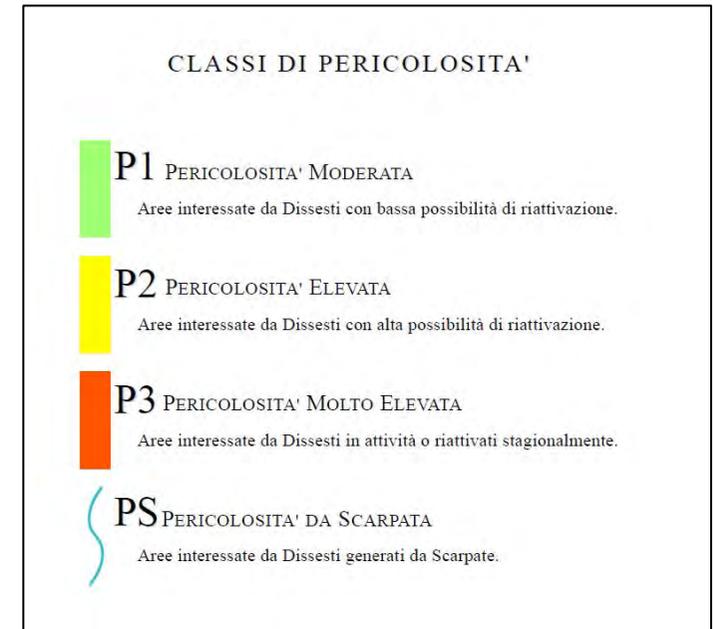
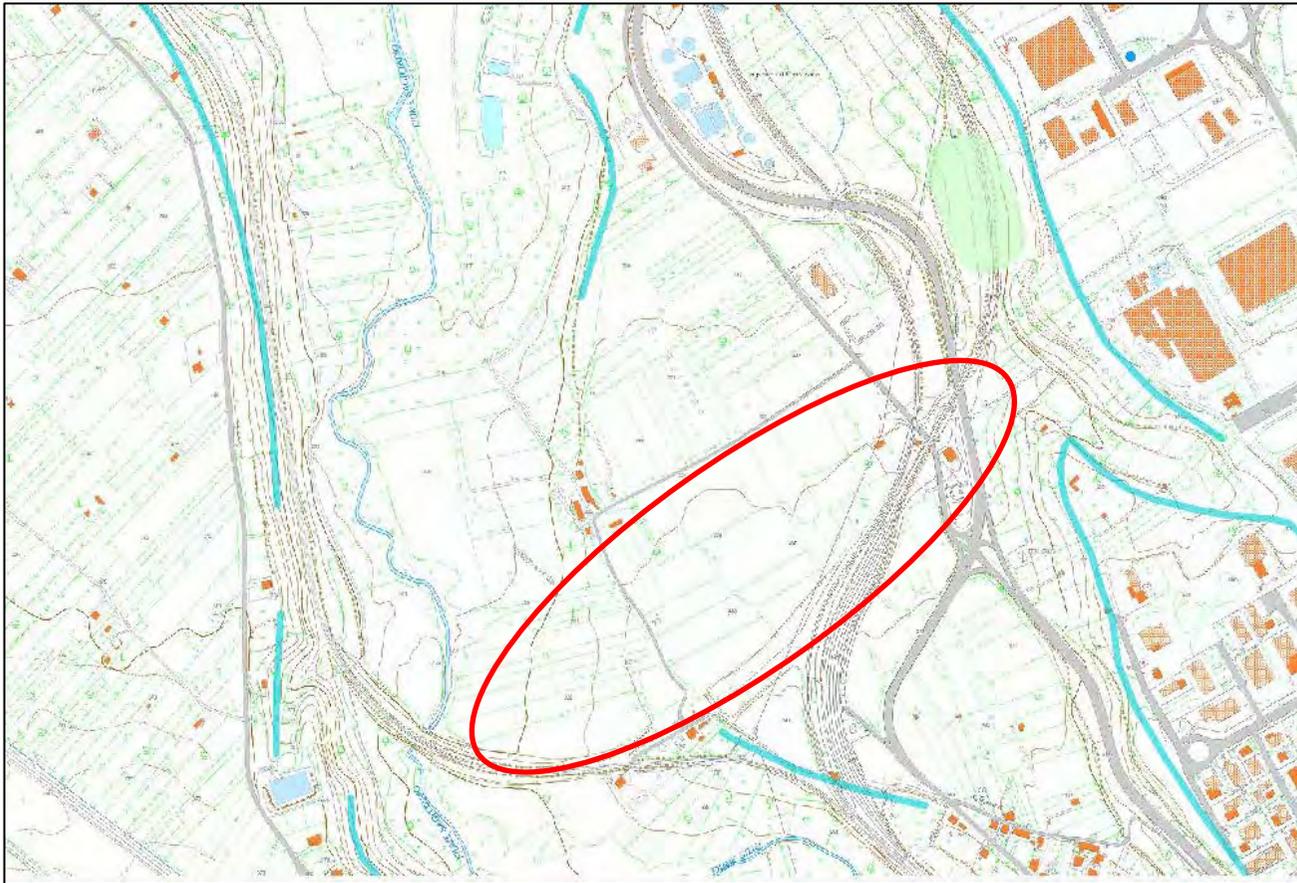
- P3 – PERICOLOSITA' MOLTO ELEVATA
 Aree interessate da Dissesti in attività o riattivati stagionalmente

- P2 – PERICOLOSITA' ELEVATA
 Aree interessate da Dissesti con alta possibilità di riattivazione

- P1 – PERICOLOSITA' MODERATA
 Aree interessate da dissesti con bassa possibilità di riattivazione

- Pscarpate– PERICOLOSITA' DA SCARPATE
 Aree interessate da dissesti tipo scarpate

Stralcio **Carta Pericolosità** del Piano stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico dei bacini di rilievo regionale abruzzesi e del bacino interregionale del Fiume Sangro (REGIONE ABRUZZO DIREZIONE TERRITORIO URBANISTICA, BENI AMBIENTALI, PARCHI, POLITICHE E GESTIONE DEI BACINI IDROGRAFICI – Servizio Difesa del Suolo – *Autorità dei Bacini Regionali*) - Scala 1:5000



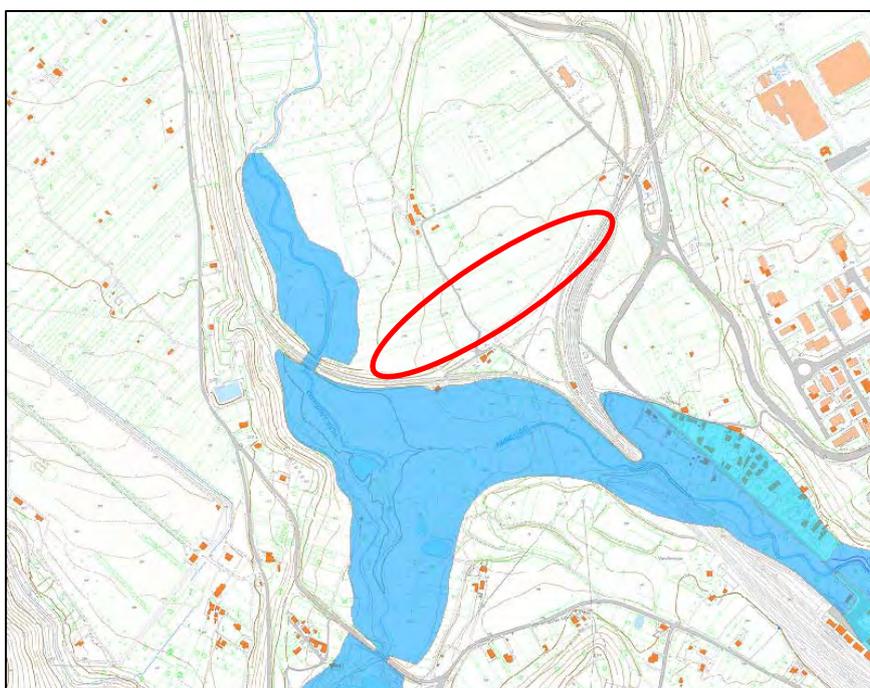
6.0 CONDIZIONI IDROGRAFICHE ED IDROGEOLOGICHE

L'idrografia superficiale dell'area è dominata nelle sue linee principali dal fiume Gizio, che confluisce con il F Sagittario. Il corso d'acqua presenta delle discrete portate durante tutto l'anno.

Il corso del F. Sagittario, funziona da naturale asse di drenaggio dei fossi tributari, il suo bacino idrografico è caratterizzato da processi di denudazione, che non sono, in genere, particolarmente accentuati; essi sono dovuti prevalentemente all'azione delle acque superficiali, dilavanti ed incanalate, ed alla gravità.

Per quanto concerne il rischio di esondazione, nelle Carte DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA e DEL RISCHIO IDRAULICO del Bacino del Sagittario edita dalla Regione Abruzzo Direzione territorio, Urbanistica, Beni Ambientali, Parchi Politiche e gestione dei Bacini Idrografici – Servizi e Tutela della Risorse Acqua Superficiale e Sotterranea il sito non risulta inserito in nessuna area a pericolosità o a rischio idraulico come visibile dalle immagini di seguito riportate:

Stralcio **Carta della Pericolosità Idraulica (PSDA)** in scala 1:5000,
nel cerchio rosso è indicata la zona in studio



LEGENDA:

| Classi di pericolosità idraulica (Q50 - Q100 - Q200) (*) | |
|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| | Pericolosità molto elevata h50 > 1m v50 > 1m/s |
| | Pericolosità elevata 1m > h50 > 0.5 m h100 > 1m v100 > 1m/s |
| | Pericolosità media h100 > 0m |
| | Pericolosità moderata h200 > 0m |
| | Reticolo idrografico |

Dal punto di vista idrogeologico, i materiali fluviali rappresentati dai depositi di terrazzo a prevalente frazione ghiaiosa e limo sabbiosa e dai depositi della piana attuale risultano permeabili in tutta la loro massa in maniera più o meno uniforme e consentono un buon deflusso sotterraneo per la loro discreta permeabilità, più elevata in corrispondenza dei termini ghiaiosi.

Le unità, infatti, per le loro caratteristiche tessiturali lasciano soluzioni di continuità tra le singole particelle dello scheletro solido e presentano una porosità primaria con valori di permeabilità K compresi tra 10^{-5} - 10^{-7} m/sec.

Le unità fluviali ghiaiose del terrazzo, per le loro caratteristiche, rappresentano un buon acquifero in grado di ospitare una falda acquifera.

Si precisa che nel sondaggio denominato S2, dove è stato installato un piezometro a tubo aperto, la falda è stata individuata alla profondità di -16.42 m dal p.c.

7.0 CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI E MODELLO GEOTECNICO

Le caratteristiche tecniche dei materiali sedimentari continentali descritti nel precedente paragrafo sono state definite sulla base:

- prove SPT (Standard penetration test) eseguite in sito;
- prove di consistenza sui reperti di carotaggio mediante il pocket penetrometer;
- prove di laboratorio geotecnico su campioni indisturbati e rimaneggiati.

Verranno di seguito specificate le modalità adottate ed i riferimenti bibliografici ai quali ci si è attenuti per l'assegnazione delle caratteristiche fisico-meccaniche dei litotipi.

I parametri fisico-meccanici dei terreni incoerenti, per i quali le correlazioni con le prove S.P.T. sono più attendibili, risultano essere:

- ✓ Angolo di attrito interno del terreno (ϕ');
- ✓ Densità relativa (D_r);
- ✓ Modulo sforzi-deformazioni (E').



ELABORAZIONI PROVE SPT

Nelle tabelle che seguono vengono indicati, per ogni sondaggio eseguito, i risultati delle prove SPT in particolare la profondità, i valori dei numeri di colpi N_1 , N_2 , N_3 ed N_{SPT} nonché i valori della tensione verticale efficace σ'_{v0} , del coefficiente di correzione C_N e SPT normalizzato N_{norm} . I valori di N_{SPT} , ricavati dalla somma dei numeri di colpi N_2 ed N_3 , sono stati normalizzati per tener conto dell'influenza del valore della tensione verticale efficace alla quota di esecuzione della prova, attraverso il fattore di correzione C_N , calcolato secondo la formula di Liao e Whitman (1986):

$$C_N = \left(\frac{\sigma'_{v0}}{\sigma'_{v0}} \right)^{0.5}$$

dove:

σ'_{v0} è la pressione litostatica di riferimento, assunta pari a 100 kPa;

σ'_{v0} è la pressione verticale efficace alla quota della prova.

I valori di SPT normalizzati sono stati ottenuti considerando l'espressione seguente:

$$N_{norm} = C_N \cdot N_{SPT}$$

| Sond. | Prof. SPT (m) | N ₁ | N ₂ | N ₃ | N _{spt} | σ'v (KPa) | C _N | N _{norm} |
|-----------|------------------|----------------|----------------|----------------|------------------|--------------|----------------|-------------------|
| S1 | SPT1 2.8 | 20 | 28 | 36 | 64 | 56 | 1.336306 | 86 |
| | SPT2 7.2 | 19 | 19 | >60 | >79 | 144 | 0.833333 | 66 |
| | SPT3 12.1 | 4 | 5 | 5 | 10 | 229.9 | 0.659524 | 7 |
| | SPT4 15.0 | 13 | 24 | 32 | 56 | 315 | 0.563436 | 32 |
| S2 | SPT1 2.4 | 23 | 41 | >60 | >101 | 48 | 1.443376 | 146 |
| | SPT2 6.5 | 16 | 26 | 38 | 64 | 130 | 0.877058 | 56 |
| | SPT3 13.4 | 14 | 16 | 24 | 40 | 254.6 | 0.626716 | 25 |
| | SPT4 17.2 | 22 | 36 | 44 | 80 | 361.2 | 0.52617 | 42 |
| S4 | SPT1 2.1 | 11 | 17 | 20 | 37 | 40.95 | 1.562691 | 58 |
| | SPT2 5.2 | 20 | 27 | 37 | 64 | 106.6 | 0.968549 | 62 |
| | SPT3 11.1 | 12 | 17 | 23 | 40 | 210.9 | 0.688592 | 28 |
| | SPT4 17.0 | 19 | 25 | >60 | >85 | 357 | 0.529256 | 45 |
| S5 | SPT1 2.7 | 10 | 15 | 21 | 36 | 51.3 | 1.39618 | 50 |
| | SPT2 6.4 | 19 | 28 | 36 | 64 | 131.2 | 0.873038 | 56 |
| | SPT3 11.5 | 16 | 24 | 36 | 60 | 224.25 | 0.667781 | 40 |
| | SPT4 15.3 | 18 | 30 | >60 | >90 | 321.3 | 0.557885 | 50 |
| S6 | SPT1 4.5 | 12 | 10 | 13 | 23 | 85.5 | 1.081476 | 25 |
| | SPT2 7.7 | 13 | 18 | 19 | 37 | 154 | 0.805823 | 30 |
| | SPT3 15.3 | 14 | 24 | 30 | 54 | 321.3 | 0.557885 | 30 |

La valutazione dell'angolo di attrito φ' è stata ottenuta mediante:

- L'interpretazione delle prove SPT, utilizzando le usuali correlazioni della letteratura geotecnica;
- I risultati delle prove di laboratorio geotecnico.

Nel primo caso è stato adottato il metodo di correlazione diretta RBS (Road Bridge Specification) che si basa sulla relazione:

$$\varphi' = \sqrt{(15 * N_{\text{norm}})} + 15 \quad (\text{Metodo di Road Bridge Specification, 1989})$$

| Sond. | Prof. SPT (m) | N _{norm} | φ' |
|-----------|------------------|-------------------|------------|
| S1 | SPT1 2.8 | 86 | 51 |
| | SPT2 7.2 | 66 | 46 |
| | SPT3 12.1 | 7 | 25 |
| | SPT4 15.0 | 32 | 37 |
| S2 | SPT1 2.4 | 146 | 62 |
| | SPT2 6.5 | 56 | 44 |
| | SPT3 13.4 | 25 | 34 |
| | SPT4 17.2 | 42 | 40 |
| S4 | SPT1 2.1 | 58 | 44 |
| | SPT2 5.2 | 62 | 45 |
| | SPT3 11.1 | 28 | 35 |
| | SPT4 17.0 | 45 | 41 |
| S5 | SPT1 2.7 | 50 | 42 |
| | SPT2 6.4 | 56 | 44 |
| | SPT3 11.5 | 40 | 40 |
| | SPT4 15.3 | 50 | 42 |
| S6 | SPT1 4.5 | 25 | 34 |
| | SPT2 7.7 | 30 | 36 |
| | SPT3 15.3 | 30 | 36 |

Da questa elaborazione i valori di φ' risultano piuttosto dispersi caratterizzati da un ampio intervallo ($\varphi' = 25^\circ - 62^\circ$), pertanto, ai fini della caratterizzazione geotecnica dei depositi, considerando tutti i limiti, ampiamente discussi nella letteratura geotecnica riguardante l'elaborazione di SPT su terreni coesivi (come nel nostro caso), si è fatto riferimento prevalentemente alle prove di laboratorio geotecnico i cui risultati sono integralmente riportati in allegato.

Modulo di Young E'

Una stima attendibile del modulo elastico E' a partire dai risultati delle prove SPT, si ottiene con la relazione seguente (rif. Bowles – “Fondazioni” – Mc Graw- Hill, 1991):

$$E' = C1 * (N'55 + C2) \text{ [kPa]}$$

dove $C1$ ed $C2$ sono coefficienti variabili in funzione del tipo di terreno ed $N'55$ si ricava a partire dal numero di colpi standard $N'70$, calcolato, a partire dal valore $NSPT$, con la seguente relazione:

$$N'70 = CN \times NSPT \times \eta1 \times \eta2 \times \eta3 \times \eta4$$

in cui:

- CN è un coefficiente che tiene conto del sovraccarico, ed è calcolato secondo la formula di Liao e Withman (1986) riportata al paragrafo 6.3. I valori di CN sono riportati a pagg. 23 e 24;
- $\eta1, \eta2, \eta3, \eta4$ sono fattori correttivi che dipendono rispettivamente dal tipo di maglio, dalla lunghezza della fune, dal tipo di sonda campionatrice e dal diametro del foro. Nel caso in esame, si è considerato un valore di $\eta1$ pari a 0,857 ($\eta1 = Er/Er_b = 60/70$, essendo Er il rapporto energetico medio e Er_b è il valore standard). I coefficienti $\eta2, \eta3, \eta4$ sono invece stati considerati pari all'unità (rif. Bowles - Tab. 3.3).

Per passare da $N'70$ a $N'55$ si utilizza la seguente espressione (rif. Bowles - par. 3.7):

$$N'55 = (70/55) * N'70$$

In corrispondenza dei terreni ghiaiosi-sabbiosi, per $Nspt > 15$, il modulo elastico E' si ricava mediante la seguente relazione (cfr. Bowles – Tab. 5.5)

$$E' = 600 * (N'55 + 6) + 2000 \text{ [kPa]}$$



Per le sabbie limose, e quindi più attinente al nostro caso) viene invece adottata la relazione (cfr. Bowles - b.5.5):

$$E' = 300 * (N'_{55} + 6) \text{ [kPa]}$$

Modulo di compressione edometrica E_{ed}

I valori del modulo di compressione edometrica E_{ed} sono stati ricavati con la seguente formula, a partire dai valori del modulo di elasticità E' ricavati con la relazione di *Bowles*, assumendo per il coefficiente di Poisson il valore 0,2:

$$E_{ed} = E' \frac{(1-\nu')}{(1+\nu') \cdot (1-2\nu')}$$

Di seguito una tabella riassuntiva di quanto emerso dall'elaborazione delle prove SPT:



| Sond. | Prof. SPT (m) | Litologia | N _{norm} | N70 | N55 | E'(kPa) | Ed (kPa) |
|-----------|------------------|-----------|-------------------|------------|------------|----------------|---------------------|
| S1 | SPT1 2.8 | G | 86 | 73 | 93 | 29784.88 | 40095.03 |
| | SPT2 7.2 | G | 66 | 56 | 72 | 23341.86 | 31421.74 |
| | SPT3 12.1 | L | 7 | 6 | 7 | 3958.082 | 5328.187 |
| | SPT4 15.0 | G | 32 | 27 | 34 | 12124.53 | 16321.48 |
| S2 | SPT1 2.4 | G | 146 | 125 | 159 | 49502.18 | 66637.54 |
| | SPT2 6.5 | G | 56 | 48 | 61 | 20167.32 | 27148.31 |
| | SPT3 13.4 | L | 25 | 21 | 27 | 10002.92 | 13465.46 |
| | SPT4 17.2 | G | 42 | 36 | 46 | 15573.79 | 20964.72 |
| S4 | SPT1 2.1 | L | 58 | 50 | 63 | 20719.61 | 27891.78 |
| | SPT2 5.2 | G | 62 | 53 | 68 | 22083.31 | 29727.53 |
| | SPT3 11.1 | L | 28 | 24 | 30 | 10812.79 | 14555.68 |
| | SPT4 17.0 | G | 45 | 39 | 49 | 16520.49 | 22239.12 |
| S5 | SPT1 2.7 | L | 50 | 43 | 55 | 18246.79 | 24562.99 |
| | SPT2 6.4 | G | 56 | 48 | 61 | 20083.13 | 27034.98 |
| | SPT3 11.5 | L | 40 | 34 | 44 | 14910.6 | 20071.96 |
| | SPT4 15.3 | G | 50 | 43 | 55 | 18229.51 | 24539.72 |
| S6 | SPT1 4.5 | L | 25 | 21 | 27 | 9939.209 | 13379.7 |
| | SPT2 7.7 | G | 30 | 26 | 33 | 11556.16 | 15556.37 |
| | SPT3 15.3 | G | 30 | 26 | 33 | 11657.71 | 15693.06 |

NOTA *: in merito alla litologia **G** indica il deposito ghiaioso, **L** indica gli orizzonti limosi-sabbiosi/limosi-argillosi, si evidenzia che in quest'ultimo possono essere presenti inclusi ghiaiosi talora abbondanti.



Densità relativa D_R

Per la valutazione del grado di addensamento medio si è fatto riferimento alla relazione proposta da *Meyerhof* (1957) basata sui dati sperimentali di *Gibbs & Holtz* (1957), che fornisce il valore della densità relativa D_R in funzione del parametro N_{SPT} e della pressione verticale efficace agente al livello indagato con la prova SPT, secondo la seguente espressione:

$$D_R = 21 [N_{SPT}/(\sigma'_v + 0,7)]^{0,5}$$

con il valore di σ'_v è espresso in kg/cm^2 .

Il metodo di *Gibbs & Holtz* sopra descritto è valido per le sabbie da fini a grossolane pulite, per qualunque valore di pressione efficace, in depositi normalmente consolidati. Nel caso di depositi ghiaiosi il valore $D_r(\%)$ viene sovrastimato come visibile dalla tabella di seguito riportata:

| Sond. | Prof. SPT (m) | Litologia | Nspt | Dr % |
|-----------|---------------|-----------|------|------|
| S1 | SPT1 2.8 | G | 64 | 149 |
| | SPT2 7.2 | G | 79 | 127 |
| | SPT3 12.1 | L | 10 | 38 |
| | SPT4 15.0 | G | 56 | 79 |
| S2 | SPT1 2.4 | G | 101 | 193 |
| | SPT2 6.5 | G | 64 | 118 |
| | SPT3 13.4 | L | 40 | 73 |
| | SPT4 17.2 | G | 80 | 90 |
| S4 | SPT1 2.1 | L | 37 | 121 |
| | SPT2 5.2 | G | 64 | 126 |
| | SPT3 11.1 | L | 40 | 79 |
| | SPT4 17.0 | G | 85 | 93 |
| S5 | SPT1 2.7 | L | 36 | 114 |
| | SPT2 6.4 | G | 64 | 118 |
| | SPT3 11.5 | L | 60 | 94 |
| | SPT4 15.3 | G | 90 | 100 |
| S6 | SPT1 4.5 | L | 23 | 80 |
| | SPT2 7.7 | G | 37 | 85 |
| | SPT3 15.3 | G | 54 | 77 |

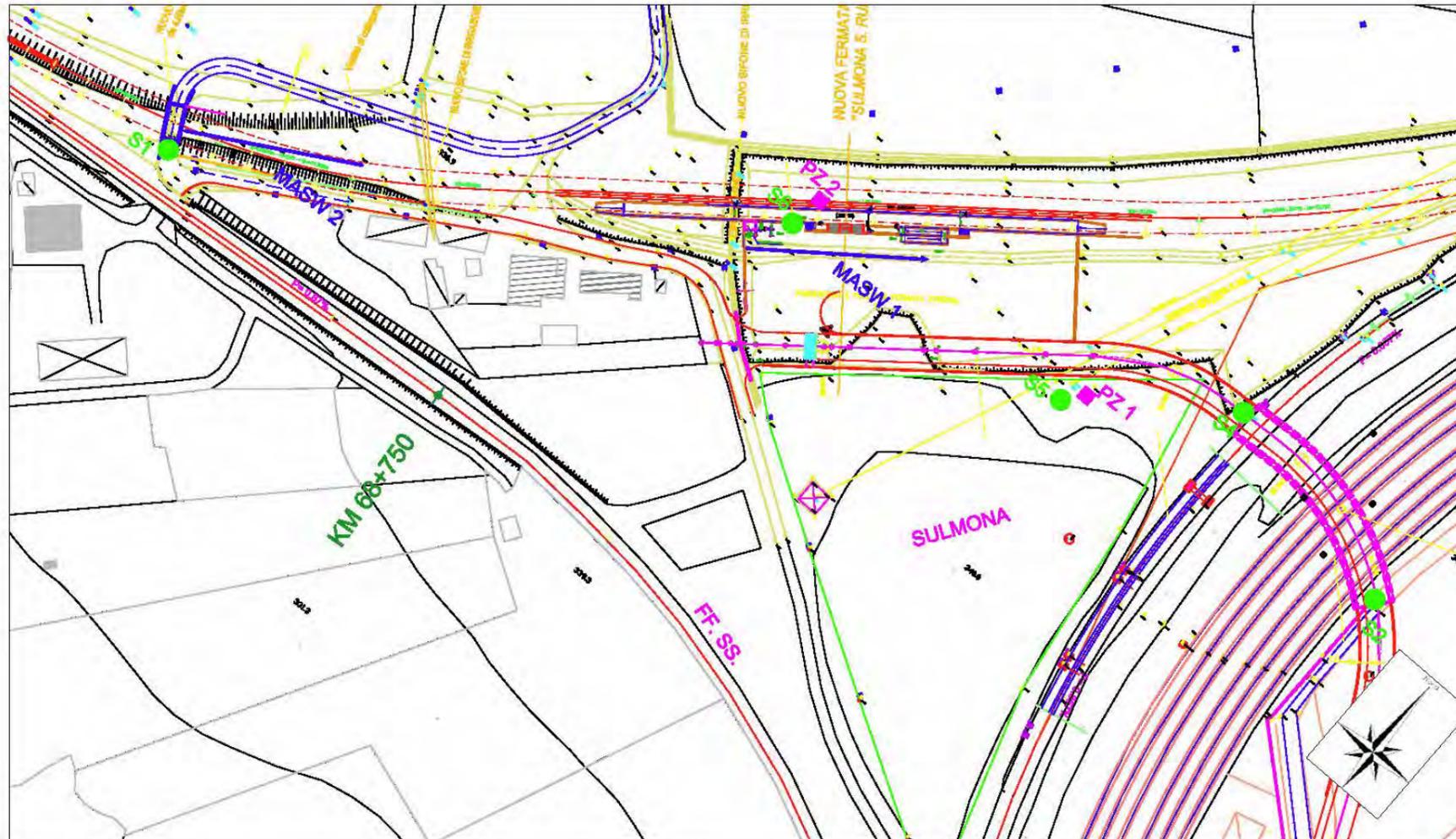
Per i terreni a comportamento coesivo e pseudo-coesivo la parametrizzazione, oltre alle prove dinamiche in foro, ha tenuto conto delle prove di consistenza in sito eseguite sui reperti di carotaggio con il Pocket penetrometer, mediante le quali si sono ottenute valide indicazioni sui valori di resistenza in condizioni non drenate.

| Resistenza al penetrometro tascabile | 0 | 0,25 | 0,50 | 1,00 | 2,00 | 4,00 | > 4.0 Kg/cm ² |
|--------------------------------------|---------------|------------------|---------------------------|-------------|-------------------|------|--------------------------|
| | | | | | | | |
| | INCONSISTENTE | POCO CONSISTENTE | MODERATAMENTE CONSISTENTE | CONSISTENTE | MOLTO CONSISTENTE | DURO | |
| | | | | | | | |

Schema dei valori di consistenza misurati in base alla classificazione A.G.I.,1977

Lo schema generale dell'area, in base alle considerazioni sopra espone e quelle riportate ed evidenziate nel modello geologico riportato a pag.17 ed all'omogeneizzazione dei diversi dati di cui si dispone, consente di ricondurre il tutto al profilo litotecnico riportato a pagg. 13-14 a cui il progettista può fare riferimento per le sue valutazioni di carattere tecnico. Si precisa che, alla formazione ghiaiosa sono stati assegnati range di valori che tengono conto delle variabili riscontrate ed analizzate per la parametrizzazione del deposito. Di seguito si riporta in ordine il profilo generale con la planimetria indicante i punti di indagine e due profili di dettaglio:

UBICAZIONE DELLE INDAGINI E MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO DELL'AREA DI STUDIO



LEGENDA

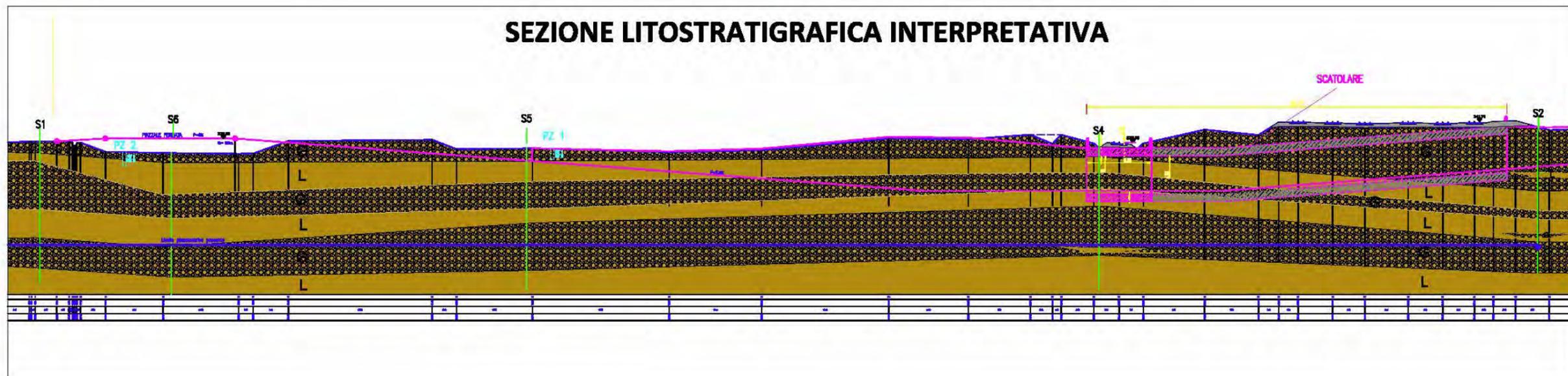
- S Sondaggio geognostico
- PZ Pozzetto esplorativo
- Indagine MASW

PARAMETRI GEOTECNICI pK154.78 - pK 2

| | |
|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Deposito alluvionale ghiaioso (G). | $\gamma = 20-21 \text{ kN/mc}$ $\phi = 32-35^\circ$ $Dr = 70-85\%$ $E' = 15000-30000 \text{ KpA}$ |
| Limo argilloso con inclusi calcarei (L). | $\gamma = 18.0-18.4 \text{ kN/mc}$ $\phi = 21-24^\circ$ $C' = 5.0-15.0 \text{ kPa}$ $Cu = 70-100 \text{ kPa}$ $Ed = 10000-15000 \text{ kPa}$ |
| Vs 30 = 520 m/s CATEGORIA DI SOTTOSUOLO B | |

DOVE:
 γ = Peso di volume C' = coesione efficace
 ϕ = angolo di attrito Cu = coesione non drenata
 E_d = modulo edometrico E' = modulo elastico

SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA INTERPRETATIVA



SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA/LITOTECNICA INTERPRETATIVA da pK 0.00 a pK 75.32

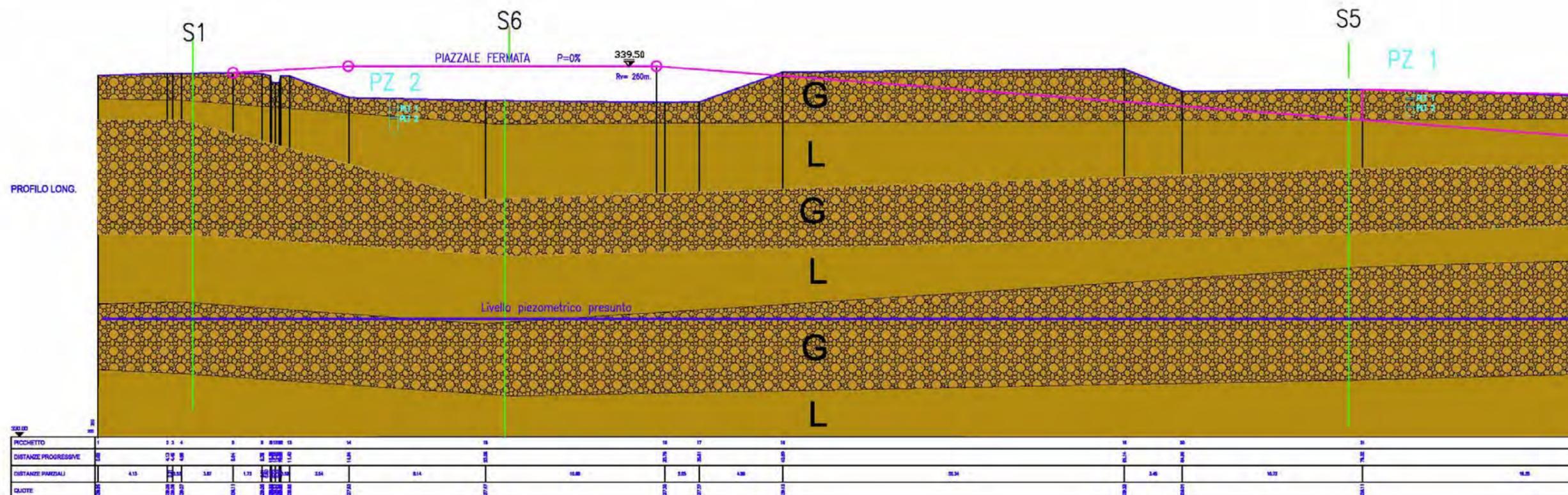
PARAMETRI GEOTECNICI pK 0.00 – pK 75.32

| | |
|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Deposito alluvionale ghiaioso (G). | $\gamma = 20-21 \text{ kN/mc}$ $\varphi = 32-35^\circ$ $Dr = 70-85\%$ $E' = 15000-30000 \text{ KPa}$ |
| Limo argilloso con inclusi calcarei (L). | $\gamma = 18.0-18.4 \text{ kN/mc}$ $\varphi = 21-24^\circ$ $C' = 5.0-15.0 \text{ kPa}$ $C_u = 70-100 \text{ kPa}$ $Ed = 10000-15000 \text{ kPa}$ |

| PROF. (m dal p.c.) | LITOLOGIA |
|------------------------------|-----------|
| 0.0 - 1.40/1.70 m | G |
| 1.40/1.70 - 2.80-7.00 m | L |
| 2.80/7.00- 7.50-9.65 m | G |
| 7.50-9.65 - 10.40-13.10 m | L |
| 10.40/13.10- 17.80 m | G |
| 17.80-20.0 m | L |

Vs 30 = 520 m/s CATEGORIA DI SOTTOSUOLO B

DOVE:
 γ = Peso di volume C' = coesione efficace
 φ = angolo di attrito C_u = coesione non drenata
 E_d = modulo edometrico E' = modulo elastico



SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA/LITOTECNICA INTERPRETATIVA da pK 154.78 a pK 219.20

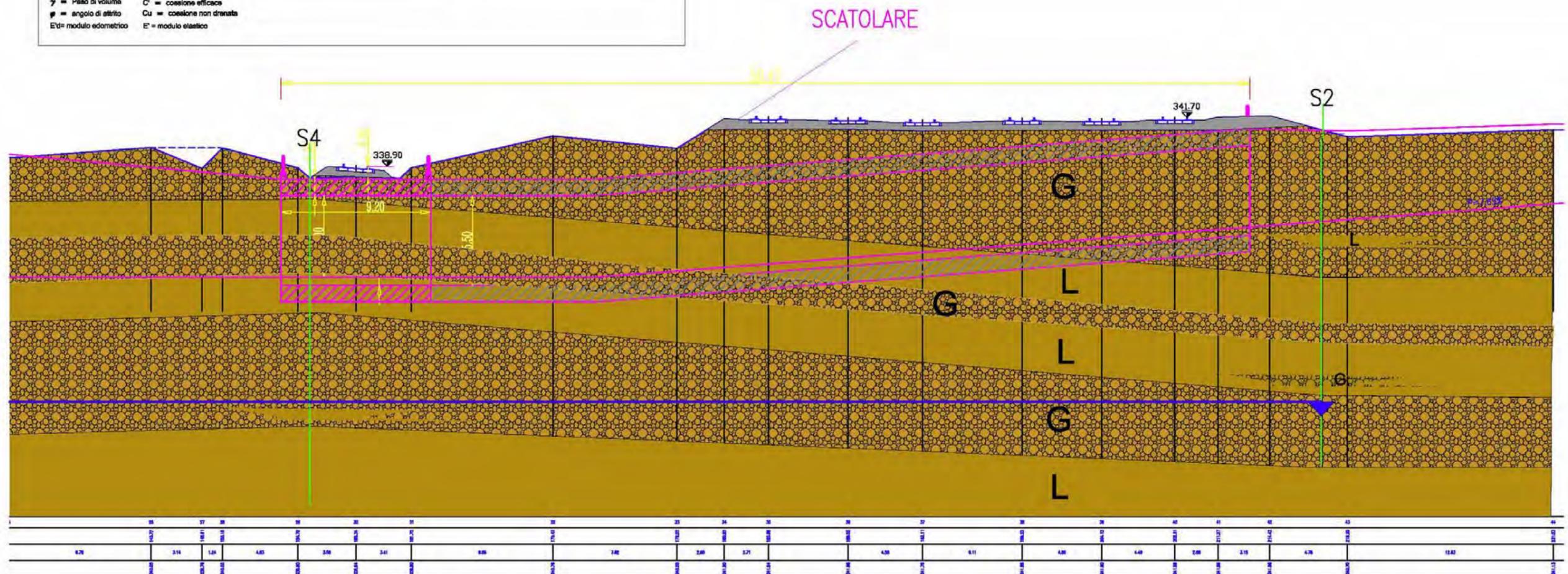
PARAMETRI GEOTECNICI pK154.78 -pK 219.20

| | | |
|--|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | Deposito alluvionale ghiaioso (G). | $\gamma = 20-21$ kN/mc $\varphi = 32-35^\circ$ $Dr = 70-85\%$ $E' = 15000-30000$ KpA |
| | Limo argilloso con inclusi calcarei (L). | $\gamma = 18.0-18.4$ kN/mc $\varphi = 21-24^\circ$ $C' = 5.0-15.0$ kPa $Cu = 70-100$ kPa $Ed = 10000-15000$ kPa |

| PROF. (m dal p.c.) | LITOLOGIA |
|---------------------------|-----------|
| 0.0 - 1.30/8.50 m | G |
| 1.30/8.50 - 3.40/11.40 m | L |
| 3.40/11.40 - 5.9/ 13.00 m | G |
| 5.9/ 13.00 - 8.3/16.0 m | L |
| 8.3/16.0 - 15.3-20.0 m | G |
| 15.3-20.0 m | L |

Vs 30 = 520 m/s CATEGORIA DI SOTTOSUOLO B

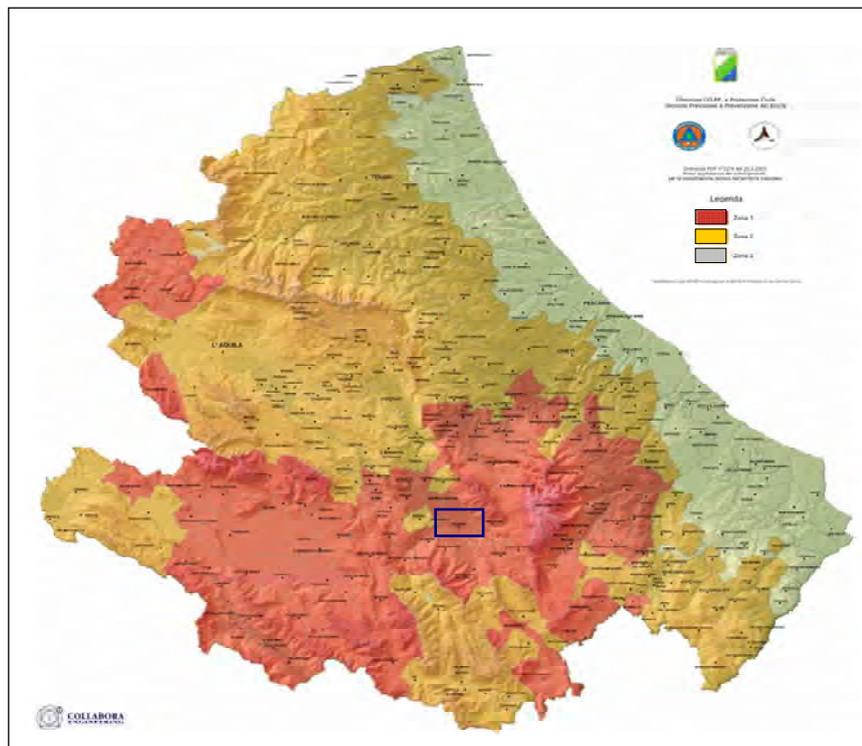
DOVE:
 γ = Peso di volume C' = coesione efficace
 φ = angolo di attrito Cu = coesione non drenata
 Ed = modulo edometrico E' = modulo elastico



7.0 SISMICITA' DELL'AREA

In seguito al ripetersi di eventi sismici calamitosi che hanno investito anche zone ritenute e classificate con la 64/74 non sismiche, per una ridefinizione del rischio sismico, è stata emanata, in data 20 Marzo 2003, l'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" pubblicata sulla G.U. n. 105 del 8.5.2003. Alla stessa è allegata la nuova classificazione sismica del territorio nazionale, articolata in quattro zone, a sismicità alta media e bassa, la quarta zona, di nuova introduzione, è data facoltà alla Regione di imporre l'obbligo della progettazione antisismica.

In base alla riclassificazione del territorio comunale di **Sulmona** è individuato in **Zona sismica 1**.



7.1 CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE

Il Decreto Ministeriale 14 Gennaio 2008 recante “*Norme Tecniche per le Costruzioni*” raccoglie in modo unitario le norme nazionali che disciplinano la progettazione, l’esecuzione ed il collaudo delle costruzioni al fine di garantire criteri univoci di sicurezza e pubblica incolumità.

In particolare, per quanto di nostra competenza, nel decreto sono definiti i modelli per la descrizione delle azioni agenti sulle strutture con particolare riferimento all’azione sismica.

Come indicato nel Decreto le azioni sismiche di progetto sono definite sulla base della “pericolosità sismica di base”, caratteristica del sito di costruzione. Questa è funzione di diversi parametri:

- accelerazione orizzontale massima del sito a_g
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale
- T_c periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

Allo stato attuale ai fini della definizione dell’azione sismica di progetto la normativa definisce le seguenti categorie di sottosuolo a cui si può fare riferimento per valutare la risposta sismica locale:

- A** *Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* caratterizzati da valori di V_{S30} superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3,0 m.
- B** *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{S30} compresi tra 360 e 800 m/s (ovvero $N_{SPT} > 50$ nei terreni a grana grossa e $Cu_{30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
- C** *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{S30} compresi tra 180 e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT} < 50$ nei terreni a grana grossa, $70 < Cu_{30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
- D** *Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti* con spessori superiori a 30 m,

caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{S30} inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT30} < 15$ nei terreni a grana grossa, e $C_{u30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).

E Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m posti sul substrato di riferimento $V_{S30} > 800$ m/s.

Sono poi definite delle categorie di suolo aggiuntive a quelle sopra elencate di seguito elencate:

S1 Depositi di terreni caratterizzati da valori di V_{S30} inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < C_{u30} < 20$ KPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.

S2 Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Nelle definizioni precedenti V_{S30} è la velocità media di propagazione entro 30 m di profondità delle onde di taglio.

Data la necessità di caratterizzare il *volume significativo di terreno* inteso come la porzione di sottosuolo che influenza il manufatto esistente e data la variabilità litologica dei terreni che costituiscono il sottosuolo dell'area investigata, per l'assegnazione della categoria di suolo si è proceduto determinando, mediante l'elaborazione delle n. 2 indagini sismiche di tipo MASW, il valore di **V_{S30} pari a 520 m/s e a 415 m/s**; pertanto, i terreni risultano ascrivibili alla categoria di suolo di fondazione previsto nel Norme tecniche per le costruzioni (D.M. 14/01/09) AZIONE SISMICA:

| CATEGORIE DI SUOLO PREVISTE NELLE NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Categoria B <i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti</i> |

Per tener conto delle condizioni topografiche si utilizzano i valori del coefficiente topografico S_T riportati nella Tabella che segue che segue in funzione delle categorie topografiche definite dalla normativa e dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento.

| Categoria | Caratteristiche della superficie topografica |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| T1 | Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazioni $\leq 15^\circ$ |
| T2 | Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$ |
| T3 | Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione $15 \leq i \leq 30^\circ$ |
| T4 | Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $> 30^\circ$ |

Nel caso specifico il sito di progetto presenta superficie sub-pianeggiate con categoria T1= 1.0.

Nella definizione della pericolosità sismica di base è importante evidenziare il comportamento dei valori di a_g/g . Nel sito ufficiale dell'INGV, attraverso l'applicazione Webgis, è possibile visualizzare tali valori. In accordo con l'Allegato 7 OPCM 3907/2010, questi sono espressi con rettangoli colorati (in corrispondenza dei nodi della maglia di riferimento) in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno (a_g), con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferiti a suoli rigidi orizzontali ($V_{s30} > 800$ m/s). Per il territorio comunale di Sulmona il valore di a_g è pari a 0.25858 (fig. 12).

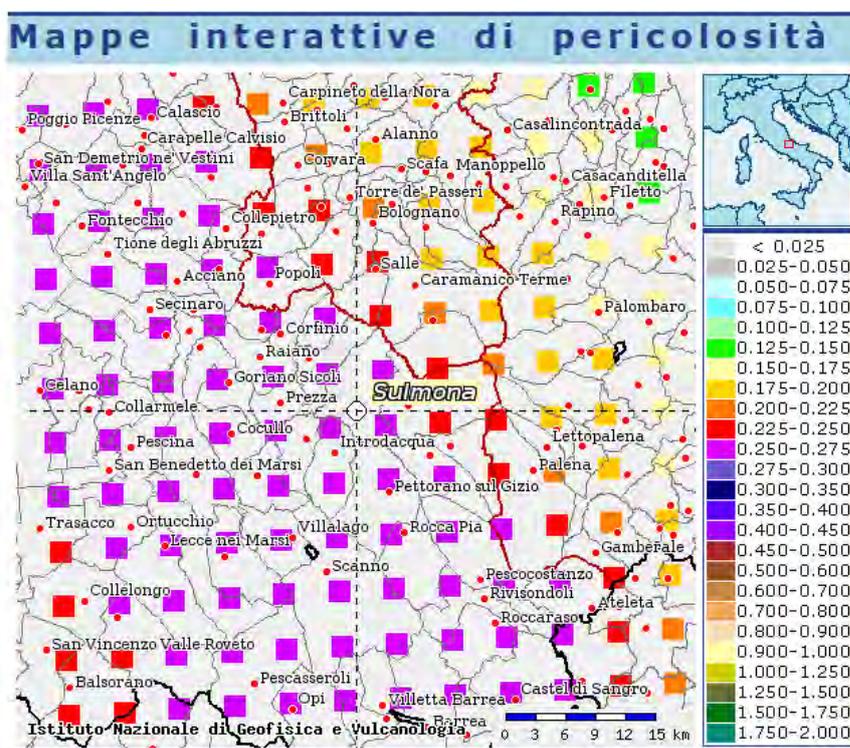


Figura 12 - Mappa interattiva di pericolosità sismica (INGV).

7.2 PARAMETRI SISMICI

Di seguito i parametri sismici ricavati dal programma disponibile sul sito www.geostru.com

Via: n°:

Comune: Cap:

Provincia:

WGS84 (°)

Latitudine:

Longitudine:

Isole:

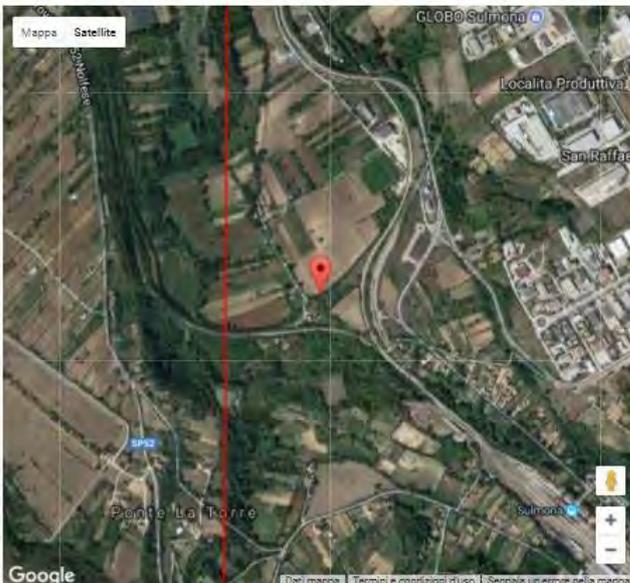
(1)* Coordinate WGS84 (°)
 Latitudine: Longitudine:

(1)* Coordinate ED50 (°)
 Latitudine: Longitudine:

Classe dell'edificio
 II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...

Qu = 5

Vita nominale
 (Opere provvisorie <=10, Opere ordinarie >=50, Grandi opere >=100)
 Interpolazione:



42,067518, 13,897256

Visualizza vertici della maglia di appartenenza

(1)* Il software converte i dati dal sistema WGS84 al sistema ED50, prima di elaborare i risultati è comunque possibile inserire direttamente le coordinate nel sistema ED50. I punti sulla mappa sono da considerarsi esclusivamente in coordinate WGS84.
 (2)* Il file creato con "Salva file" può essere importato automaticamente negli applicativi GeoStru.

| Stato Limite | Tr [anni] | a ₀ [g] | F ₀ | T _c [s] |
|----------------------------------------------|-----------|--------------------|----------------|--------------------|
| Operatività (SLO) | 30 | 0,077 | 2,370 | 0,275 |
| Danno (SLD) | 50 | 0,101 | 2,326 | 0,284 |
| Salvaguardia vita (SLV) | 475 | 0,256 | 2,363 | 0,346 |
| Prevenzione collasso (SLC) | 975 | 0,328 | 2,403 | 0,363 |
| Periodo di riferimento per l'azione sismica: | | 50 | | |

CALCOLO COEFFICIENTI SISMICI

Muri di sostegno Paratie

Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m):
 us (m):

Categoria sottosuolo:
 Categoria topografica:

| | SLO | SLD | SLV | SLC |
|--------------------------------------|------|------|------|------|
| Ss * Amplificazione stratigrafica | 1,20 | 1,20 | 1,16 | 1,09 |
| Cc * Coeff. funz categoria | 1,42 | 1,42 | 1,36 | 1,35 |
| St * Amplificazione topografica | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |

Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]:

| Coefficienti | SLO | SLD | SLV | SLC |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|
| kh | 0,019 | 0,029 | 0,083 | 0,100 |
| kv | 0,009 | 0,015 | 0,042 | 0,050 |
| Am _{ax} [m/s²] | 0,907 | 1,190 | 2,911 | 3,502 |
| Beta | 0,200 | 0,240 | 0,280 | 0,280 |

* I valori di Ss, Cc ed St possono essere variati.

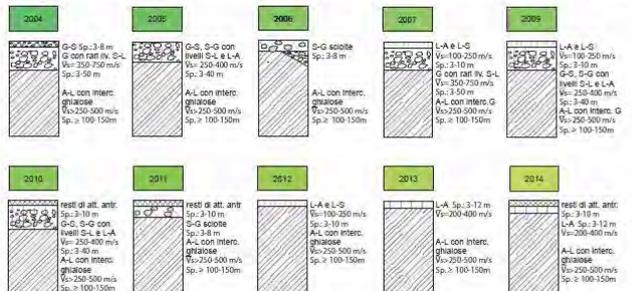
Si evidenzia, infine, che nel comune di Sulmona è stato prodotto lo Studio di Microzonazione Sismica di Livello I, del quale si riportano di seguito i relativi stralci cartografici con indicata l'area in esame:



STRALCIO CARTA MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS)

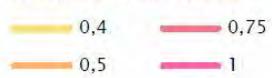


COLONNE STRATIGRAFICHE SCHEMATICHE DELLE MICROZONE: AREE CON VALORI DI $F_0 < 1$ Hz



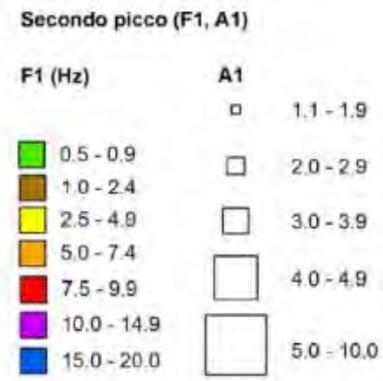
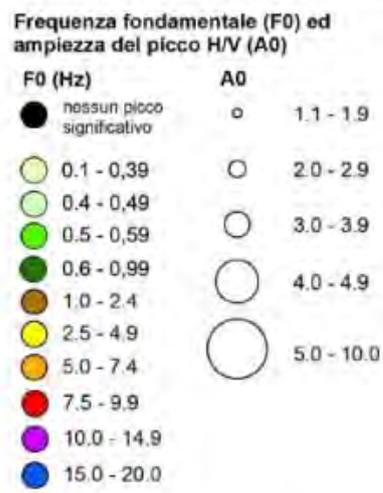
- S** Substrato geologico lapideo (Calcarei e calcari dolomitici) in strati da medi a spessi Vs=800 m/s
- Substrato geologico molto fratturato
- ghiaie addensate con rari livelli sabbioso-finosi (UL E2-It) Vs= 300-350 m/s Spessore: 3-20 m
- ghiaie sabbiose e sabbie ghiaiose da poco a moderatamente addensate con livelli sabbioso-finosi e limoso-argillosi (UL E4-It) Vs= 250-400 m/s Spessore: 3-40 m
- ghiaie sabbiose poco addensate (UL E4-It) Spessore: 3-6 m
- sabbie ghiaiose sciolte (UL E5-IV) Spessore: 3-8 m
- limi argillosi e limi sabbiosi coesivi (UL F3-V) Vs= 100-250 m/s Spessore: 3-10 m
- resti di attività antropiche (UL G) Vs= 250-350 m/s Spessore: 3-10 m
- limi argillosi coesivi poco consistenti (UL F3-V) Vs= 200-400 m/s Spessore: 5-12 m
- breccie e conglomerati clasto-sostenuti (UL C1) Spessore affiorante: 3-45 m (spessa max: 100m)
- detriti calcarei sciolti, localmente contenente blocchi medi (UL E1-It2)

Curve dei valori in "Hz" della frequenza di risonanza del sito (F_0), interpolate dai dati di rumore (HVSR)



- Zone di Attenzione**
- Liquefazioni
 - Zone Potenzialmente Instabili
 - Instabilità di Versante

LEGENDA DELLA CARTA DELLE FREQUENZE DI RISONANZA



8.0 RISCHIO LIQUEFAZIONE

Il D.M. 14.01.2008, al paragrafo 7.11.3.4, stabilisce che “il sito presso il quale è ubicato l’edificio deve essere stabile nei confronti della liquefazione, intendendo con tale termine quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate” e che (Punto 7.11.3.4.2) “La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;
2. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di $0,1g$;
3. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
4. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)60 > 30$ oppure $qc1N > 180$ dove $(N1)60$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e $qc1N$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
5. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Figura 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.”

Al Punto 7.11.3.4.3. del suddetto D.M. viene stabilito che “Quando nessuna delle condizioni del § 7.11.3.4.2 risulti soddisfatta e il terreno di fondazione comprenda strati estesi o lenti spesse di sabbie sciolte sotto falda, occorre valutare il coefficiente di sicurezza alla liquefazione alle profondità in cui sono presenti i terreni potenzialmente liquefacibili.”

La liquefazione del terreno durante i terremoti è una delle più importanti cause di danneggiamento e collasso delle costruzioni fondate su terreni sciolti saturi.

Alla liquefazione del terreno possono infatti associarsi estesi fenomeni di subsidenza, movimenti di masse fluidificate di terreno, ecc., ma anche effetti meno devastanti (cedimenti differenziali, lesioni negli edifici, ecc.) che tuttavia possono produrre gravissimi danni al patrimonio abitativo e artistico di una località.

La liquefazione di un deposito è il risultato dell'effetto combinato di due principali fattori: le condizioni del terreno (fattore di predisposizione) e la sismicità (fattore scatenante).

8.1 FATTORI CHE PREDISPONGONO ALLA LIQUEFAZIONE

Il fenomeno della liquefazione interessa i depositi incoerenti saturi che, durante ed immediatamente dopo una sollecitazione di tipo ciclico, subiscono una drastica riduzione della resistenza al taglio.

A seguito di tale evento, le condizioni di stabilità non sono più garantite e la massa di terreno interessata dal fenomeno comincia ad assestarsi fino al raggiungimento di una condizione di equilibrio compatibile con la nuova resistenza al taglio.

Ai fini delle presenti norme, il termine "liquefazione" denota una diminuzione di resistenza a taglio e/o di rigidità causata dall'aumento di pressione interstiziale in un terreno saturo non coesivo durante lo scuotimento sismico, tale da generare deformazioni permanenti significative o persino l'annullamento degli sforzi efficaci nel terreno.

Deve essere verificata la suscettibilità alla liquefazione quando la falda freatica si trova in prossimità della superficie ed il terreno di fondazione comprende strati estesi o lenti spesse di sabbie sciolte sotto falda, anche se contenenti una frazione fine limo-argillosa.

La causa principale è il sorgere di un notevole aumento delle pressioni interstiziali, che assumono valori prossimi a quelli delle pressioni totali, realizzando condizioni di resistenza al taglio praticamente nulla: il terreno si comporta come un liquido.

La probabilità che un deposito raggiunga le condizioni per la liquefazione dipende anche dallo stato di addensamento, dalla composizione granulometrica, dalle condizioni di drenaggio, dalla storia delle sollecitazioni sismiche e dall'età del deposito stesso.

Tanto minore è il grado di addensamento del materiale (elevato indice dei vuoti e bassa densità relativa) tanto maggiore è la probabilità che, a parità di altre condizioni, un deposito raggiunga lo stato di liquefazione.

I depositi sabbiosi con più alto potenziale di liquefazione sono i più recenti.

A parità di composizione e di altre condizioni lo stesso deposito, se più antico, avrà sviluppato legami intergranulari e cementazioni sempre più forti con il tempo.

Inoltre la struttura di un deposito antico sarà resa più stabile ed omogenea per gli effetti delle vibrazioni indotte da precedenti terremoti di piccola entità.

METODO SEED E IDRIS

Il metodo Seed e Idriss è il più noto e utilizzato dei metodi semplificati. La valutazione della capacità di resistenza alla liquefazione (CRR - Cyclic Resistance Ratio) viene stimata nel seguente modo:

$$CRR = Na/90 \quad \text{con } Na = N_1 + N_{SPT} \times (1,7/0,7 +)$$

$$N_1 = 0,0 \text{ se } d_{50} > 0,25 \quad ; \quad 7,5 \text{ se } d_{50} \leq 0,25$$

Dove:

N_{SPT} è il numero di colpi della prova penetrometrica standard, d_{50} il diametro della curva granulometrica corrispondente al passante 50% espresso in millimetri, la pressione verticale efficace espressa in kg/cm^2 .

Per la magnitudo si utilizzano i seguenti valori riportati in tabella.

| Magnitudo | Seed H. B. & Idriss I. M. (1982) |
|-----------|-------------------------------------|
| 5,5 | 1,43 |
| 6,0 | 1,32 |
| 6,5 | 1,19 |
| 7,0 | 1,08 |
| 7,5 | 1,00 |
| 8,0 | 0,94 |
| 8,5 | 0,89 |

Al fine della valutazione si determina il fattore di sicurezza (FS) nel seguente modo:

$$FS = CRR/CSR$$

Un indice di riferimento per stabilire se un deposito sabbioso saturo è suscettibile alla liquefazione è il seguente:

$$PL = \int_0^{Z_{crit}} F(z) \cdot C_w(z) \cdot dz \quad (Iwasaki et Al. (1978))$$

$$F(z) = 1 - FS(z) \text{ se } FS \leq 1,0 \quad ; \quad 0,0 \text{ se } FS > 1,0$$

$$W(z) = 10^{-10} \cdot (z/z_{crit})$$

$$z_{crit} = 20 \text{ metri}$$

| <i>PL</i> | Rischio |
|------------|-------------|
| 0,0 | Molto basso |
| 0,0 – 5,0 | Basso |
| 5,0 – 15,0 | Alto |
| ≥ 15,0 | Molto alto |

Nel caso in esame, nonostante la falda si attesti ad una profondità > di 15.0 m dal p.c., è stata comunque eseguita una verifica alla liquefazione che ha mostrato un rischio molto basso. Viene di seguito riportata la verifica alla liquefazione eseguita considerando quanto emerso dal sondaggio S2:

Verifica alla liquefazione da prove SPT

Seed e Idriss (1982)

| Z (m) | Nspt (cp/ft) | σ_v (kg/cm ²) | σ'_v (kg/cm ²) | Na (-) | rd (-) | CRR | CRS | FS | PL |
|-------|-----------------|-------------------------------------|--------------------------------------|---------|--------|-------|-------|----------|------|
| 2.40 | 92.00 | 0.00 | 0.00 | 221.907 | 0.982 | 2.466 | 0.000 | 15222.72 | 0.00 |
| 6.50 | 64.00 | 0.02 | 0.02 | 151.849 | 0.950 | 1.687 | 0.000 | 10760.61 | 0.00 |
| 13.40 | 40.00 | 0.04 | 0.04 | 91.815 | 0.816 | 1.020 | 0.000 | 7574.95 | 0.00 |
| 17.20 | 80.00 | 0.04 | 0.04 | 183.603 | 0.715 | 2.040 | 0.000 | 16659.78 | 0.00 |

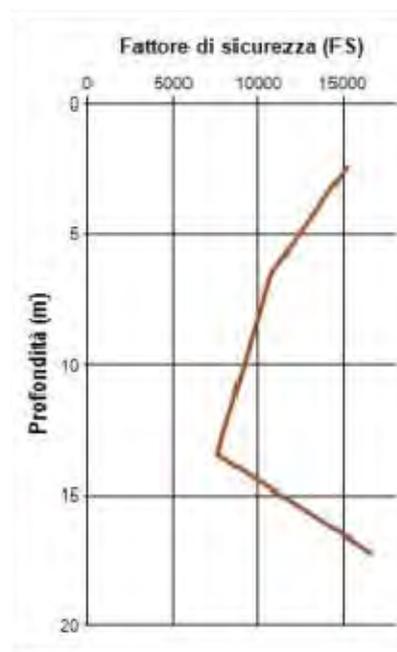
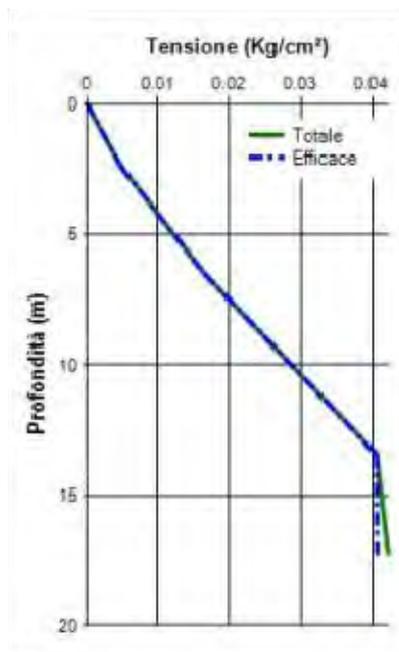
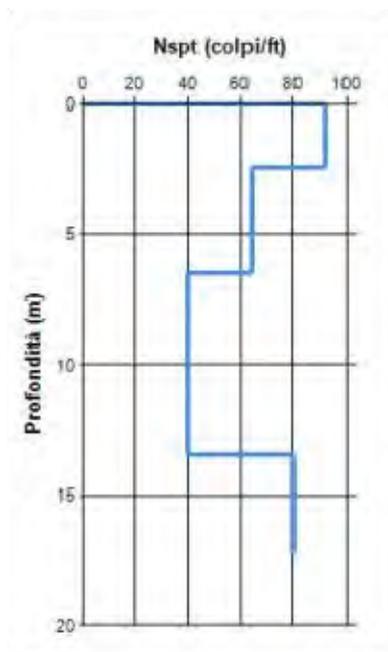
Z max (m)
20,00

Z critica (m)
20,00

PL (-)
0,00

Rischio
Molto basso

Se $FS \leq 1,30$ il deposito sabbioso saturo è potenzialmente liquefacibile.



Legenda:

Z = profondità; Nspt = numero di colpi/30 cm; σ_v = tensione verticale; σ'_v = tensione verticale efficace; Na = fattore; rd = coefficiente di riduzione delle tensioni; CRR = resistenza alla liquefazione; CRS = domanda di resistenza a liquefazione; FS = fattore di sicurezza; PL = potenziale di liquefazione.

9.0 CONCLUSIONI

Nella presente relazione si sono esposti i risultati di uno studio geologico-tecnico inerenti un'area del comune di Sulmona (AQ), interessata dai lavori aventi il seguente oggetto: **“RIPRISTINO COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELLA LINEA PESCARA-SULMONA-TERNI TRA LE PROGRESSIVE KM 66+300 69+000 CON REALIZZAZIONE DELLA NUOVA FERMATA SULMONA S.RUFINO E CONSEGUENTE RIPRISTINO ED ADEGUAMENTO DELL'ASSETTO VIARIO SU VIA PARADISO CON OPERE SOSTITUTIVE DELL'EX PL KM 66+767”**.

Il lavoro ha avuto lo scopo di fornire le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche, geotecniche e sismiche, dell'area interessata dal progetto. Pertanto, si è proceduto innanzitutto con un rilevamento geomorfologico dell'area, successivamente, per definire i modelli geologico, geotecnico e sismico è stata pianificata ed eseguita una campagna d'indagine.

La modellazione del terreno, geologica, geotecnica idrogeologica e geofisica, è stata effettuata nel rispetto delle Norme tecniche per le costruzioni del D.M. 14 febbraio 2008, con rilievo di dati puntuali del sottosuolo attraverso l'esecuzione di n. 5 sondaggi geognostici a carotaggio continuo, n. 2 pozzetti esplorativi, n.4 prove di carico su piastra, n.1 stendimento sismico di tipo MASW.

Dall'analisi delle indagini a disposizione è emerso che nel sito, a meno del terreno superficiale limoso sabbioso, si rinviene un deposito ghiaioso di taglia medio-grossolana con un buon grado di addensamento, in matrice limoso-sabbiosa di genesi fluviale; all'interno del deposito, si rilevano orizzonti ed intercalazioni metriche di limi sabbiosi/limi argillosi moderatamente consistenti/consistenti.

L'assetto idrogeologico è caratterizzato da un acquifero coincidente con i materiali terrazzati in modo particolare con il deposito ghiaioso, caratterizzato da una buona permeabilità in tutta la sua estensione latero-verticale. Si evidenzia che nel sondaggio denominato S2 è stato installato un piezometro a tubo aperto e la misura della falda è risultata pari a -16.42 m dal p.c.

Sulla base dell'elaborazione delle prove SPT eseguite nel corso dei sondaggi e dall'analisi delle prove di laboratorio geotecnico è stato possibile definire il modello geotecnico dell'area riportato a pag. 28 della presente relazione.

L'assetto morfologico dell'area, caratterizzata da un andamento pianeggiante, e la competenza dei materiali presenti, non favorisce fenomeni di genesi gravitativi pertanto il sito è stabile. Quanto affermato è stato inoltre confermato dalla consultazione della cartografia sia del PAI che del PSDA, secondo le quali la zona in studio non ricade all'interno di alcuna area perimetrata.

Similmente, il territorio comunale di **Sulmona** risulta classificato come **Zona sismica 1**. In particolare, come da Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri numero 3907 del 13 Novembre 2010, la pericolosità sismica di base, espressa in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno "ag" per il tempo di ritorno di 475 anni, valori sono compresi tra 0.25858.

Dall'elaborazione dei dati emersi dalle indagini di tipo MASW è stato possibile ricavare il valore delle V_{s30} pari a **520 m/s e 415 m/s** ed assegnare la categoria di sottosuolo di appartenenza dei litotipi (**categoria di sottosuolo "B"**), mentre per quanto riguarda la categoria topografica, l'area di studio appartiene ad una categoria topografica "**T1**".

La litologia dei materiali le caratteristiche di addensamento dei materiali stessi escludono fenomeni di liquefazione in occasione di sismi.

Si rimane a disposizione per eventuali chiarimenti.

ALLEGATI:

CARTA TOPOGRAFICA
CARTA GEOLOGICA
UBICAZIONE INDAGINI
STRATIGRAFIE DI SONDAGGIO
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
INDAGINI SISMICHE DI TIPO MASW
POZZETTI ESPLORATIVI
CERTIFICATI PROVE DI CARICO SU PIASTRA
CERTIFICATI PROVE DI LABORATORIO GEOTECNICO

TECHNOS  **IL S.R.L.**

GEOLOGIA - INDAGINI GEOGNOSTICHE
CONSOLIDAMENTI

TECHNOSOIL S.R.L. VIA FONTEVECCHIA, 4/B 65010 SPOLTORE (PE)
TEL./FAX 085/4157055 e-mail: technosoil@gmail.com
REGISTRO IMPRESE CCIAA 113499 P.I./C.F. 01589420684



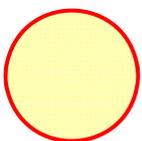
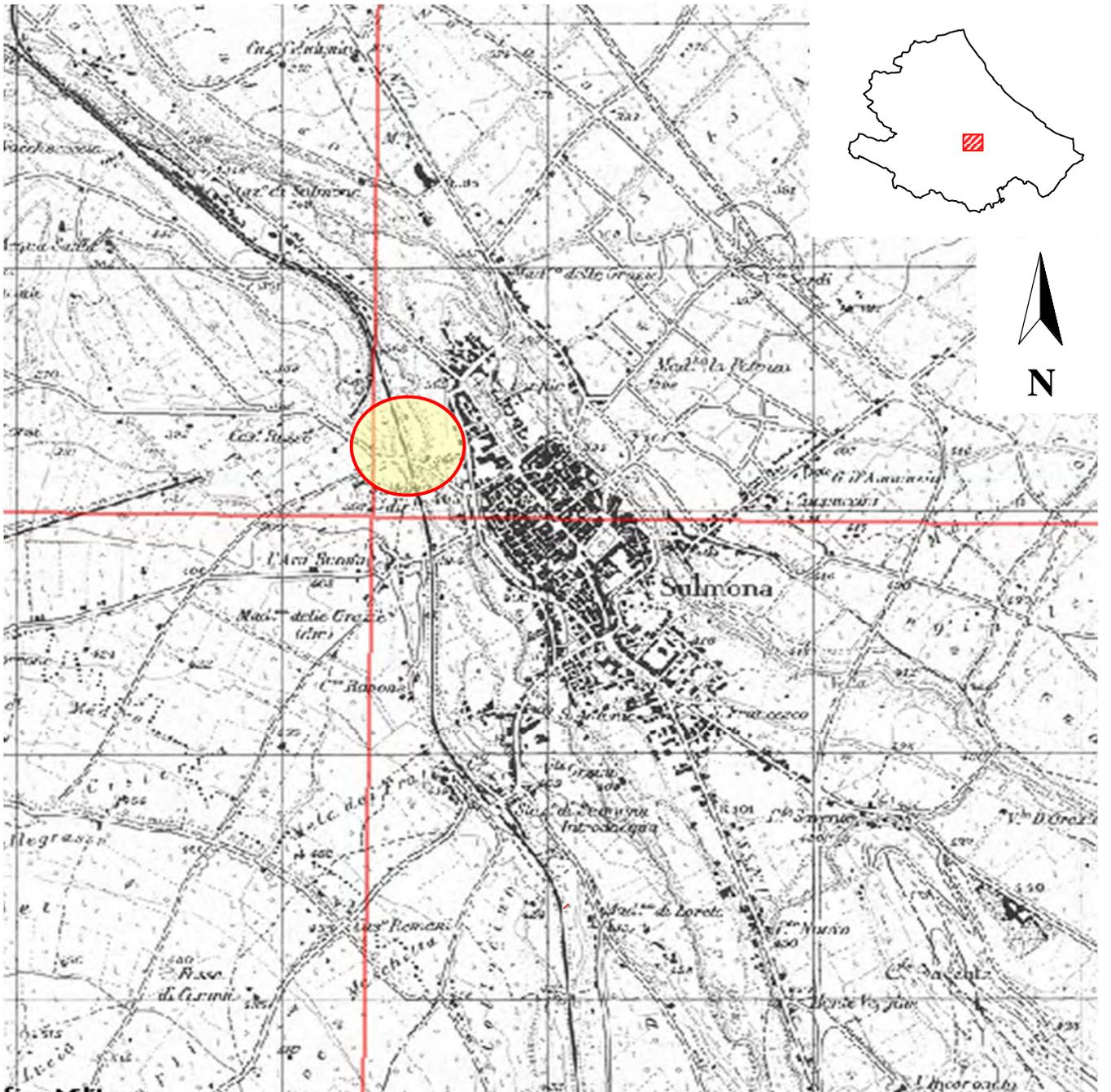
REF. N. 9862-A
CONFORME ALLA NORMA
UNI EN ISO 9001:2008



**LABORATORIO
AUTORIZZATO**
con Decreto Ministeriale n. 8685
del 26/09/2011

CARTA TOPOGRAFICA

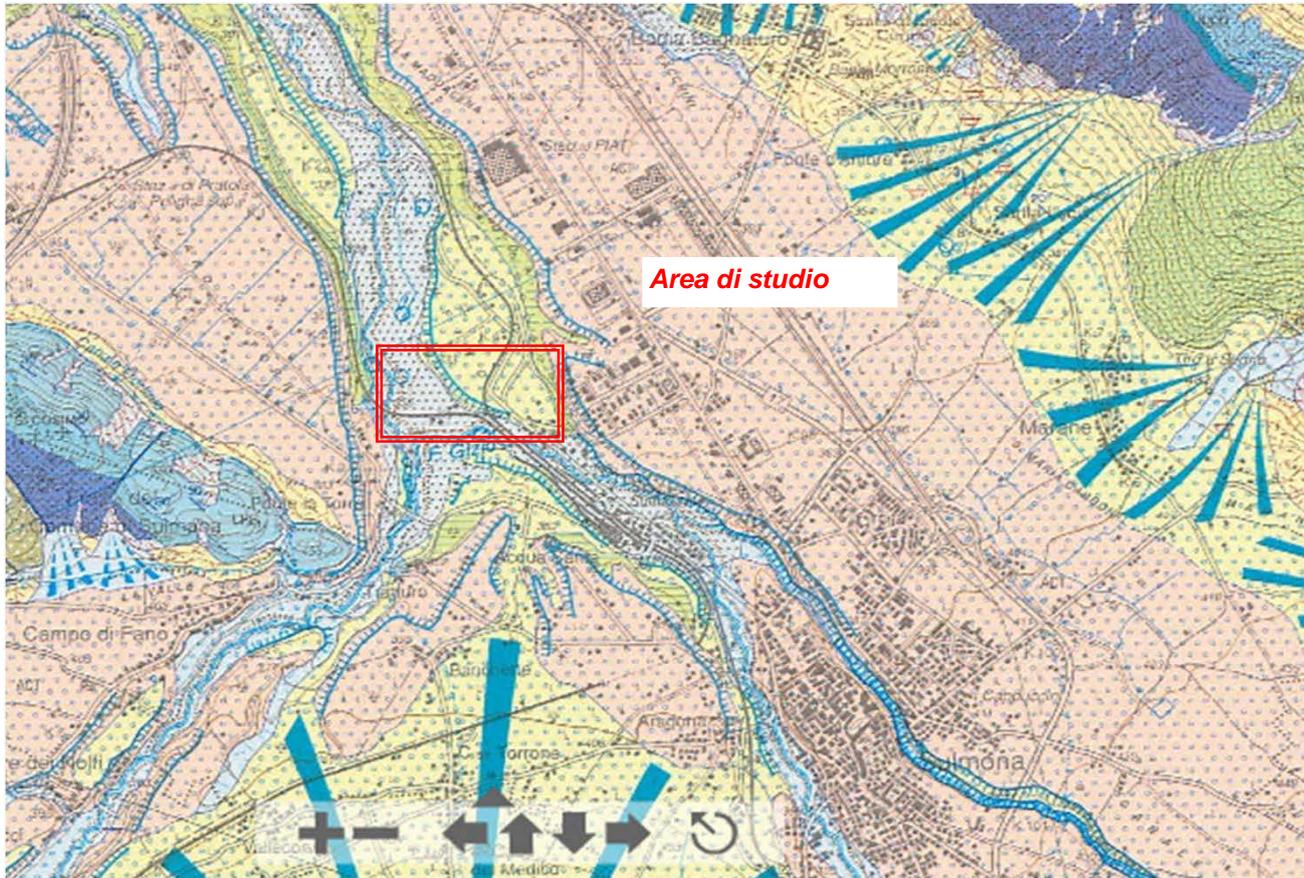
Scala 1:25000



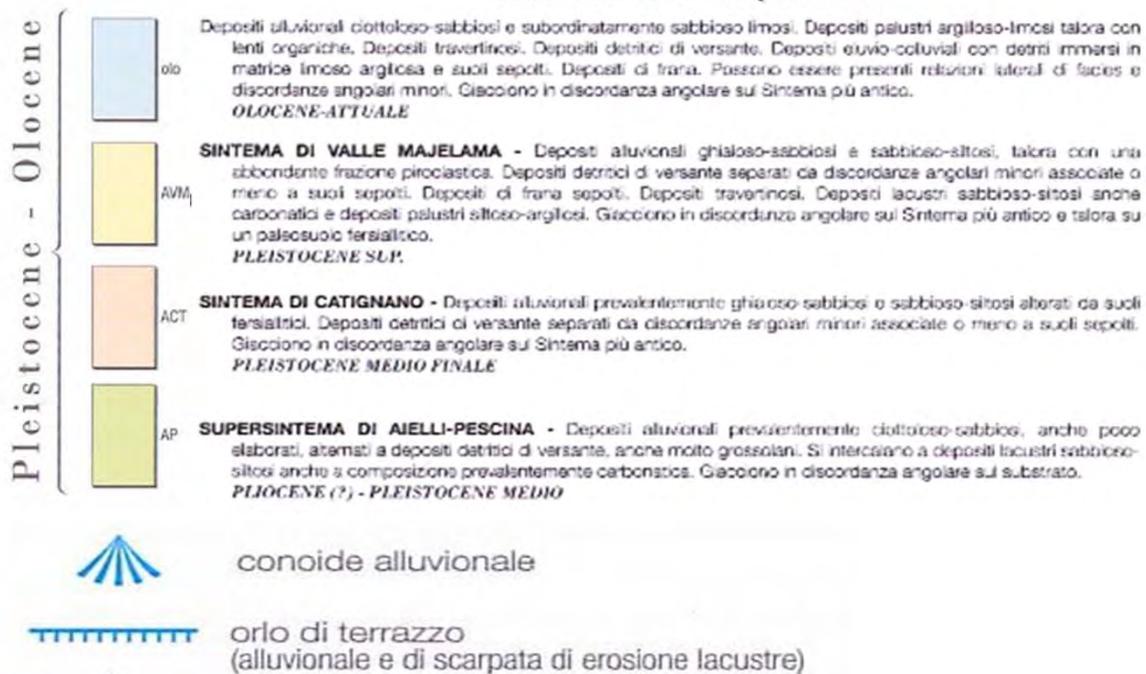
AREA DI STUDIO

CARTA GEOLOGICA

Scala 1:50000



DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI



UBICAZIONE INDAGINI

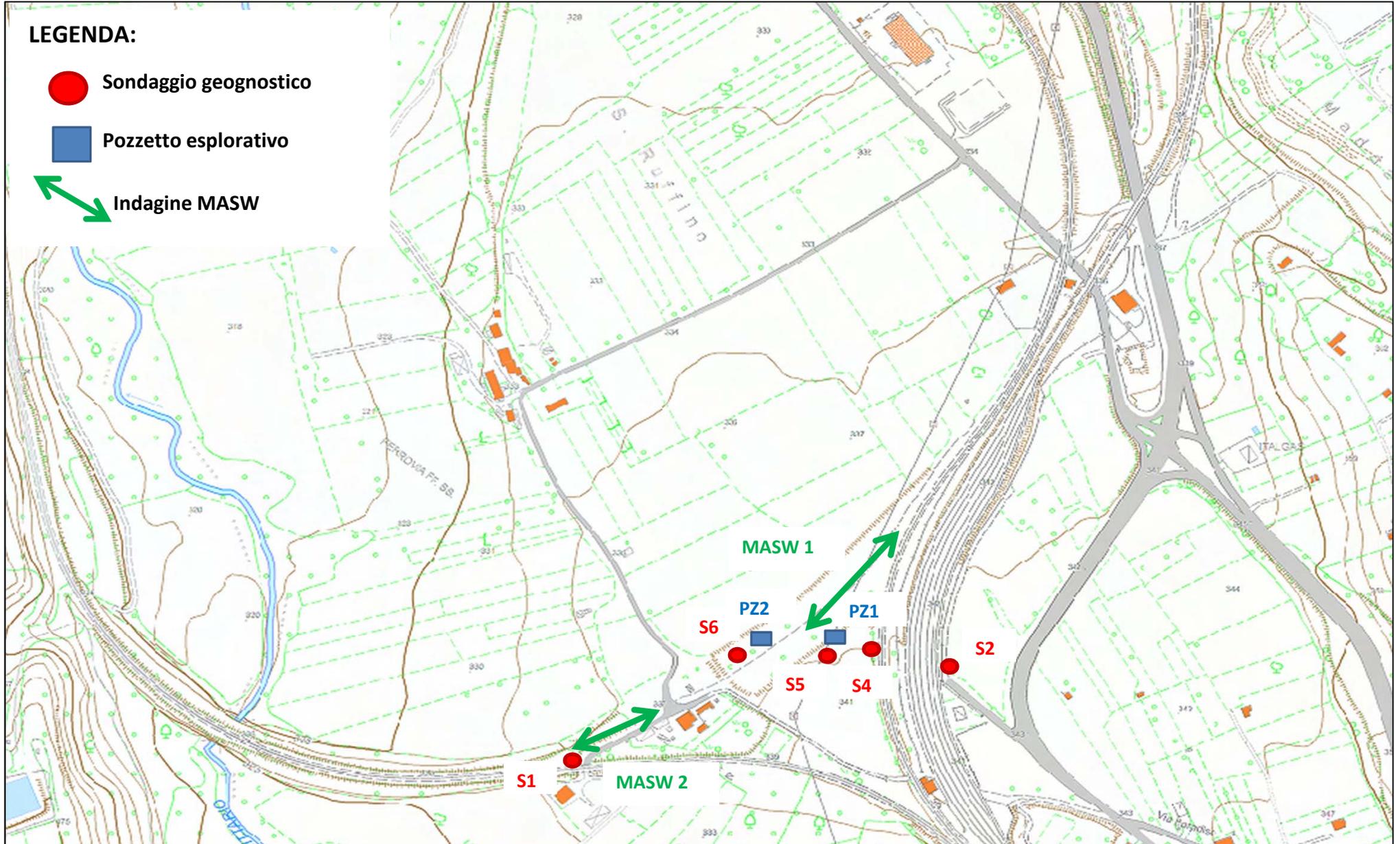
Scala 1:5000

LEGENDA:

 Sondaggio geognostico

 Pozzetto esplorativo

 Indagine MASW



| CAROTIERE MANOVRE | | PROFONDITA' DAL P.C. | POTENZA DELLA FORMAZIONE | SEZIONE STRATIGRAFICA | DESCRIZIONE LITOLOGICA DELLE FORMAZIONI ATTRAVERSATE | RECUPERO CAROTTAGGIO (%) | R.Q.D. Rock Quality Designation (%) | VANE TEST (Kg/cm2) | Pocket Penetrometer (Kg/cm2) | CAMPIONI | | | PROVE IN FORO | | FALDA | PROVE SPT | TUBI DI RIVESTIMENTO | |
|----------------------|-------|-------------------------|-----------------------------|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------|------------------------------------|----------|--|---------|---------------------|------|-------|--------------|--------------------------------|----------------------------------|
| INDISTURBATI | | RIMANEGGIATI | | AMBIENTALI | | PRESSIOMETRICA | | LEFRANC | | SPT | | N COLPI | | TIPO | | | | |
| 0,40 | 0,90 | 1,30 | 1,30 | | Ghiaia di natura calcarea, eterometrica, di forma prevalentemente sub angolare, ϕ max 5 - 6 cm, con malta cementizia bianca grigiastra. | | | | | | | 0,5 | | | | | | |
| 1,30 | 2,50 | 2,00 | 2,00 | | Limo sabbioso di colore marrone, molto consistente, con inclusi ghiaiosi di natura calcarea, di forma da sub arrotondata a sub angolare, ϕ max 2 - 3 cm. Da circa 3,40 a 4,00 m si rileva un aumento della frazione ghiaiosa. | | | | | | | 1,0 | | | | | SPT1 p.a. 2,10m 11-17-20 | |
| 3,40 | 4,10 | 4,00 | 1,80 | | Ghiaia di natura calcarea, etrometrica, di forma da sub angolare a sub arrotondata, ϕ max 5 - 6 cm, in matrice limoso sabbiosa grigio chiaro. Si rilevano taluni ciottoli. | | | | | | | | | | | | | SPT2 p.a. 5,20 m 20-27-37 |
| 5,80 | 8,30 | 2,50 | 2,50 | | Limo sabbioso di colore marrone, molto consistente, con rari inclusi ghisiosi di natura calcarea, sub angolari e di forma lamellare, ϕ max 1 cm. | | | | | | | 6,50 | | | | | | |
| 8,30 | 9,50 | 1,20 | 1,20 | | Ghiaia di natura calcarea, eterometrica, di forma prevalentemente sub arrotondata e in sub ordine subangolare, ϕ max 3 - 4 cm, con abbondante matrice limoso sabbiosa di colore marroncino beige. | | | | | | | 7,00 | | | | | | |
| 11,10 | 12,40 | 2,90 | 2,90 | | Limo sabbioso di colore marrone, molto consistente, con inclusi ghiaiosi di natura calcarea, di forma prevalentemente sub angolare e in sub ordine sub arrotondata, di dimensioni mm e cm, ϕ max 3 - 4 cm. Da 9,50 a 9,60 circa si rileva un frammento di conglomerato. Da 10,00 a 10,40 circa si rileva un aumento considerevole della frazione ghiaiosa, mentre da 10,60 a 11,00 circa si rileva un passaggio caratterizzato da limo marrone brunastro con pochi inclusi ghiaiosi. Da 11,60 a 12,40 circa si rilevano screziature ocra di ox. | | | | | | | 12,70 | | | | | | SPT3 p.a. 11,10m 12-17-23 |
| 12,40 | 15,30 | 12,40 | 12,40 | | Limo sabbioso di colore marrone avana, molto consistente, con inclusi ghiaiosi di natura calcarea, di forma prevalentemente sub angolare e in sub ordine sub arrotondata, di dimensioni mm e cm, ϕ max 3 - 4 cm. Da 14,70 a 15,30 circa e da 16,70 a 18,80 circa si rileva un aumento della frazione ghiaiosa. | | | | | | | 13,00 | | | | | | SPT4 p.a. 17,00 m 19-29-FS |
| 15,30 | 17,00 | 17,00 | 17,00 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17,00 | 18,00 | 18,00 | 18,00 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18,00 | 20,00 | 20,00 | 20,00 | | | | | | | | | | | | | | | |

note :

Il Responsabile di Sito
 (Dott. Geol. Silvio Cavallucci)



Foglio 1 di 1

STRATIGRAFIA DI SONDAGGIO



Ref. N. 9862-A
 Conforme alla norma
 UNI EN ISO 9001:2008



LABORATORIO AUTORIZZATO
 con Decreto Ministeriale n. 8685 del
 26/09/2011

| | | | |
|---------------|-------------------------------|-------------------|----------------|
| COMMITTENTE : | ZAPPA BENEDETTO s.r.l. | CODICE SONDAGGIO | S5 |
| OPERA : | BRETELLA DI SULMONA | COORDINATE WGS 84 | |
| LOCALITA' : | SULMONA (AQ) | Lat. | Lon. |
| | | DATA | Quota (s.l.m.) |
| | | Inizio | 01/08/2017 |
| | | Fine | 01/08/2017 |

| | | | | | | | |
|---------|--------------|----------------------|----------------|------------------------------------------------------------|---------------|------------------------------|----------------------|
| SCALA : | 1:100 | TIPO SONDA : | CMV 600 | DIAMETRO FORO: Iniziale 127 mm Finale 101 mm | OPERATORI : | Marinucci - De Acetis | |
| | | METODO PERFORAZIONE: | C.C. | CAMPIONATORE : | SHELBY | GEOLOGO : | S. Cavallucci |

| CAROTIERE MANOVRE | PROFONDITA' DAL P.C. | POTENZA DELLA FORMAZIONE | SEZIONE STRATIGRAFICA | DESCRIZIONE LITOLOGICA DELLE FORMAZIONI ATTRAVERSAE | RECUPERO CAROTTAGGIO (%) | | | | R.Q.D. Rock Quality Designation (%) | | | | VANE TEST (Kg/cm ²) | | | | Pocket Penetrometer (Kg/cm ²) | | | | CAMPIONI | | | PROVE IN FORO | | FALDA | PROVE SPT tipo prof. N colpi | TUBI DI RIVESTIMENTO | | |
|----------------------|-------------------------|-----------------------------|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|----|----|----|-------------------------------------------|----|----|----|------------------------------------|-----|-----|-----|-------------------------------------------------|-----|---|---|----------|------|--------------|---------------------|------------|-------|---------------------------------------|-------------------------|----------------|----------|
| | | | | | 20 | 40 | 60 | 80 | 10 | 30 | 50 | 70 | 90 | 0.1 | 0.5 | 1.0 | 1.5 | 2.0 | 1 | 2 | 3 | 4 | Indisturbati | Rimaneggiati | Ambientali | | | | Pressiometrica | Leifranc |
| 0.50 | | 1.70 | | Ghiaia di natura calcarea, eterometrica, di forma prevalentemente sub angolare, ϕ max 3 - 4 cm, con malta cementizia bianca grigiastra. | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.5 | CA 1 | | | | | | | | |
| 1.70 | | 2.95 | | Limo sabbioso di colore marrone chiaro, molto consistente, con abbondanti inclusi ghiaiosi di natura calcarea, di forma da sub arrotondata a sub angolare, ϕ max 2 - 3 cm. Si rilevano screziature ocra di ox. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.70 | | 4.65 | | Ghiaia di natura calcarea, eterometrica, di forma da sub angolare a sub arrotondata, ϕ max 3 - 4 cm, con abbondante matrice limoso sabbiosa marrone beige. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.70 | | 5.40 | | Limo sabbioso di colore marrone, molto consistente, con abbondanti inclusi ghiaiosi di natura calcarea eterometrici di forma sub-angolare e ϕ max 2 - 3 cm. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.40 | | 5.80 | | Ghiaia calcarea eterometrica in abbondante matrice limosa sabbiosa di colore marrone- nocciola. I clasti hanno forma sub-angolare e ϕ max 4 - 5 cm. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.80 | | 8.60 | | Limo sabbioso di colore marrone, molto consistente, con abbondanti inclusi ghiaiosi di natura calcarea eterometrici di forma sub-angolare e ϕ max 2 - 3 cm. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.40 | | 10.40 | | Ghiaia calcarea eterometrica in abbondante matrice limosa sabbiosa di colore marrone- nocciola. I clasti hanno forma sub-angolare e ϕ max 4 - 5 cm. Da 10.8-11.4 m limo sabbioso ghiaioso. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.40 | | 12.20 | | Limo sabbioso di colore marrone, molto consistente, con abbondanti inclusi ghiaiosi calcarei ϕ max 2 - 3 cm. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8.60 | | 13.60 | | Ghiaia calcarea eterometrica in abbondante matrice limosa sabbiosa di colore marrone- nocciola. I clasti hanno forma sub-angolare e ϕ max 4 - 5 cm. Da 10.8-11.4 m limo sabbioso ghiaioso. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10.40 | | 14.80 | | Limo sabbioso di colore marrone, molto consistente, con inclusi ghiaiosi di natura calcarea, di forma prevalentemente sub arrotondata e in sub ordine sub angolare, ϕ max 1 - 2 cm. si rilevano screziature ocra di ox. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11.50 | | 17.40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12.60 | | 20.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

note :

Il Responsabile di Sito
 (Dott. Geol. Silvio Cavallucci)



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

| | | | |
|---------------|----------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|
| COMMITTENTE : | ZAPPA BENEDETTO s.r.l. | SI VOLUME 01 ELABORATI | |
| OPERA : | BRETELLA DI SULMONA | DATA inizio 02/08/2017 | DATA fine 02/08/2017 |
| LOCALITA' | SULMONA (AQ) | PROFONDITA' FORO: 20,00 mt | TIPO SONDA CMV 600 TAVOLA 1 DI 3 |

Postazione di sondaggio





| DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA | | |
|----------------------------|------------------------|-------------------------------------------------|
| COMMITTENTE : | ZAPPA BENEDETTO s.r.l. | SI |
| OPERA : | BRETELLA DI SULMONA | DATA inizio : 02/08/2017 DATA fine : 02/08/2017 |
| LOCALITA' : | SULMONA (AQ) | PROFONDITA' FORO: 20,00 mt |
| | | TIPO SONDA CMV 600 TAVOLA 2 DI 3 |

CASSA N 1 da 0,00 a 5,00 mt



CASSA N 2 da 5,00 a 10,00 mt





DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

| | | | |
|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------|------------------------------|
| COMMITTENTE : | ZAPPA BENEDETTO s.r.l. | DATA inizio : 02/08/2017 DATA fine : 02/08/2017 | |
| OPERA : | BRETELLA DI SULMONA | PROFONDITA' FORO: | 20.00 |
| LOCALITA' : | SULMONA (AQ) | TIPO SONDA | CMV 600 TAVOLA 3 DI 3 |

CASSA N 3 da 10,00 a 15,00 mt



CASSA N 4 da 15,00 a 20,00 mt



| | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>TECHNOSOL S.p.A. CONSOLIDAMENTI Ref. N. 9852-A Conforme alla norma UNI EN ISO 9001:2008 LABORATORIO AUTORIZZATO con Decreto Ministeriale n. 9685 del 26/09/2013</p> | DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA | | |
| | COMMITTENTE : | ZAPPA BENEDETTO s.r.l. | S2 |
| | OPERA : | BRETELLA DI SULMONA | DATA inizio 03/08/2017 DATA fine 03/08/2017 |
| | LOCALITA' : | SULMONA (AQ) | PROFONDITA' FORO: 20,00 mt TIPO SONDA CMV 600 TAVOLA 1 DI 3 |

Postazione di sondaggio



|  | DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|---------------------------------------------------------------|
| | COMMITTENTE : | ZAPPA BENEDETTO s.r.l. | S2 |
| | OPERA : | BRETELLA DI SULMONA | DATA inizio : 03/08/2017 DATA fine : 03/08/2017 |
| | LOCALITA' : | SULMONA (AQ) | PROFONDITA' FORO: 20,00 mt |
| | | TIPO SONDA CMV 600 | TAVOLA 2 DI 3 |

CASSA N 1 da 0,00 a 5,00 mt



CASSA N 2 da 5,00 a 10,00 mt



| DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA | | | |
|----------------------------|------------------------|-------------------|------------|
| COMMITTENTE : | ZAPPA BENEDETTO s.r.l. | S2 | |
| OPERA : | BRETELLA DI SULMONA | DATA inizio : | 03/08/2017 |
| | | DATA fine : | 03/08/2017 |
| LOCALITA' | SULMONA (AQ) | PROFONDITA' FORO: | 20.00 |
| | | TIPO SONDA | CMV 600 |
| | | TAVOLA | 3 DI 3 |

CASSA N 3 da 10,00 a 15,00 mt



CASSA N 4 da 15,00 a 20,00 mt



| DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA | | | |
|----------------------------|------------------------|------------------------|---------------------------------|
| COMMITTENTE : | ZAPPA BENEDETTO s.r.l. | S4 VOLUME 01 ELABORATI | |
| OPERA : | BRETELLA DI SULMONA | DATA inizio | 31/07/2017 DATA fine 31/07/2017 |
| LOCALITA' | SULMONA (AQ) | PROFONDITA' FORO: | 20,00 mt |
| | | TIPO SONDA | CMV 600 TAVOLA 1 DI 3 |

TECHNOS S.r.l.
GEOLOGIA - INGENNERIA GEOTECNICA
CORSO V. VENIZIA 10
01013 - CIVITAVECCHIA (VT)
Tel. N. 8982-A
Conforme alla norma
UNI EN ISO 9001:2008
LABORATORIO
AUTORIZZATO
con Decreto Ministeriale
n. 8685 del 26/09/2011

Postazione di sondaggio





| DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA | | |
|----------------------------|------------------------|-----------------------------------------------|
| COMMITTENTE: | ZAPPA BENEDETTO s.r.l. | S4 |
| OPERA: | BRETELLA DI SULMONA | DATA inizio: 31/07/2017 DATA fine: 31/07/2017 |
| LOCALITA': | SULMONA (AQ) | PROFONDITA' FORO: 20,00 mt |
| | | TIPO SONDA CMV 600 TAVOLA 2 DI 3 |

CASSA N 1 da 0,00 a 5,00 mt



CASSA N 2 da 5,00 a 10,00 mt



| | | | |
|---------------|------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------|
| COMMITTENTE : | ZAPPA BENEDETTO s.r.l. | DATA inizio : 31/07/2017 DATA fine : 31/07/2017 | |
| OPERA : | BRETELLA DI SULMONA | PROFONDITA' FORO: | 20.00 |
| LOCALITA' : | SULMONA (AQ) | TIPO SONDA | CMV 600 TAVOLA 3 DI 3 |

CASSA N 3 da 10,00 a 15,00 mt



CASSA N 4 da 15,00 a 20,00 mt



| | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>TECHNOSOL S.p.A. CONSOLIDAMENTI Ref. N. 9852/A Conforme alla norma UNI EN ISO 9001:2008 LABORATORIO AUTORIZZATO con Decreto Ministeriale n. 8685 del 26/09/2013</p> | DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA | | |
| | COMMITTENTE : | ZAPPA BENEDETTO s.r.l. | SS |
| | OPERA : | BRETELLA DI SULMONA | DATA inizio 01/08/2017 DATA fine 01/08/2017 |
| | LOCALITA' : | SULMONA (AQ) | PROFONDITA' FORO: 20,00 mt TIPO SONDA CMV 600 TAVOLA 1 DI 3 |

Postazione di sondaggio





| DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA | | |
|-----------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------|
| COMMITTENTE : | ZAPPA BENEDETTO s.r.l. | SS |
| OPERA : | BRETELLA DI SULMONA | DATA inizio : 01/08/2017 DATA fine : 01/08/2017 |
| LOCALITA' : | SULMONA (AQ) | PROFONDITA' FORO: 20,00 mt |
| | | TIPO SONDA CMV 600 TAVOLA 2 DI 3 |

CASSA N 1 da 0,00 a 5,00 mt



CASSA N 2 da 5,00 a 10,00 mt





| DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA | | | |
|----------------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|
| COMMITTENTE : | ZAPPA BENEDETTO s.r.l. | SS | |
| OPERA : | BRETELLA DI SULMONA | DATA inizio : 01/08/2017 | DATA fine : 01/08/2017 |
| LOCALITA' : | SULMONA (AQ) | PROFONDITA' FORO: | 20.00 |
| | | TIPO SONDA | CMV 600 TAVOLA 3 DI 3 |

CASSA N 3 da 10,00 a 15,00 mt



CASSA N 4 da 15,00 a 20,00 mt





DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

| | | | | | | |
|---------------|------------------------|------------------------|----------------------|------------|----------------|--------|
| COMMITTENTE : | ZAPPA BENEDETTO s.r.l. | S6 VOLUME 01 ELABORATI | | | | |
| OPERA : | BRETELLA DI SULMONA | DATA inizio | 01/08/2017 DATA fine | 01/08/2017 | | |
| LOCALITA' | SULMONA (AQ) | PROFONDITA' FORO: | 20,00 mt | TIPO SONDA | CMV 600 TAVOLA | 1 DI 3 |

Postazione di sondaggio





DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

| | | |
|------------|------------------------|--------------------------------------------------|
| COMITENTE: | ZAPPA BENEDETTO s.r.l. | S6 |
| OPERA: | BRETELLA DI SULMONA | DATA inizio: 01/08/2017 DATA fine: 01/08/2017 |
| LOCALITA': | SULMONA (AQ) | PROFONDITA' FORO: 20,00 mt |
| | | TIPO SONDA: CMV 600 TAVOLA: 2 DI 3 |

CASSA N 1 da 0,00 a 5,00 mt



CASSA N 2 da 5,00 a 10,00 mt



| | | | |
|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------|------------------------------|
| COMMITTENTE : | ZAPPA BENEDETTO s.r.l. | DATA inizio : 01/08/2017 DATA fine : 01/08/2017 | |
| OPERA : | BRETELLA DI SULMONA | PROFONDITA' FORO: | 20.00 |
| LOCALITA' : | SULMONA (AQ) | TIPO SONDA | CMV 600 TAVOLA 3 DI 3 |

CASSA N 3 da 10,00 a 15,00 mt



CASSA N 4 da 15,00 a 20,00 mt



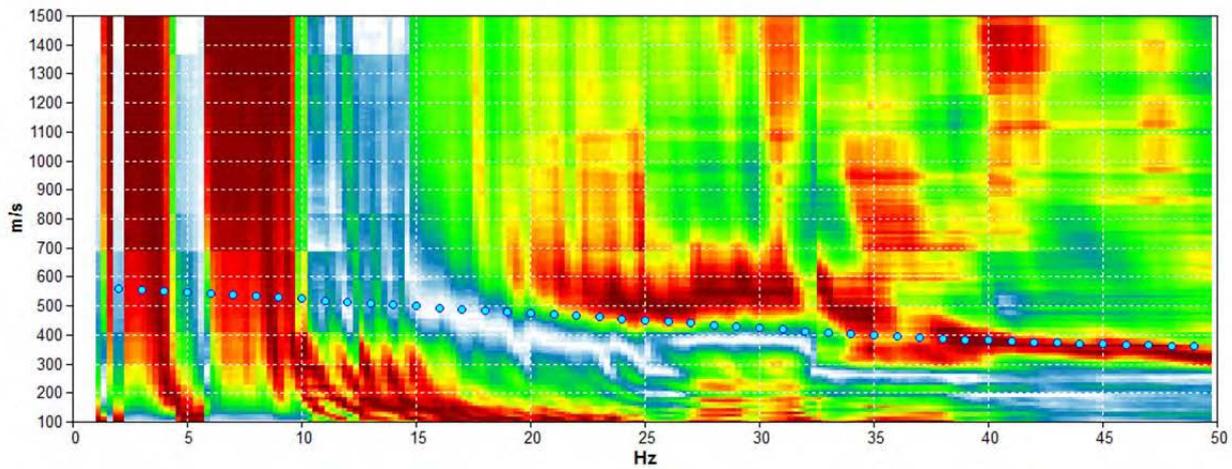
MASW1 SULMONA, [Z] BRETELLA SULMONA MASW1

Start recording: 03/08/17 12:09:09 End recording: 03/08/17 12:19:57
 Trace length: 0h00'01".
 Sampling rate: 512 Hz

Channel labels: B1 ; B2 ; B3 ; B4 ; B5 ; B6 ; B7 ; B8 ; B9
 ; B10 ; B11 ; B12 ; B13 ; B14 ; B15 ; B16 ; B17 ; B18 ;
 B19 ; B20 ; B21 ; B22 ; B23 ; B24 ; B25

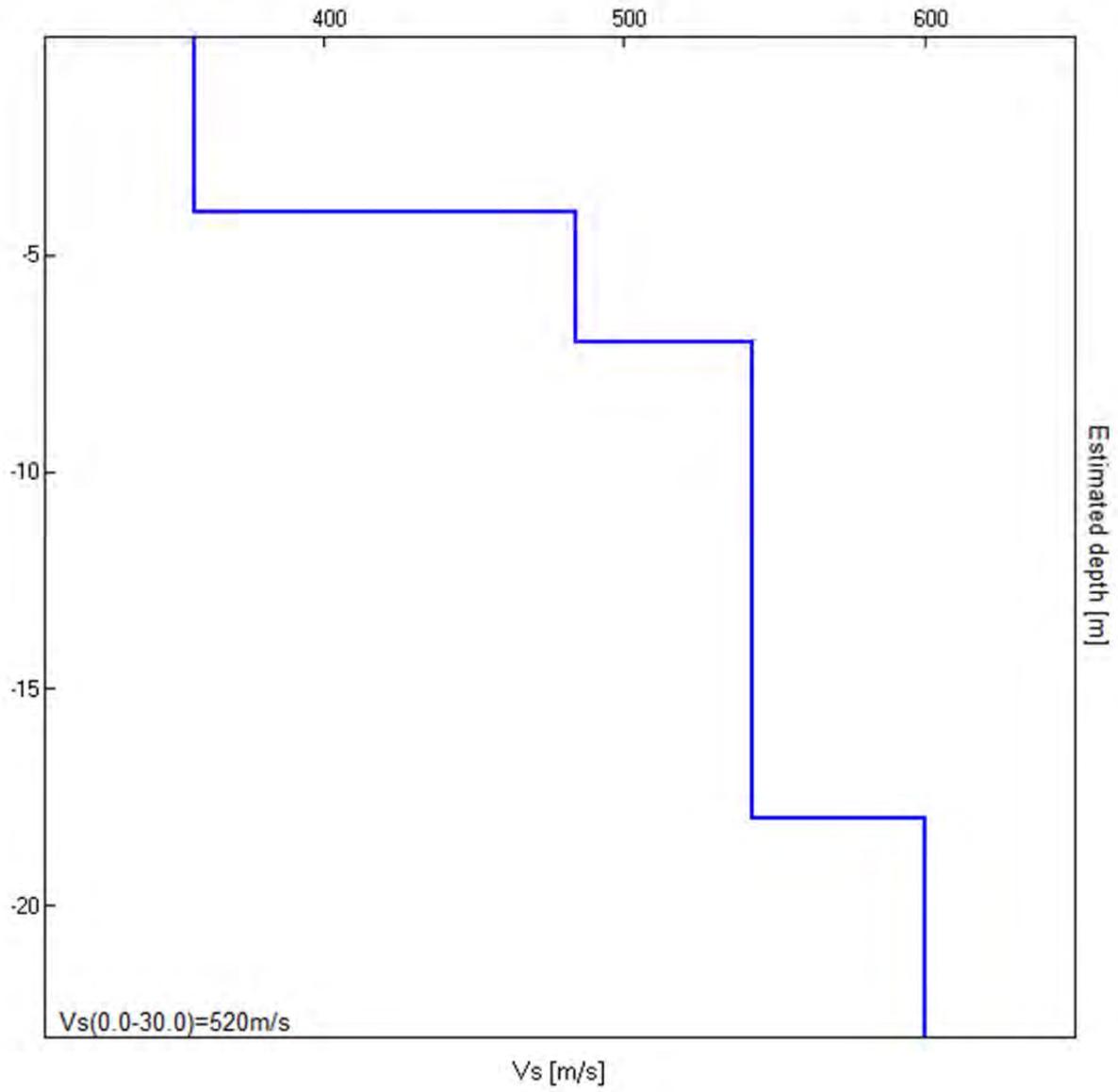
Array geometry (x): 0.0 2.0 4.0 6.0 8.0 10.0 12.0 14.0 16.0 18.0 20.0 22.0 24.0 26.0 28.0 30.0 32.0 34.0 36.0
 38.0 40.0 42.0 44.0 46.0 48.0 m.

MODELLED RAYLEIGH WAVE PHASE VELOCITY DISPERSION CURVE



| Depth at the bottom of the layer [m] | Thickness [m] | Vs [m/s] | Poisson ratio |
|--------------------------------------|---------------|----------|---------------|
| 4.00 | 4.00 | 357 | 0.42 |
| 7.00 | 3.00 | 484 | 0.42 |
| 18.00 | 11.00 | 543 | 0.42 |
| inf. | inf. | 600 | 0.42 |

Vs(0.0-30.0)=520m/s



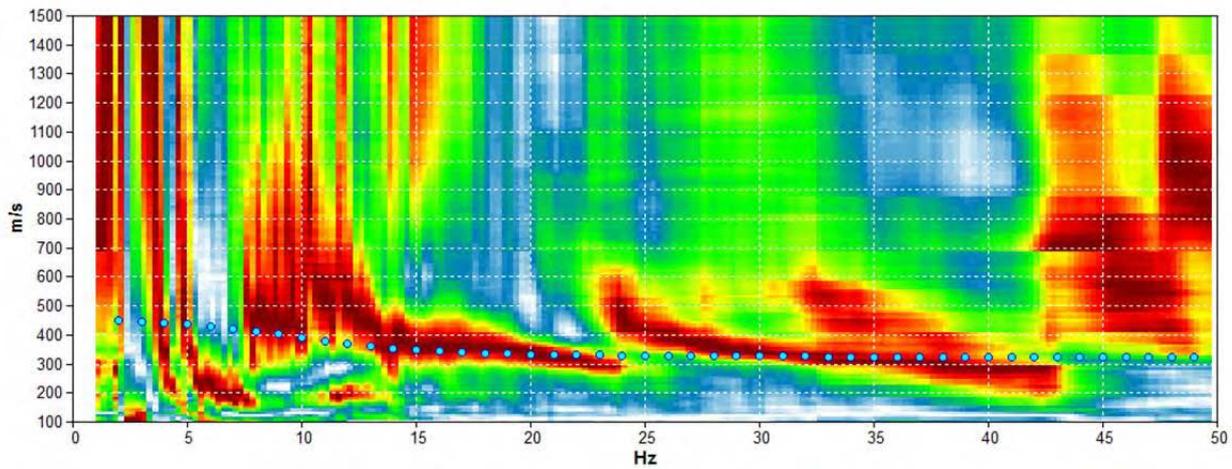
MASW2 SULMONA, [NS] BRETELLA SULMONA MASW2

Start recording: 03/08/17 13:07:39 End recording: 03/08/17 13:15:29
 Trace length: 0h00'01".
 Sampling rate: 512 Hz

Channel labels: B1 ; B2 ; B3 ; B4 ; B5 ; B6 ; B7 ; B8 ; B9
 ; B10 ; B11 ; B12 ; B13 ; B14 ; B15 ; B16 ; B17 ; B18 ;
 B19 ; B20 ; B21 ; B22 ; B23 ; B24 ; B25

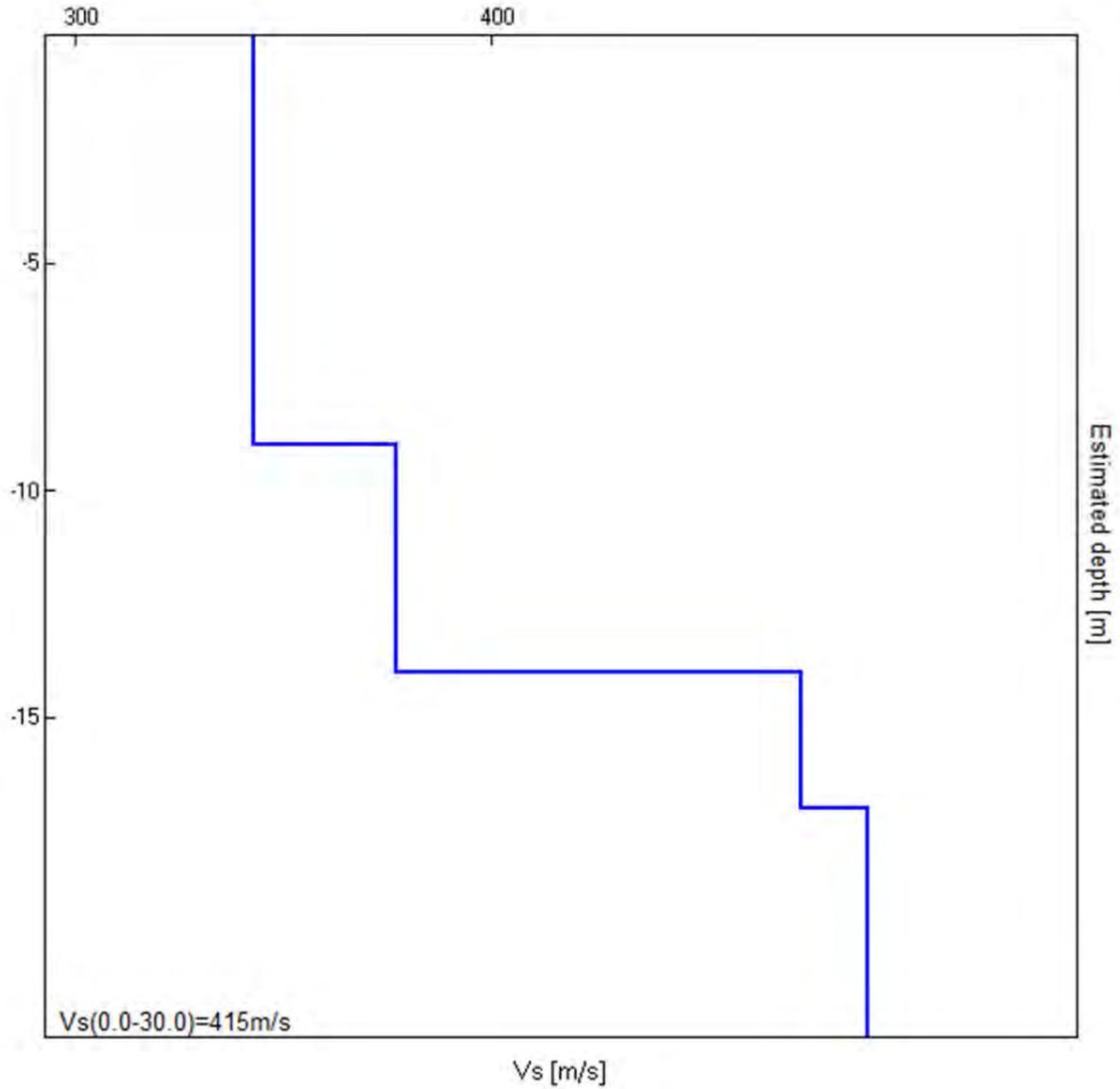
Array geometry (x): 0.0 2.0 4.0 6.0 8.0 10.0 12.0 14.0 16.0 18.0 20.0 22.0 24.0 26.0 28.0 30.0 32.0 34.0 36.0
 38.0 40.0 42.0 44.0 46.0 48.0 m.

MODELLED RAYLEIGH WAVE PHASE VELOCITY DISPERSION CURVE



| Depth at the bottom of the layer [m] | Thickness [m] | Vs [m/s] | Poisson ratio |
|--------------------------------------|---------------|----------|---------------|
| 9.00 | 9.00 | 343 | 0.42 |
| 14.00 | 5.00 | 377 | 0.42 |
| 17.00 | 3.00 | 474 | 0.42 |
| inf. | inf. | 490 | 0.42 |

Vs(0.0-30.0)=415m/s





Ref. N. 9862-A
 Conforme alla norma
 UNI EN ISO 9001:2008



LABORATORIO AUTORIZZATO
 con Decreto Ministeriale n. 8685
 del 26/09/2011

POZZETTO ESPLORATIVO

| | | | |
|-------------|------------------------------------|------------------------|--------------|
| COMMITTENTE | IMPRESA ZAPPA BENEDETTO SRL | CODICE POZZETTO | |
| OPERA | BRETELLA DI SULMONA | PZ1-(S5) | |
| LOCALITA' | SULMONA (AQ) | COORDINATE GAUSS-BOAGA | QUOTA s.l.m. |
| | | N | E |

DATA: **03/08/2017** UNITA' DI SCAVO: GEOLOGO: **Cavallucci Silvio** SCALA: **1 : 50**

| PROFONDITA' DAL P.C. | SPESSORE DELLA FORMAZIONE | SEZIONE STRATIGRAFICA | DESCRIZIONE LITOLOGICA DELLE FORMAZIONI ATTRAVERSATE | POCKET PENETROMETER Kg/cm ² | | CAMPIONI RIMANEGGIATI | CAMPIONI AMBIENTALI | PROVE | | FALDA |
|-------------------------|---------------------------------|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|---|--------------------------|------------------------|---------------------|-------------------------|-------|
| | | | | 2 | 4 | | | DENSITA' IN SITO | CARICO SU PIASTRA | |
| m | m | | | | | m | m | m | m | m |
| 0.10 | 0.10 | | Terreno superficiale. | | | | 0.00 | | 0.50 | |
| 1.50 | 1.40 | | Ghiaia di natura calcarea, eterometrica, di forma prevalentemente sub arrotondata e in sub ordine subangolare, φ max 3 - 4 cm, in matrice limoso sabbiosa di colore marrone beige. | | | 1.00 | 0.50 | | 0.50 | |
| | | | | | | CR 2 | 0.50 | | 1.00 | |
| | | | | | | CA2 | | | | |

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



NOTE:



Ref. N. 9862-A
 Conforme alla norma
 UNI EN ISO 9001:2008



LABORATORIO AUTORIZZATO
 con Decreto Ministeriale n. 8685
 del 26/09/2011

POZZETTO ESPLORATIVO

| | | | |
|-------------|------------------------------------|------------------------|--------------|
| COMMITTENTE | IMPRESA ZAPPA BENEDETTO SRL | CODICE POZZETTO | |
| OPERA | BRETELLA DI SULMONA | PZ 2 (S6) | |
| LOCALITA' | SULMONA (AQ) | COORDINATE GAUSS-BOAGA | QUOTA s.l.m. |
| | | N | E |

DATA: **03/08/2017** UNITA' DI SCAVO: GEOLOGO: **Cavallucci Silvio** SCALA: **1 : 50**

| PROFONDITA' DAL P.C. | SPESSORE DELLA FORMAZIONE | SEZIONE STRATIGRAFICA | DESCRIZIONE LITOLOGICA DELLE FORMAZIONI ATTRAVERSATE | POCKET PENETROMETER Kg/cm ² | | CAMPIONI RIMANEGGIATI | CAMPIONI AMBIENTALI | PROVE | | FALDA |
|-------------------------|---------------------------------|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|---|--------------------------|------------------------|---------------------|-------------------------|-------|
| | | | | 2 | 4 | | | DENSITA' IN SITO | CARICO SU PIASTRA | |
| 0.20 | 0.20 | | Terreno superficiale. | | | 0.50 | 0.00 | | 0.50 | |
| 0.90 | | | Ghiaia di natura calcarea, eterometrica, di forma prevalentemente sub arrotondata e in sub ordine subangolare, φ max 3 - 4 cm, in matrice limoso sabbiosa di colore marrone beige. | | | CR 1 | CA1 | | PLT1 | |
| | | | | | | 1.00 | 0.50 | | 1.00 | |
| 2.00 | 1.10 | | Limo sabbioso di colore nocciola con inclusi ghiaiosi di φ max 2 cm. | | | CR 2 | 0.50 | | PLT2 | |
| | | | | | | | CA2 | 1.00 | | |

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



NOTE: _____



LABORATORIO AUTORIZZATO
con Decreto Ministeriale n. 8685
del 26/09/2011

PROVA DI CARICO SU PIASTRA

RISULTATI DELLA PROVA

| | | |
|---------------|------------------------------------|-------------------------------|
| COMMITTENTE : | IMPRESA ZAPPA BENEDETTO SRL | CODICE PROVA |
| OPERA : | BRETELLA DI SULMANA | PZ 1-PLT1 |
| LOCALITA' : | SULMONA (AQ) | |
| POZZETTO: | PZ1 | DATA: 03/08/2017 |
| | | PROFONDITA': 0,5 m |
| | | GEOLOGO: Cavallucci S. |

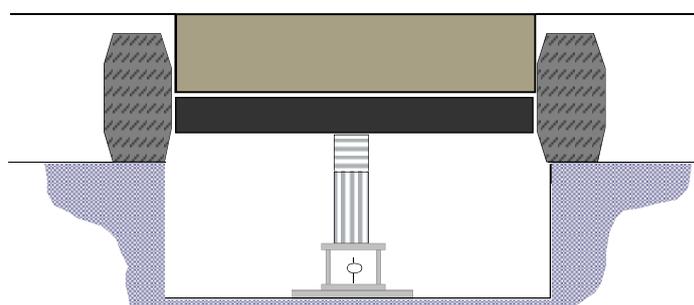
ATTREZZATURA DI PROVA

Piastra cadmiata di diametro 300 mm
Martinetto idraulico da 100kN
Manometro per misurazione carichi con scala
0-100kN e sensibilità 0,5 kN
Comparatore con corsa 30 mm e sensibilità 0,01 mm
Scatola cilindrica completa di snodo sferico per misura
centrale
Mezzo di contrasto: Terna gommata

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Norma svizzera SNV 670 317a

SCHEMA DELLA PROVA



RISULTATI DELLA PROVA

Modulo di compressibilità o coefficiente M_E $M_{Ei} = \Delta p_i / \Delta s_i \times D$

- i primo o secondo ciclo di carico
- Δp differenza di carico unitario fra due gradini di carico
- Δs cedimento differenziale in mm della piastra rigida in corrispondenza di Δp
- D diametro della piastra in mm

I° CICLO DI INCREMENTO DI CARICO

M_{E1} **45455 kPa** tra 50 e 150 kPa

II° CICLO DI INCREMENTO DI CARICO

M_{E2} **250000 kPa** tra 50 e 150 kPa

| | | |
|------|----------------------------------|----------|
| Note | Condizioni atmosferiche: | sereno |
| | Terreno sotto la piastra: | asciutto |

ALLEGATI: n.1 - Dati della prova



Ref. N. 9862-A
 Conforme alla norma
 UNI EN ISO 9001:2008



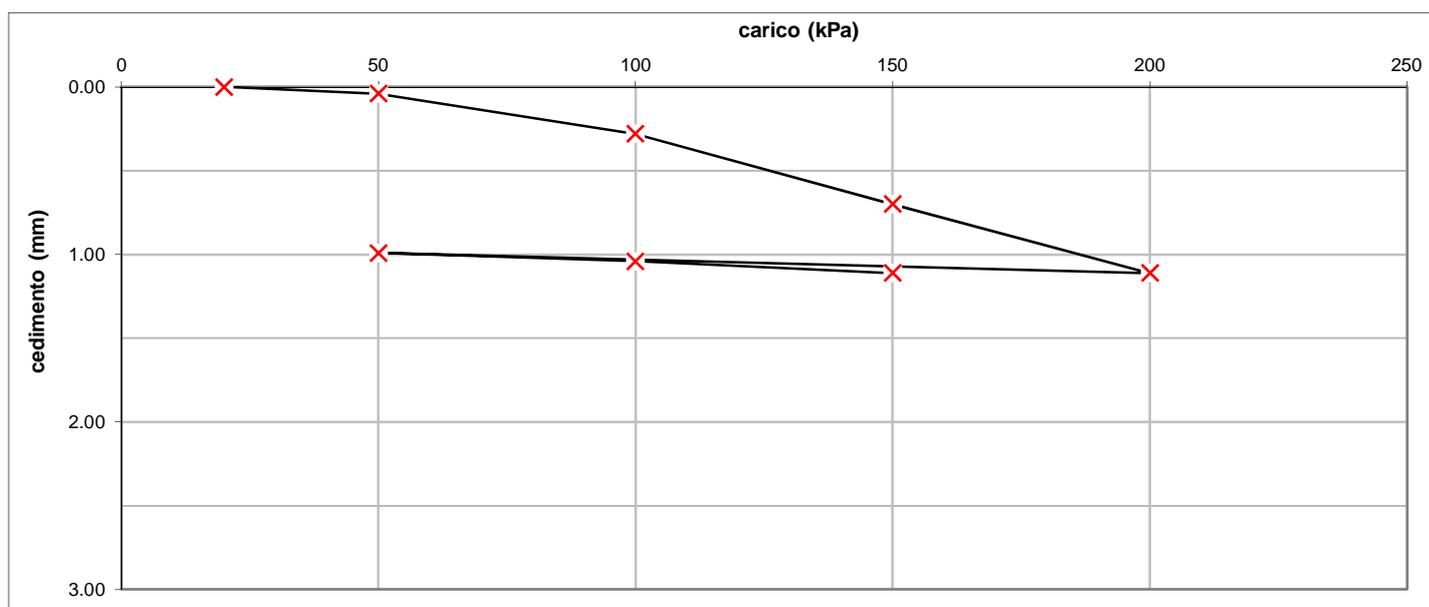
LABORATORIO AUTORIZZATO
 con Decreto Ministeriale n. 8685
 del 26/09/2011

PROVA DI CARICO SU PIASTRA

DATI DELLA PROVA

Codice prova **PZ 1-PLT1** POZZETTO: **PZ1** Profondità: **0,5 m**

DIAGRAMMA Carichi - Cedimenti



| CARICO | TEMPI | LETTURA COMPARATORE | CEDIMENTI | CEDIMENTO 50-150 |
|------------|------------|------------------------|-----------|---------------------|
| <i>kPa</i> | <i>min</i> | <i>mm</i> | <i>mm</i> | <i>mm</i> |
| I° Ciclo | 20 | 2 | 22.21 | 0.00 |
| | 50 | 2 | 22.17 | 0.04 |
| | 100 | 2 | 21.93 | 0.28 |
| | 150 | 2 | 21.51 | 0.70 |
| | 200 | 2 | 21.10 | 1.11 |
| | | | | 0.66 |
| II° Ciclo | 50 | 2 | 21.22 | 0.99 |
| | 100 | 2 | 21.17 | 1.04 |
| | 150 | 2 | 21.10 | 1.11 |
| | | | | 0.12 |



LABORATORIO AUTORIZZATO
con Decreto Ministeriale n. 8685
del 26/09/2011

PROVA DI CARICO SU PIASTRA

RISULTATI DELLA PROVA

| | | |
|-----------------------|------------------------------------|-------------------------------|
| COMMITTENTE : | IMPRESA ZAPPA BENEDETTO SRL | CODICE PROVA |
| OPERA : | BRETELLA DI SULMONA | PZ 1-PLT2 |
| LOCALITA' : | SULMONA (AQ) | |
| POZZETTO: PZ 1 | DATA: 03/08/2017 | PROFONDITA': 1.0 m |
| | | GEOLOGO: Cavallucci S. |

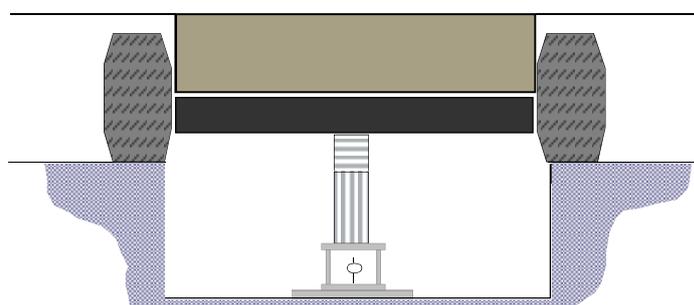
ATTREZZATURA DI PROVA

Piastra cadmiata di diametro 300 mm
Martinetto idraulico da 100kN
Manometro per misurazione carichi con scala
0-100kN e sensibilità 0,5 kN
Comparatore con corsa 30 mm e sensibilità 0,01 mm
Scatola cilindrica completa di snodo sferico per misura
centrale
Mezzo di contrasto: Terna gommata

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Norma svizzera SNV 670 317a

SCHEMA DELLA PROVA



RISULTATI DELLA PROVA

Modulo di compressibilità o coefficiente M_E $M_{Ei} = \Delta p_i / \Delta s_i \times D$

- i primo o secondo ciclo di carico
- Δp differenza di carico unitario fra due gradini di carico
- Δs cedimento differenziale in mm della piastra rigida in corrispondenza di Δp
- D diametro della piastra in mm

I° CICLO DI INCREMENTO DI CARICO

M_{E1} **42254** **kPa** tra 50 e 150 kPa

II° CICLO DI INCREMENTO DI CARICO

M_{E2} **250000** **kPa** tra 50 e 150 kPa

| | | |
|------|----------------------------------|----------|
| Note | Condizioni atmosferiche: | sereno |
| | Terreno sotto la piastra: | asciutto |

ALLEGATI: n.1 - Dati della prova



Ref. N. 9862-A
 Conforme alla norma
 UNI EN ISO 9001:2008



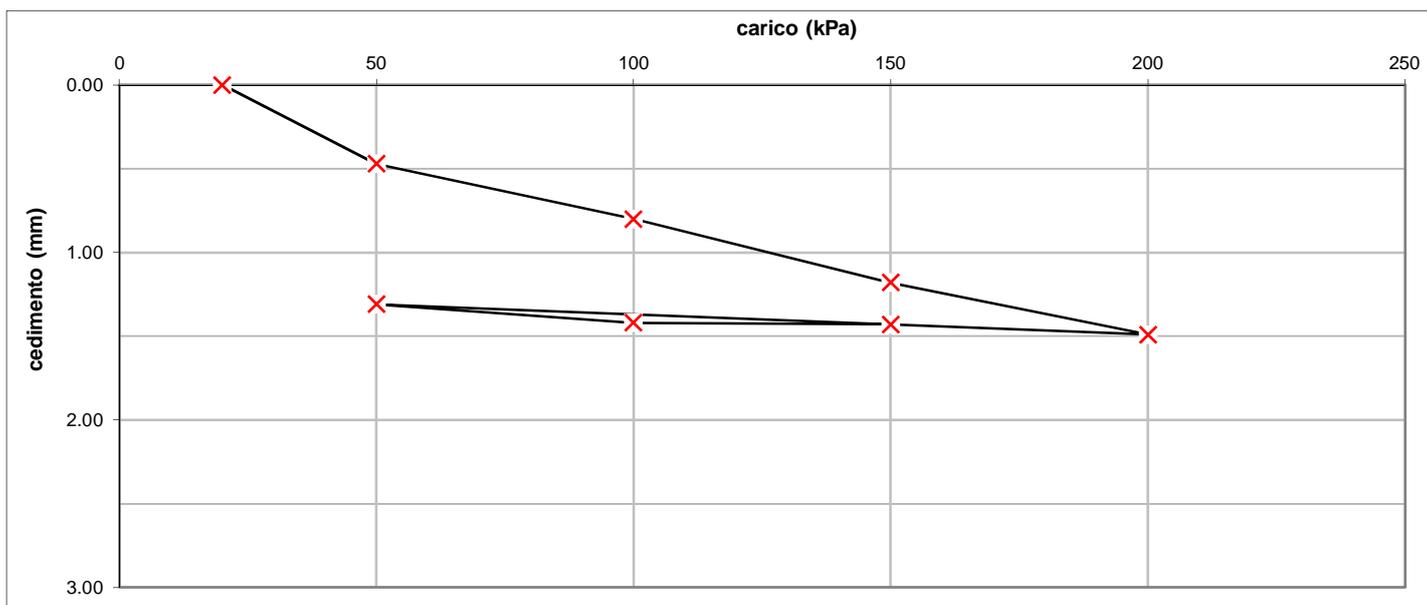
LABORATORIO AUTORIZZATO
 con Decreto Ministeriale n. 8685
 del 26/09/2011

PROVA DI CARICO SU PIASTRA

DATI DELLA PROVA

Codice prova **PZ 1-PLT2** POZZETTO: **PZ 1** Profondità: **1.0 m**

DIAGRAMMA Carichi - Cedimenti



| CARICO | TEMPI | LETTURA COMPARATORE | CEDIMENTI | CEDIMENTO 50-150 |
|------------|------------|---------------------|-----------|------------------|
| <i>kPa</i> | <i>min</i> | <i>mm</i> | <i>mm</i> | <i>mm</i> |
| I° Ciclo | 20 | 2 | 22.11 | 0.00 |
| | 50 | 2 | 21.64 | 0.47 |
| | 100 | 2 | 21.31 | 0.80 |
| | 150 | 2 | 20.93 | 1.18 |
| | 200 | 2 | 20.62 | 1.49 |
| | | | | 0.71 |
| II° Ciclo | 50 | 2 | 20.80 | 1.31 |
| | 100 | 2 | 20.69 | 1.42 |
| | 150 | 2 | 20.68 | 1.43 |
| | | | | 0.12 |



LABORATORIO AUTORIZZATO
con Decreto Ministeriale n. 8685
del 26/09/2011

PROVA DI CARICO SU PIASTRA

RISULTATI DELLA PROVA

| | | |
|-----------------------|------------------------------------|-------------------------------|
| COMMITTENTE : | IMPRESA ZAPPA BENEDETTO SRL | CODICE PROVA |
| OPERA : | BRETELLA DI SULMANA | PZ 2-PLT1 |
| LOCALITA' : | SULMONA (AQ) | |
| POZZETTO: PZ 2 | DATA: 03/08/2017 | PROFONDITA': 0,5 m |
| | | GEOLOGO: Cavallucci S. |

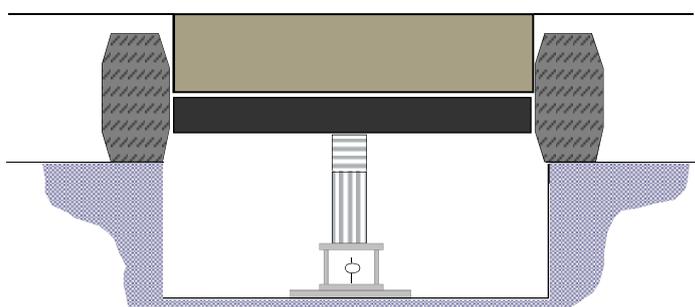
ATTREZZATURA DI PROVA

Piastra cadmiata di diametro 300 mm
Martinetto idraulico da 100kN
Manometro per misurazione carichi con scala
0-100kN e sensibilità 0,5 kN
Comparatore con corsa 30 mm e sensibilità 0,01 mm
Scatola cilindrica completa di snodo sferico per misura
centrale
Mezzo di contrasto: Terna gommata

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Norma svizzera SNV 670 317a

SCHEMA DELLA PROVA



RISULTATI DELLA PROVA

Modulo di compressibilità o coefficiente M_E $M_{Ei} = \Delta p_i / \Delta s_i \times D$

- i primo o secondo ciclo di carico
- Δp differenza di carico unitario fra due gradini di carico
- Δs cedimento differenziale in mm della piastra rigida in corrispondenza di Δp
- D diametro della piastra in mm

I° CICLO DI INCREMENTO DI CARICO

M_{E1} **20408** **kPa** tra 50 e 150 kPa

II° CICLO DI INCREMENTO DI CARICO

M_{E2} **300000** **kPa** tra 50 e 150 kPa

| | | |
|------|----------------------------------|----------|
| Note | Condizioni atmosferiche: | sereno |
| | Terreno sotto la piastra: | asciutto |

ALLEGATI: n.1 - Dati della prova



Ref. N. 9862-A
 Conforme alla norma
 UNI EN ISO 9001:2008



LABORATORIO AUTORIZZATO
 con Decreto Ministeriale n. 8685
 del 26/09/2011

PROVA DI CARICO SU PIASTRA

DATI DELLA PROVA

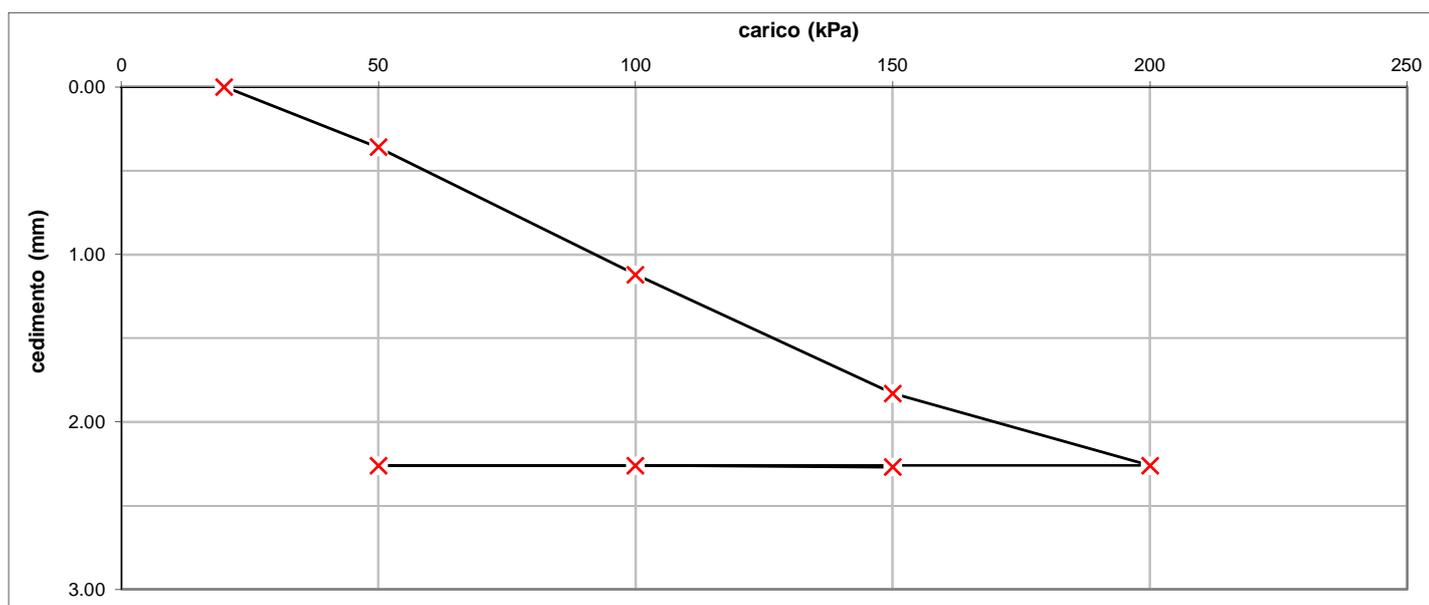
Codice prova **PZ 2-PLT1**

POZZETTO:

PZ 2

Profondità: **0,5 m**

DIAGRAMMA Carichi - Cedimenti



| CARICO <i>kPa</i> | TEMPI <i>min</i> | LETTURA COMPARATORE <i>mm</i> | CEDIMENTI <i>mm</i> | CEDIMENTO 50-150 <i>mm</i> |
|----------------------|---------------------|-------------------------------------|------------------------|----------------------------------|
| I° Ciclo | 20 | 2 | 20.46 | 0.00 |
| | 50 | 2 | 20.10 | 0.36 |
| | 100 | 2 | 19.34 | 1.12 |
| | 150 | 2 | 18.63 | 1.83 |
| | 200 | 2 | 18.20 | 2.26 |
| | | | | 1.47 |
| II° Ciclo | 50 | 2 | 18.20 | 2.26 |
| | 100 | 2 | 18.20 | 2.26 |
| | 150 | 2 | 18.19 | 2.27 |
| | | | | 0.01 |

Il Responsabile di Sito
 Dott. Geol. Silvio Cavallucci

Il Direttore di Laboratorio
 Dott. Geol. Silvio Cavallucci



LABORATORIO AUTORIZZATO
con Decreto Ministeriale n. 8685
del 26/09/2011

PROVA DI CARICO SU PIASTRA

RISULTATI DELLA PROVA

| | | |
|-----------------------|------------------------------------|-------------------------------|
| COMMITTENTE : | IMPRESA ZAPPA BENEDETTO SRL | CODICE PROVA |
| OPERA : | BRETELLA DI SULMANA | PZ 2-PLT2 |
| LOCALITA' : | SULMONA (AQ) | |
| POZZETTO: PZ 2 | DATA: 03/08/2017 | PROFONDITA': 1.0 m |
| | | GEOLOGO: Cavallucci S. |

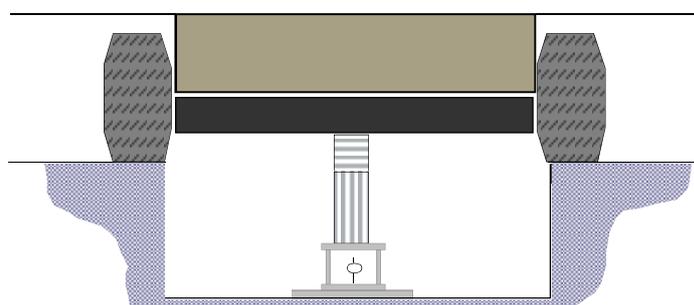
ATTREZZATURA DI PROVA

Piastra cadmiata di diametro 300 mm
Martinetto idraulico da 100kN
Manometro per misurazione carichi con scala
0-100kN e sensibilità 0,5 kN
Comparatore con corsa 30 mm e sensibilità 0,01 mm
Scatola cilindrica completa di snodo sferico per misura
centrale
Mezzo di contrasto: Terna gommata

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Norma svizzera SNV 670 317a

SCHEMA DELLA PROVA



RISULTATI DELLA PROVA

Modulo di compressibilità o coefficiente M_E $M_{Ei} = \Delta p_i / \Delta s_i \times D$

- i primo o secondo ciclo di carico
- Δp differenza di carico unitario fra due gradini di carico
- Δs cedimento differenziale in mm della piastra rigida in corrispondenza di Δp
- D diametro della piastra in mm

I° CICLO DI INCREMENTO DI CARICO

M_{E1} **9494** **kPa** tra 50 e 150 kPa

II° CICLO DI INCREMENTO DI CARICO

M_{E2} **18987** **kPa** tra 50 e 150 kPa

Note **Condizioni atmosferiche:** sereno
Terreno sotto la piastra: asciutto

ALLEGATI: n.1 - Dati della prova



Ref. N. 9862-A
 Conforme alla norma
 UNI EN ISO 9001:2008



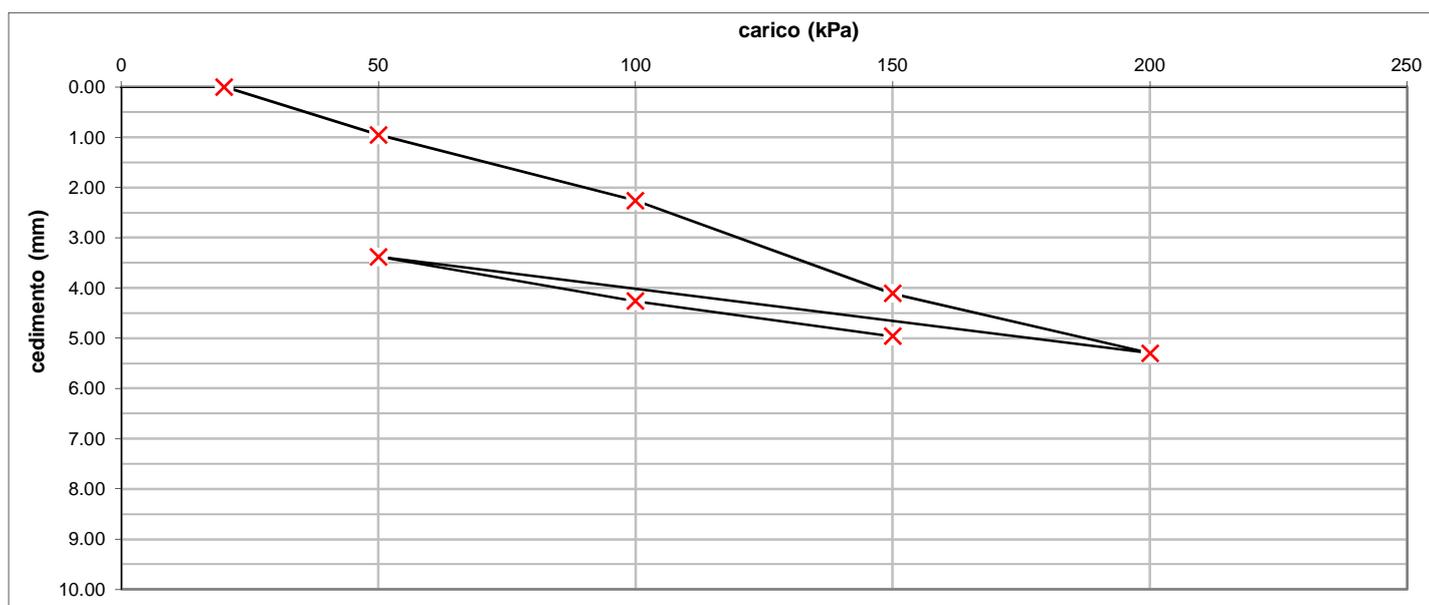
LABORATORIO AUTORIZZATO
 con Decreto Ministeriale n. 8685
 del 26/09/2011

PROVA DI CARICO SU PIASTRA

DATI DELLA PROVA

Codice prova **PZ 2-PLT2** POZZETTO: **PZ 2** Profondità: **1.0 m**

DIAGRAMMA Carichi - Cedimenti



| CARICO | TEMPI | LETTURA COMPARATORE | CEDIMENTI | CEDIMENTO | |
|------------|------------|---------------------|-----------|---------------------|------|
| <i>kPa</i> | <i>min</i> | <i>mm</i> | <i>mm</i> | 50-150 <i>mm</i> | |
| I° Ciclo | 20 | 2 | 24.88 | 0.00 | 3.16 |
| | 50 | 2 | 23.93 | 0.95 | |
| | 100 | 2 | 22.62 | 2.26 | |
| | 150 | 2 | 20.77 | 4.11 | |
| | 200 | 2 | 19.58 | 5.30 | |
| II° Ciclo | 50 | 2 | 21.50 | 3.38 | 1.58 |
| | 100 | 2 | 20.62 | 4.26 | |
| | 150 | 2 | 19.92 | 4.96 | |

Il Responsabile di Sito
 Dott. Geol. Silvio Cavallucci

Il Direttore di Laboratorio
 Dott. Geol. Silvio Cavallucci

TECNOLAB s.r.l.
 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Telefono 085.903 9193 r.a.
 Fax 085.903 9202
 www.tecnolab.org
 e-mail info@tecnolab.org

sede legale 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Reg. Trib. di Chieti 6084
 CCIAA di Chieti 99996
 P. IVA 01626100695

Concessione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti
 n.49410 del 02.10.2002 (art. 20 L. 1086/71)



**PROVE, RICERCHE
 E SPERIMENTAZIONI
 SUI MATERIALI
 DA COSTRUZIONE**

| 10.4.1 - GEOTECNICA - Terre e aggregati | | | |
|------------------------------------------------------------|--------|------------------|---------------------|
| Apertura e descrizione geotecnica di campione indisturbato | | | |
| Codice | Pag. | Rev. | Norma |
| Rp P10.4.1.34 | 1 di 2 | 2 del 12/06/2014 | Raccomand. AGI 1977 |

Rapporto di prova n°: **12876-17-1**
 Data emissione: **11/09/2017**
 Carico n°: **12876**
 Descrizione campione: **Campione indisturbato - S1-C11**
 Data carico: **31/08/2017**
 Data esecuzione prova: **04/09/2017**
 Richiedente: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
 Proprietario: **ZAPPA BENEDETTO SRL**
STRADA STATALE 17 KM. 95,5 SNC - SULMONA(AQ)
 Prelievo effettuato da: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
 Procedura di campionamento: **N.D.**



DATI INERENTI LA PROVA

Variazioni rispetto alla specifica di prova
 Identificazione procedure non normalizzate
 Anomalie riscontrate
 Incertezza dei risultati delle misure

**Nessuna
 Non utilizzate
 Nessuna
 Non determinata**

| Attrezzature utilizzate | | | | | | | | |
|-------------------------|---------------------------------|-----------|-------------|-------------|------------|---------------|----------------|---------------|
| Cod.Att. | Descrizione Attrezzature | Matricola | Costruttore | Taratura n. | Del | Effettuato da | Pros. Taratura | Effettuato da |
| GEO 01/01 | Estrusore Idraulico Motorizzato | 04031465 | Controls | --- | --- | --- | --- | --- |
| GEO 17/01 | Scissometro | 05095354 | Controls | --- | --- | --- | --- | --- |
| CLS 35 | Calibro a cursore digitale | 13603585 | Controls | 28/2017 | 02/01/2017 | Tecnolab Srl | 02/01/2018 | Tecnolab Srl |

DATI DICHIARATI DAL CLIENTE

Oggetto/Cantiere

BRETELLA DI SULMONA

| Sigla | Verbale Prelievo | Data | Ubicazione prelievo | Sondaggio numero | Profondità da - a | Prelievo | |
|-------|------------------|------|---------------------|------------------|-------------------|--------------|----------|
| | | | | | | tipo | campione |
| 1 | - | - | - | S1 | 11,70 m - 12,00 m | indisturbato | C11 |

Schema del campione

Poket Penetrometro (Pp): kPa (N.E.= non effettuabile) Lunghezza campione : 42,5 cm
 P.Alta

| | | | | |
|----|----|----|----|----|
| 90 | 40 | 60 | 60 | 60 |
|----|----|----|----|----|

 P.Bassa

Prove effettuate: TD

UU: prova triassiale non consolidata non drenata TD: prova di taglio diretto in scatola di Casagrande ED: prova edometrica ad incrementi di carico controllato ELL: prova di compressione non confinata

Descrizione del campione

Limo con argilla debolmente sabbioso di colore avana scuro grigiastro

Terre incoerenti

- sciolto
- addensato
- lievemente cementato

Terre coesive

- privo di consistenza (Pp < 25 kPa)
- poco consistente (Pp 25 - 50 kPa)
- moderatamente consistente (Pp 50 - 100 kPa)
- consistente (Pp 100 - 200 kPa)
- molto consistente (Pp > 200 kPa)

Note

| |
|--|
| |
|--|

Lo Sperimentatore
 Geol. *Andrea Bentivoglio*

Il Direttore di Laboratorio
 Ing. *Marco Di Pietro*

TECNOLAB S.R.L.
 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Telefono 085.903 9193 r.a.
 Fax 085.903 9202
 www.tecnolab.org
 e-mail info@tecnolab.org

sede legale 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Reg. Trib. di Chieti 6084
 CCIAA di Chieti 99996
 P. IVA 01626100695

Concessione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti
 n. 49410 del 02.10.2002 (art. 20 L. 1086/71)



**PROVE, RICERCHE
 E SPERIMENTAZIONI
 SUI MATERIALI
 DA COSTRUZIONE**

| 10.4.1 - GEOTECNICA - Terre e aggregati | | | |
|------------------------------------------------------------|--------|------------------|---------------------|
| Apertura e descrizione geotecnica di campione indisturbato | | | |
| Codice | Pag. | Rev. | Norma |
| Rp P10.4.1.34 | 2 di 2 | 2 del 12/06/2014 | Raccomand. AGI 1977 |

Rapporto di prova n°: **12876-17-1**
 Data emissione: **11/09/2017**
 Carico n°: **12876**
 Descrizione campione: **Campione indisturbato - S1-C11**
 Data carico: **31/08/2017**
 Data esecuzione prova: **04/09/2017**
 Richiedente: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
 Proprietario: **ZAPPA BENEDETTO SRL**
STRADA STATALE 17 KM. 95,5 SNC - SULMONA(AQ)
 Prelievo effettuato da: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
 Procedura di campionamento: **N.D.**



DATI INERENTI LA PROVA

Variazioni rispetto alla specifica di prova
 Identificazione procedure non normalizzate
 Anomalie riscontrate
 Incertezza dei risultati delle misure

**Nessuna
 Non utilizzate
 Nessuna
 Non determinata**

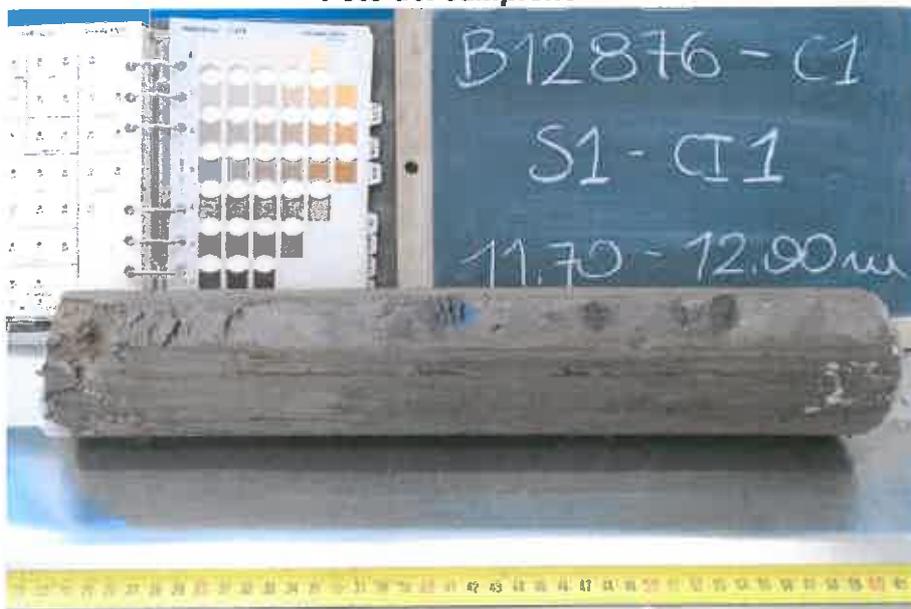
| Attrezzature utilizzate | | | | | | | | |
|-------------------------|----------------------------------|-----------|-------------|-------------|------------|---------------|----------------|---------------|
| Cod. Att. | Descrizione Attrezzature | Matricola | Costruttore | Taratura n. | Del | Effettuato da | Pros. Taratura | Effettuato da |
| GEO_01/01 | Estensore Idrraulico Motorizzato | 04031465 | Controls | --- | 0 | --- | 0 | --- |
| GEO_17/01 | Scissometro | 05095354 | Controls | --- | 0 | --- | 0 | --- |
| CLS_35 | Callibro a cursore digitale | 13603585 | Controls | 28/2017 | 02/01/2017 | Tecnolab Srl | 02/01/2018 | Tecnolab Srl |

DATI DICHIARATI DAL CLIENTE

Oggetto/Cantiere
BRETELLA DI SULMONA

| Sigla | Verbale Prelievo | Data | Ubicazione prelievo | Sondaggio numero | Profondità | | Prelievo | |
|-------|---------------------|------|---------------------|---------------------|------------|---------|--------------|----------|
| | | | | | da | a | tipo | campione |
| 1 | - | - | - | S1 | 11,70 m | 12,00 m | indisturbato | CI1 |

Foto del campione



Note

| |
|--|
| |
|--|

Lo Sperimentatore
 Geol. *Andrea Bentivoglio*

Il Direttore di Laboratorio
 Ing. *Marco Di Pietro*

TECNOLAB S.r.l.
 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Telefono 085.903.9193 r.a.
 Fax 085.903.9202
 www.tecnolab.org
 e-mail info@tecnolab.org

sede legale 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Reg. Trib. di Chieti 6084
 CCIAA di Chieti 99996
 P. IVA 01626100695

Concessione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti
 n. 49410 del 02.10.2002 (art. 20 L. 1086/71)



**PROVE, RICERCHE
 E SPERIMENTAZIONI
 SUI MATERIALI
 DA COSTRUZIONE**

DATI INERENTI LA PROVA

Variazioni rispetto alla specifica di prova
 Identificazione procedure non normalizzate
 Anomalie riscontrate
 Incertezza dei risultati delle misure

| 10.4.1 GEOTECNICA - Terre e Aggregati | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------------------|------------------|
| Determinazione della distribuzione granulometrica mediante setacciatura e sedimentazione | | | |
| Codice | Pag. | Rev. | Norma |
| Rp_P10.4.1.38 | 1 di 3 | 4 del 10/07/2014 | Raccom. AGI 1994 |

Rapporto di prova n°: **12876-17-2**
 Data emissione: **11/09/2017**
 Carico n°: **12876**
 Descrizione campione: **Campione indisturbato - S1-CI1**
 Data carico: **31/08/2017**
 Data esecuzione prova: **06/09/2017**
 Richiedente: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
 Proprietario: **ZAPPA BENEDETTO SRL**
STRADA STATALE 17 KM. 95,5 SNC - SULMONA(AQ)
 Prelievo effettuato da: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
 Procedura di campionamento: **N.D.**

**Nessuna
 Non utilizzate
 Nessuna
 Non determinata**



| Attrezzature utilizzate | | | | | | | | | |
|-------------------------|-----------------------------------------------|-------------|-------------|----------------|------------|---------------|----------------|---------------|-----|
| Cod. Att. | Descrizione Attrezzatura | Metricola | Costruttore | Taratura n. | Del | Effettuato da | Pros. Taratura | Effettuato da | |
| TAR_28 | Termometro digitale | 33737514708 | PCE | 051 C116186D40 | 20/07/2016 | Trescal Srl | 20/07/2018 | Centro Lat. | |
| GEO_04/01 | Cilindro graduato per analisi granulometrica | --- | Controls | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| GEO_05/01 | Vasca termostatica per analisi granulometrica | --- | Matest | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| GEO_15/01 | Bilancia | 117826 | Gilbertini | 152/2017 | 11/04/2017 | Tecnolab Srl | 10/10/2017 | Tecnolab Srl | |
| GEO_15/07 | Bilancia contapezzi | --- | PCE | 183/2017 | 03/07/2017 | Tecnolab Srl | 01/01/2018 | Tecnolab Srl | |
| GEO_06/05 | Densimetro per l'analisi granulometrica | 252 | Controls | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| GEO_02/26-37 | Serie Setacc In lamiera forata Ø 300 | --- | Controls | 151/2017 | 11/04/2017 | Tecnolab Srl | 10/10/2017 | Tecnolab Srl | |
| GEO_19/03 | Stufa a ventilazione forzata | 10001685 | Controls | 153/2017 | 11/04/2017 | Tecnolab Srl | 11/04/2018 | Tecnolab Srl | |
| GEO_02/19-25 | Serie Setacci UNI Ø 300 | --- | Controls | 150/2017 | 11/04/2017 | Tecnolab Srl | 10/10/2017 | Tecnolab Srl | |

DATI DICHIARATI DAL CLIENTE

Oggetto/Cantiere

BRETELLA DI SULMONA

| Sigla | Verbale Prelievo | Data | Ubicazione prelievo | Sondaggio numero | Profondità da - a | Prelievo tipo | Prelievo campione |
|-------|------------------|------|---------------------|------------------|-------------------|---------------|-------------------|
| 1 | - | - | - | S1 | 11,70 m - 12,00 m | indisturbato | CI1 |

ESPRESSIONE DEI RISULTATI: Analisi granulometrica per setacciatura

Massa iniziale g **165,37**

| Setacci UNI mm | Tratt. Netto al vaglio [g] | Tratt. Netto Progressivo [g] | Trattenuto Progressivo % | Passante Progressivo % |
|----------------|----------------------------|------------------------------|--------------------------|------------------------|
| 31,5 | | | | |
| 25 | | | | |
| 20 | | | | |
| 16 | | | | |
| 12,5 | | | | |
| 10 | | | | |
| 8 | | | | |
| 4 | | | | |
| 2 | 0 | 0 | 0 | 100,0 |
| 1 | 0,17 | 0,17 | 0,1 | 99,9 |
| 0,425 | 0,39 | 0,56 | 0,3 | 99,7 |
| 0,250 | 0,66 | 1,22 | 0,7 | 99,3 |
| 0,125 | 2,07 | 3,29 | 2,0 | 98,0 |
| 0,075 | 4,45 | 7,74 | 4,7 | 95,3 |
| fondo | 0,15 | | | |

Metodo di prova : per via secca per via umida
 Pretrattamento per materiale organico : si no

Note

Lo Sperimentatore
 Geol. Andrea Bentivoglio

Il Direttore di Laboratorio
 Ing. Marco Di Pietro

TECNOLAB S.r.l.
 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Telefono 085.903 9193 r.a.
 Fax 085.903 9202
 www.tecnolab.org
 e-mail info@tecnolab.org

sede legale 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Reg. Trib. di Chieti 6084
 CCIAA di Chieti 99996
 P. IVA 01626100695

Concessione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti
 n. 49410 del 02.10.2002 (art. 20 L. 1086/71)



**PROVE, RICERCHE
 E SPERIMENTAZIONI
 SUI MATERIALI
 DA COSTRUZIONE**

| 10.4.1 GEOTECNICA - Terre e Aggregati | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------------------|------------------|
| Determinazione della distribuzione granulometrica mediante setacciatura e sedimentazione | | | |
| Codice | Pag. | Rev. | Norma |
| Rp_ P10.4.1.38 | 2 di 3 | 4 del 10/07/2014 | Raccom. AGI 1994 |

Rapporto di prova n°: **12876-17-2**
 Data emissione: **11/09/2017**
 Carico n°: **12876**
 Descrizione campione: **Campione Indisturbato - S1-C11**
 Data carico: **31/08/2017**
 Data esecuzione prova: **06/09/2017**
 Richiedente: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
 Proprietario: **ZAPPA BENEDETTO SRL**
STRADA STATALE 17 KM. 95,5 SNC - SULMONA(AQ)
 Prelievo effettuato da: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
 Procedura di campionamento: **N.D.**



DATI INERENTI LA PROVA

Variazioni rispetto alla specifica di prova
 Identificazione procedure non normalizzate
 Anomalie riscontrate
 Incertezza dei risultati delle misure

**Nessuna
 Non utilizzate
 Nessuna
 Non determinata**

ESPRESSIONE DEI RISULTATI: Analisi granulometrica per sedimentazione

$\gamma_s = 2,700 \text{ g/cm}^3$ Peso specifico dei grani* $C_m = 0,50$ $X = 95,32 \%$ passante allo 0.075
 $P_s = 49,33 \text{ g}$ Peso secco del camp. $C_d = 3,00$ $H_R = 17,713-0.2733 (R + C_m)$
 *= dato presupposto ove non richiesto
 C_m = correzione menisco
 C_d = correzione per agente disperdente (esametafostato 40g/l)
 H_r = Profondità effettiva

| Tempo | Temperatura | Lettura | Correz.menisco | Correz. Temp. | Diametro equiv. | Lettura Corretta | Passante Parziale (%) | Passante Totale (%) |
|-------|-------------|---------|----------------|---------------|-----------------|------------------|-----------------------|---------------------|
| min. | °C | R'h | Rh | Ct | mm | R | | |
| 0,5 | 26,0 | 31,0 | 31,5 | 1,29 | 0,050086 | 29,00 | 95,91 | 91,42 |
| 1,0 | 26,0 | 30,0 | 30,5 | 1,29 | 0,035996 | 33,50 | 92,69 | 88,35 |
| 2,0 | 26,0 | 28,0 | 28,5 | 1,29 | 0,026253 | 28,50 | 86,25 | 82,22 |
| 4,0 | 26,0 | 26,0 | 26,5 | 1,29 | 0,019113 | 26,50 | 79,81 | 76,08 |
| 8,0 | 26,0 | 24,0 | 24,5 | 1,29 | 0,013892 | 24,50 | 73,37 | 69,94 |
| 15 | 26,0 | 22,0 | 22,5 | 1,29 | 0,010414 | 22,50 | 66,93 | 63,80 |
| 30 | 26,0 | 20,0 | 20,5 | 1,29 | 0,007549 | 20,50 | 60,50 | 57,66 |
| 60 | 26,0 | 18,5 | 19,0 | 1,29 | 0,005434 | 19,00 | 55,67 | 53,06 |
| 120 | 26,0 | 17,0 | 17,5 | 1,29 | 0,003909 | 17,50 | 50,84 | 48,46 |
| 240 | 26,0 | 15,5 | 16,0 | 1,29 | 0,002810 | 16,00 | 46,01 | 43,85 |
| 480 | 26,0 | 14,0 | 14,5 | 1,29 | 0,002020 | 14,50 | 41,18 | 39,25 |
| 1478 | 26,0 | 12,0 | 12,5 | 1,29 | 0,001175 | 12,50 | 34,74 | 33,11 |

Note

Lo Sperimentatore
 Geol. *Andrea Bantivoglio*

Il Direttore di Laboratorio
 Ing. *Marco Di Pietro*

TECNOLAB S.r.l.
 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Telefono 085.903 9193 r.a.
 Fax 085.903 9202
 www.tecnolab.org
 e-mail info@tecnolab.org

sede legale 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Reg. Trib. di Chieti 6084
 CCIAA di Chieti 99996
 P. IVA 01626100695

Concessione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti
 n. 49410 del 02.10.2002 (art. 20 L. 1086/71)



**PROVE, RICERCHE
 E SPERIMENTAZIONI
 SUI MATERIALI
 DA COSTRUZIONE**

DATI INERENTI LA PROVA

Variazioni rispetto alla specifica di prova
 Identificazione procedure non normalizzate
 Anomalie riscontrate
 Incertezza dei risultati delle misure

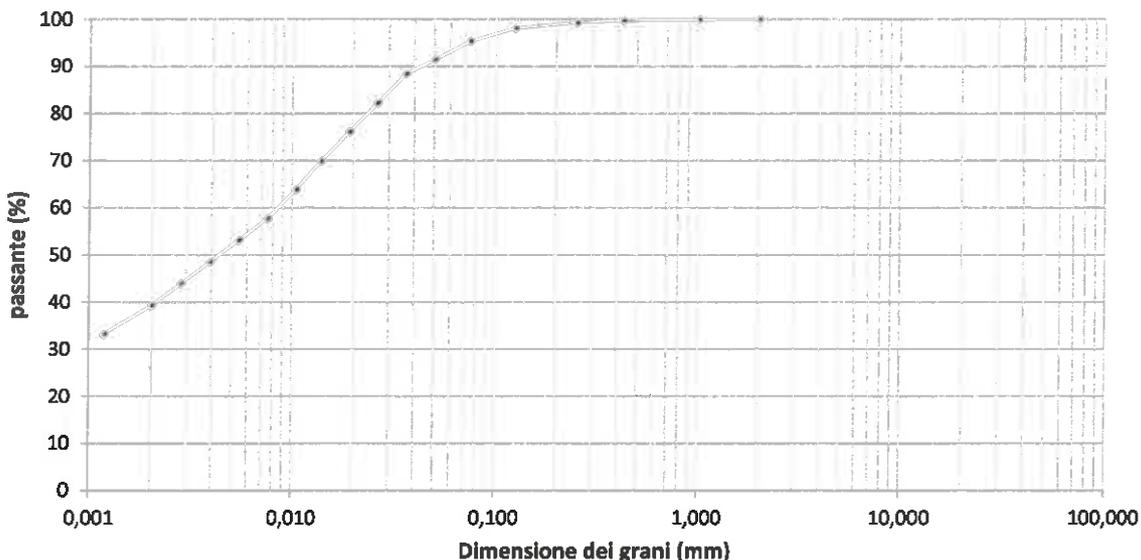
| 10.4.1 GEOTECNICA - Terre e Aggregati | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------------------|------------------|
| Determinazione della distribuzione granulometrica mediante setacciatura e sedimentazione | | | |
| Codice | Pag. | Rev. | Norma |
| Rp_ P10.4.1.38 | 3 di 3 | 4 del 10/07/2014 | Raccom. AGI 1994 |

Rapporto di prova n°: **12876-17-2**
 Data emissione: **11/09/2017**
 Carico n°: **12876**
 Descrizione campione: **Campione Indisturbato - S1-C11**
 Data carico: **31/08/2017**
 Data esecuzione prova: **06/09/2017**
 Richiedente: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
ZAPPA BENEDETTO SRL
STRADA STATALE 17 KM. 95,5 SNC - SULMONA(AQ)
 Proprietario:
TECHNOSOIL S.R.L.
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
 Prelievo effettuato da:
TECHNOSOIL S.R.L.
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
 Procedura di campionamento: **N.D.**



**Nessuna
 Non utilizzate
 Nessuna
 Non determinata**

GRAFICO DEI RISULTATI



Ghiaia (>2mm)= 0 % Sabbia (0,06-2 mm)= 7 % Limo (0,002-0,06 mm)= 54 % Argilla (< 0,002 mm)= 39 %
 Classifica granulometrica (AGI - Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche 1977):

LIMO CON ARGILLA DEBOLMENTE SABBIOSO

Note

Lo Sperimentatore
 Geol. *Andrea Bentivoglio*

Il Direttore di Laboratorio
 Ing. *Marco Di Pietro*

TECNOLAB S.R.L.
 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Telefono 085.903 9193 r.a.
 Fax 085.903 9202
 www.tecnolab.org
 e-mail info@tecnolab.org

sede legale 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Reg. Trib. di Chieti 6084
 CCIAA di Chieti 99996
 P. IVA 01626100695

Concessione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti
 n. 49410 del 02.10.2002 (art. 20 L. 1086/71)



**PROVE, RICERCHE
 E SPERIMENTAZIONI
 SUI MATERIALI
 DA COSTRUZIONE**

DATI INERENTI LA PROVA

Variazioni rispetto alla specifica di prova
 Identificazione procedure non normalizzate
 Anomalie riscontrate
 Incertezza dei risultati delle misure

**Nessuna
 Non utilizzate
 Nessuna
 Non determinata**



| 10.4.1 GEOTECNICA - Terre e Aggregati | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------|-------------------------|
| Determinazione dei limiti di consistenza liquido e plastico (metodo del cucchiaio di Casagrande) | | | |
| Codice | Pag. | Rev. | Norma |
| Rp_ P10.4.1.31 | 1 di 2 | 2 | UNI CEN ISO/TS 17892-12 |

Rapporto di prova n°: **12876-17-3**
 Data emissione: **11/09/2017**
 Carico n°: **12876**
 Descrizione campione: **Campione Indisturbato - S1-C11**
 Data carico: **31/08/2017**
 Data esecuzione prova: **06/09/2017**
 Richiedente: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTRE(PE)
 Proprietario: **ZAPPA BENEDETTO SRL**
STRADA STATALE 17 KM. 95,5 SNC - SULMONA(AQ)
 Prelievo effettuato da: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTRE(PE)
 Procedura di campionamento: **N.D.**

| Attrezzature utilizzate | | | | | | | | |
|-------------------------|---------------------------------------------------|-----------|-------------|-------------|------------|---------------|----------------|---------------|
| Cod. Att. | Descrizione Attrezzature | Matricola | Costruttore | Taratura n. | Del | Effettuato da | Pros. Taratura | Effettuato da |
| GEO_09/01 | Att. per determinazione limite liquido e plastico | --- | Matest | --- | --- | --- | --- | --- |
| GEO_15/01 | Bilancia | 117826 | Gilbertini | 152/2017 | 11/04/2017 | Tecnolab Srl | 10/10/2017 | Tecnolab Srl |
| GEO_19/03 | Stufa a ventilazione forzata | 10001685 | Controls | 153/2017 | 11/04/2017 | Tecnolab Srl | 11/04/2018 | Tecnolab Srl |

DATI DICHIARATI DAL CLIENTE

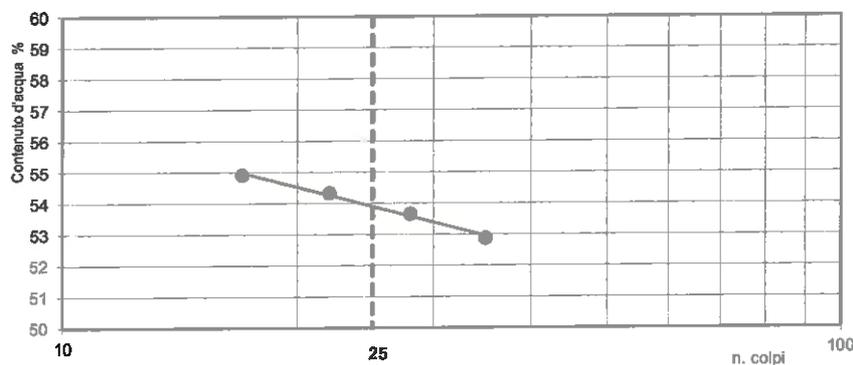
Oggetto/Cantiere

BRETELLA DI SULMONA

| Sigla | Verbale Prelievo | Data | Ubicazione prelievo | Sondaggio numero | Profondità da - a | Prelievo tipo | Prelievo campione |
|-------|------------------|------|---------------------|------------------|-------------------|---------------|-------------------|
| 1 | - | - | - | S1 | 11,70 m - 12,00 m | indisturbato | C11 |

ESPRESSIONE DEI RISULTATI

| Prova n. | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|--------------------------|------|-------|-------|-------|-------|
| Massa Tara | (g) | 2,50 | 2,42 | 2,41 | 2,24 |
| Massa Camp. Umido + Tara | (g) | 51,95 | 53,35 | 46,51 | 49,22 |
| Massa Camp. Secco + Tara | (g) | 34,42 | 35,42 | 31,11 | 32,97 |
| Massa Acqua | (g) | 17,53 | 17,93 | 15,40 | 16,25 |
| Massa Camp. Secco | (g) | 31,92 | 33,00 | 28,70 | 30,73 |
| Contenuto d'Acqua | (%) | 54,92 | 54,33 | 53,66 | 52,88 |
| Numero di Colpi | (n°) | 17 | 22 | 28 | 35 |



Limite Liquido w_L
54

Note

Empty box for notes.

Lo Sperimentatore
 Geol. Andrea Bertivoglio

Il Direttore di Laboratorio
 Ing. Marco Di Pietro

TECNOLAB S.P.A.
 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Telefono 085.903 9193 r.a.
 Fax 085.903 9202
 www.tecnolab.org
 e-mail info@tecnolab.org

sede legale 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Reg. Trib. di Chieti 6084
 C.C.I.A.A. di Chieti 99996
 P. IVA 01626100695

Concessione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti
 n. 49410 del 02.10.2002 (art. 20 L. 1086/71)



**PROVE, RICERCHE
 E SPERIMENTAZIONI
 SUI MATERIALI
 DA COSTRUZIONE**

DATI INERENTI LA PROVA

Variazioni rispetto alla specifica di prova
 Identificazione procedure non normalizzate
 Anomalie riscontrate
 Incertezza dei risultati delle misure

**Nessuna
 Non utilizzate
 Nessuna
 Non determinata**



ESPRESSIONE DEI RISULTATI

Rapporto di prova n°: **12876-17-3**
 Data emissione: **11/09/2017**
 Carico n°: **12876**
 Descrizione campione: **Campione indisturbato - S1-C11**
 Data carico: **31/08/2017**
 Data esecuzione prova: **06/09/2017**
 Richiedente: **TECHNOSOIL S.R.L.
 VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)**
 Proprietario: **ZAPPA BENEDETTO SRL
 STRADA STATALE 17 KM. 95,5 SNC - SULMONA(AQ)**
 Prelievo effettuato da: **TECHNOSOIL S.R.L.
 VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)**
 Procedura di campionamento: **N.D.**

| 10.4.1 GEOTECNICA - Terre e Aggregati | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------|-------------------------|
| Determinazione dei limiti di consistenza liquido e plastico (metodo del cucchiaio di Casagrande) | | | |
| Codice | Pag. | Rev. | Norma |
| Rp_ P10.4.1.31 | 2 di 2 | 2 | UNI CEN ISO/TS 17892-12 |

| Prova n. | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|-----------------------|-----|-------|-------|-------|-------|
| Massa Tara | (g) | 2,23 | 2,24 | 2,41 | 2,22 |
| M. Camp. Umido + Tara | (g) | 36,36 | 33,54 | 39,00 | 37,20 |
| M. Camp. Secco + Tara | (g) | 28,87 | 26,76 | 31,12 | 29,47 |
| Massa Acqua | (g) | 7,49 | 6,78 | 7,88 | 7,73 |
| M. Camp. Secco | (g) | 26,64 | 24,52 | 28,71 | 27,25 |
| Contenuto d'Acqua | (%) | 28,12 | 27,65 | 27,45 | 28,37 |

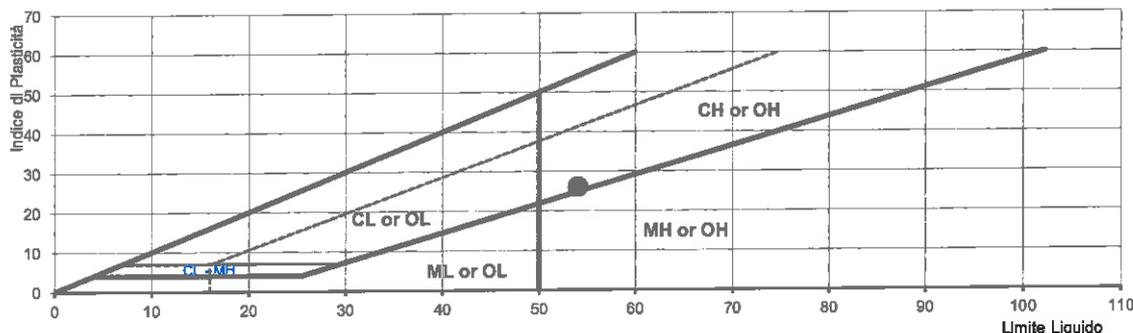
Limite Plastico w_p
28

CALCOLO DEGLI INDICI

Contenuto d' Acqua * $w =$ **38,8**
 Limite Liquido $w_L =$ **54**
 Limite Plastico $w_p =$ **28**

Indice plastico $I_p = w_L - w_p =$ **26**
 Indice di consistenza $I_c = (w_L - w) / I_p =$ **0,58**
 Indice di liquidità $I_L = (w - w_p) / I_p =$ **0,42**

Carta di plasticità (ASTM D2487)



Note
 * parametro non richiesto, il dato è dedotto dalle pesate dei provini delle prove meccaniche

Lo Sperimentatore
 Geol. Andrea Bentivoglio

Il Direttore di Laboratorio
 Ing. Marco Di Pietro

TECNOLAB S.R.L.
 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Telefono 085.903 9193 r.a.
 Fax 085.903 9202
 www.tecnolab.org
 e-mail info@tecnolab.org

sede legale 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Reg. Trib. di Chieti 6084
 CCIAA di Chieti 99996
 P. IVA 01626100695

Concessione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti
 n. 49410 del 02.10.2002 (art. 20 L. 1086/71)



**PROVE, RICERCHE
 E SPERIMENTAZIONI
 SUI MATERIALI
 DA COSTRUZIONE**

| 10.4.1 GEOTECNICA - Terre e Aggregati | | | |
|---------------------------------------|--------|------------------|------------------|
| Prova di laboratorio su terreni | | | |
| Prova di taglio diretto | | | |
| Codice | Pag. | Rev. | Norma |
| Rp_ P10.4.1.42 | 1 di 8 | 5 del 10/07/2014 | Raccom. AGI 1994 |

Rapporto di prova n°: **12876-17-4**
 Data emissione: **11/09/2017**
 Carico n°: **12876**
 Descrizione campione: **Campione indisturbato - S1-C11**
 Data carico: **31/08/2017**
 Data esecuzione prova: **04/09/2017**
 Richiedente: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
 Proprietario: **ZAPPA BENEDETTO SRL**
STRADA STATALE 17 KM. 95,5 SNC - SULMONA(AQ)
 Prelievo effettuato da: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
 Procedura di campionamento: **N.D.**



DATI INERENTI LA PROVA

Variazioni rispetto alla specifica di prova
 Identificazione procedure non normalizzate
 Anomalie riscontrate
 Incertezza dei risultati delle misure

**Nessuna
 Non utilizzate
 Nessuna
 Non determinata**

| Attrezzature utilizzate | | | | | | | | |
|-------------------------|--------------------------------------------------|-----------|-------------|-------------|------------|---------------|----------------|---------------|
| Cod.Att. | Descrizione Attrezzatura | Matricola | Costruttore | Teratura n. | Dal | Effettuato da | Pros. Teratura | Effettuato da |
| GEO_15/01 | Bilancia | 117826 | Gilbertini | 152/2017 | 11/04/2017 | Tecnolab Srl | 10/10/2017 | Tecnolab Srl |
| GEO_20/02 | Fustellatrice per terreni | 04098041 | Controls | --- | --- | --- | --- | --- |
| GEO_22/01 | Macchina digitale per prova taglio diretto | 04107276 | Controls | --- | --- | --- | --- | --- |
| GEO_39 | software acquisizione elaborazione dati per prov | --- | Controls | --- | --- | --- | --- | --- |
| GEO_40/01 | Unità acquisizione elaborazione archiviazione da | 05020853 | Controls | --- | --- | --- | --- | --- |
| GEO_19/03 | Stufa a ventilazione forzata | 10001685 | Controls | 153/2017 | 11/04/2017 | Tecnolab Srl | 11/04/2018 | Tecnolab Srl |

DATI DICHIARATI DAL CLIENTE

Oggetto/Cantiere

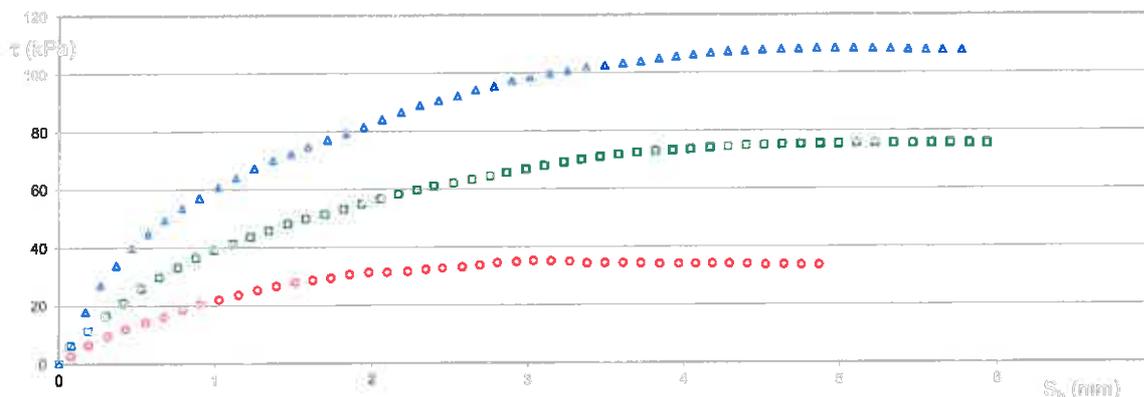
BRETELLA DI SULMONA

| Stigla | Verbale Prelievo | Data | Ubicazione prelievo | Sondaggio numero | Profondità da - a | Prelievo tipo | Prelievo campione |
|--------|---------------------|------|---------------------|---------------------|----------------------|------------------|----------------------|
| 1 | - | - | - | S1 | 11,70 m - 12,00 m | indisturbato | C11 |

ESPRESSIONE DEI RISULTATI

| Provino | Caratteristiche fisiche | | | | | | Consolidazione | | | Rottura |
|---------|-------------------------|-----------------------------------|------------------------|-------------------------------------|--------|---------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|-------------------|
| | H ₀ mm | A ₀ cm ² | γ kN/m ³ | γ _d kN/m ³ | W % | W _f % | σ _v kPa | Δ _t ore | H _f mm | Veocità μm/min |
| 1 | 21,5 | 36,0 | 17,73 | 12,74 | 39,2 | 32,5 | 100 | 24 | 20,59 | 5,0 |
| 2 | 21,5 | 36,0 | 17,86 | 12,92 | 38,2 | 31,0 | 200 | 48 | 18,99 | 5,0 |
| 3 | 21,5 | 36,0 | 18,03 | 12,97 | 39,0 | 27,7 | 300 | 72 | 18,04 | 5,0 |

Diagramma (Tensione di taglio - Spostamento orizzontale)



Note

Lo Sperimentatore
 Geol. Andrea Bentivoglio

Il Direttore di Laboratorio
 Ing. Marco Di Pietro

TECNOLAB s.r.l.
 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Telefono 085.903 9193 r.a.
 Fax 085.903 9202
 www.tecnolab.org
 e-mail info@tecnolab.org

sede legale 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Reg. Trib. di Chieti 6084
 CCIAA di Chieti 99996
 P. IVA 01626100695

Concessione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti
 n. 49410 del 02.10.2002 (art. 20 L. 1086/71)



**PROVE, RICERCHE
 E SPERIMENTAZIONI
 SUI MATERIALI
 DA COSTRUZIONE**

| 10.4.1 GEOTECNICA - Terre e Aggregati | | | |
|---------------------------------------|--------|------------------|------------------|
| Prova di laboratorio su terreni | | | |
| Prova di taglio diretto | | | |
| Codice | Pag. | Rev. | Norma |
| Rp_ P10.4.1.42 | 2 di 8 | 5 del 10/07/2014 | Raccom. AGI 1994 |

Rapporto di prova n°: **12876-17-4**
 Data emissione: **11/09/2017**
 Carico n°: **12876**
 Descrizione campione: **Campione indisturbato - S1-C1**
 Data carico: **31/08/2017**
 Data esecuzione prova: **04/09/2017**
 Richiedente: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
ZAPPA BENEDETTO SRL
STRADA STATALE 17 KM. 95,5 SNC - SULMONA(AQ)
 Proprietario:
 Prelievo effettuato da: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
 Procedura di campionamento: **N.D.**



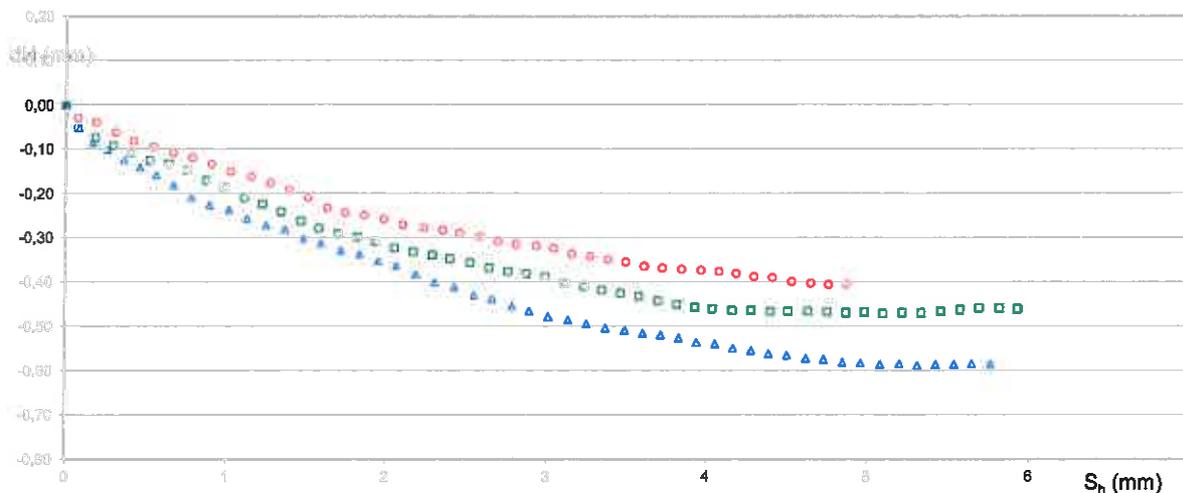
DATI INERENTI LA PROVA

Variazioni rispetto alla specifica di prova
 Identificazione procedure non normalizzate
 Anomalie riscontrate
 Incertezza dei risultati delle misure

**Nessuna
 Non utilizzate
 Nessuna
 Non determinata**

ESPRESSIONE DEI RISULTATI

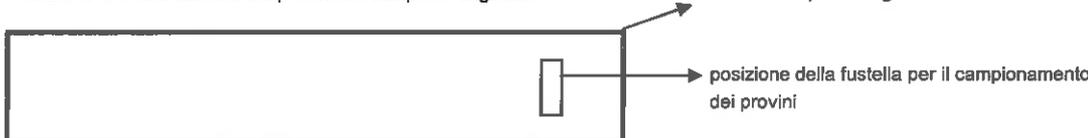
Diagramma (Cedimento verticale - Spostamento orizzontale)



Metodo di preparazione dei provini:
 Ricavati da campione indisturbato
 Ricavati da campione rimaneggiato
 Provini ricostituiti

Provini sottoposti a prova nelle seguenti condizioni:
 Con immersione in acqua della scatola di taglio
 Senza immersione in acqua della scatola di taglio

Posizione e/o orientamento dei provini nel campione originale:



Note

Dall'involuppo di rottura calcolato con il metodo della regressione lineare delle resistenze massime dei provini (τ) e dei carichi applicati (σ_n) si ottengono i seguenti parametri di resistenza: angolo di attrito (ϕ') = **20°** e coesione efficace (c') = **0 kPa**

Note

Lo Sperimentatore
 Geol. *Andrea Bentivoglio*

Il Direttore di Laboratorio
 Ing. *Marco Di Pietro*

TECNOLAB S.r.l.
 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Telefono 085.903 9193 r.a.
 Fax 085.903 9202
 www.tecnolab.org
 e-mail info@tecnolab.org

sede legale 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Reg. Trib. di Chieti 6084
 CCIAA di Chieti 99996
 P. IVA 01626100695

Concessione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti
 n. 49410 del 02.10.2002 (art. 20 L. 1086/71)



**PROVE, RICERCHE
 E SPERIMENTAZIONI
 SUI MATERIALI
 DA COSTRUZIONE**

| 10.4.1 GEOTECNICA - Terre e Aggregati | | | |
|---------------------------------------|--------|------------------|------------------|
| Prova di laboratorio su terreni | | | |
| Prova di taglio diretto | | | |
| Codice | Pag. | Rev. | Norma |
| Rp_P10.4.1.42 | 3 di 8 | 5 del 10/07/2014 | Raccom. AGI 1994 |

Rapporto di prova n°: **12876-17-4**
 Data emissione: **11/09/2017**
 Carico n°: **12876**
 Descrizione campione: **Campione indisturbato - S1-C11**
 Data carico: **31/08/2017**
 Data esecuzione prova: **04/09/2017**
 Richiedente: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
 Proprietario: **ZAPPA BENEDETTO SRL**
STRADA STATALE 17 KM. 95,5 SNC - SULMONA(AQ)
 Prelievo effettuato da: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
 Procedura di campionamento: **N.D.**



DATI INERENTI LA PROVA

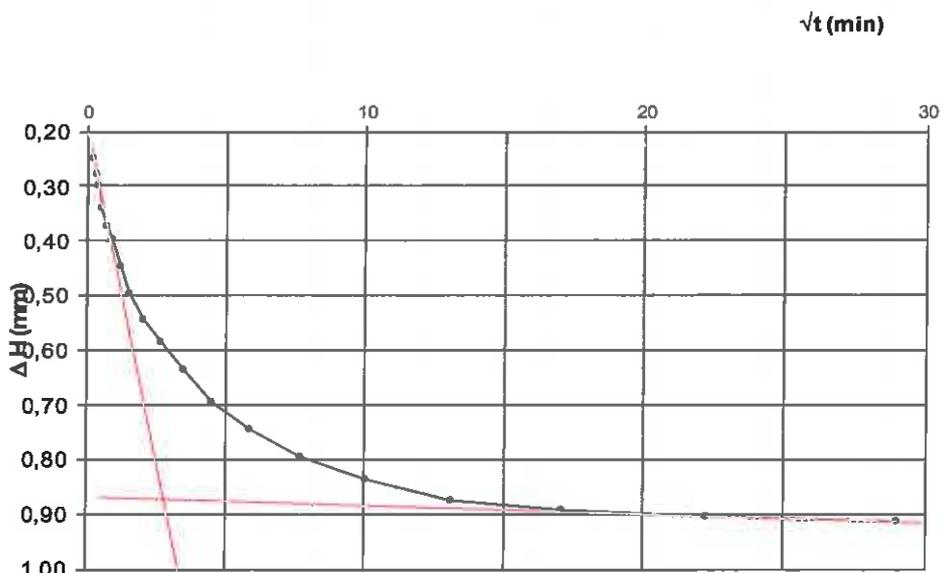
Variazioni rispetto alla specifica di prova
 Identificazione procedure non normalizzate
 Anomalie riscontrate
 Incertezza dei risultati delle misure

**Nessuna
 Non utilizzate
 Nessuna
 Non determinata**

TABELLE E GRAFICO DELLA CONSOLIDAZIONE (provino n. 1)

pressione di consolidazione $\sigma'_v = 100$ kPa

| Tempo (t) | Cedimento ΔH |
|-----------|----------------------|
| min | mm |
| 0,06 | 0,250 |
| 0,10 | 0,278 |
| 0,17 | 0,300 |
| 0,29 | 0,341 |
| 0,50 | 0,372 |
| 0,85 | 0,396 |
| 1,45 | 0,447 |
| 2,46 | 0,496 |
| 4,19 | 0,544 |
| 7,12 | 0,585 |
| 12,1 | 0,634 |
| 20,6 | 0,693 |
| 35,0 | 0,744 |
| 59,4 | 0,794 |
| 101 | 0,837 |
| 172 | 0,876 |
| 292 | 0,891 |
| 496 | 0,903 |
| 844 | 0,914 |



| | | | | | | | |
|-----------|---|-----|-----|--------|---|-------|--------|
| t_{100} | = | 7,6 | min | t_f | = | 96,6 | min |
| $s_f(1)$ | = | 1,5 | mm | $v(1)$ | = | 0,016 | mm/min |
| $s_f(2)$ | = | 3,0 | mm | $v(2)$ | = | 0,031 | mm/min |

| | | |
|------------|---|-------------------------------------------------------------------|
| ΔH | = | cedimento del provino durante la fase di consolidazione |
| t_f | = | tempo a rottura minimo |
| s_f | = | spostamento a rottura stimato (1= valore minimo 2=valore massimo) |
| v | = | velocità di prova stimata |

Note

Lo Sperimentatore
 Geol. *Andrea Bentivoglio*

Il Direttore di Laboratorio
 Ing. *Marco Di Pietro*

TECNOLAB S.R.L.
 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Telefono 085.903 9193 r.a.
 Fax 085.903 9202
 www.tecnolab.org
 e-mail info@tecnolab.org

sede legale 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Reg. Trib. di Chieti 6084
 CCIAA di Chieti 99996
 P. IVA 01626100695

Concessione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti
 n. 49410 del 02.10.2002 (art. 20 L. 1086/71)



**PROVE, RICERCHE
 E SPERIMENTAZIONI
 SUI MATERIALI
 DA COSTRUZIONE**

| 10.4.1 GEOTECNICA - Terre e Aggregati | | | |
|---------------------------------------|--------|------------------|------------------|
| Prova di laboratorio su terreni | | | |
| Prova di taglio diretto | | | |
| Codice | Pag. | Rev. | Norma |
| Rp_ P10.4.1.42 | 4 di 8 | 5 del 10/07/2014 | Raccom. AGI 1994 |

Rapporto di prova n°: **12876-17-4**
 Data emissione: **11/09/2017**
 Carico n°: **12876**
 Descrizione campione: **Campione indisturbato - S1-CI1**
 Data carico: **31/08/2017**
 Data esecuzione prova: **04/09/2017**
 Richiedente: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
ZAPPA BENEDETTO SRL
STRADA STATALE 17 KM. 95,5 SNC - SULMONA(AQ)
 Proprietario:
 Prelievo effettuato da: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
 Procedura di campionamento: **N.D.**



DATI INERENTI LA PROVA

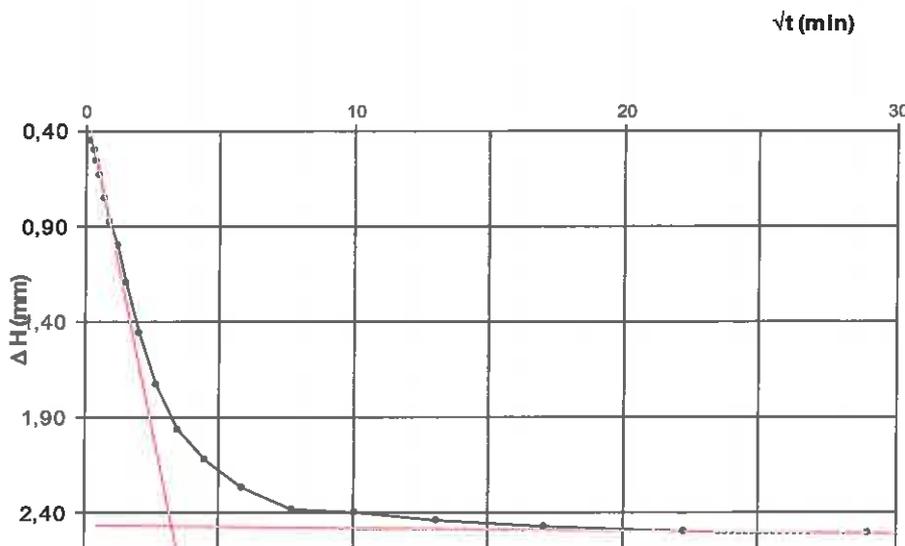
Variazioni rispetto alla specifica di prova
 Identificazione procedure non normalizzate
 Anomalie riscontrate
 Incertezza dei risultati delle misure

**Nessuna
 Non utilizzate
 Nessuna
 Non determinata**

TABELLE E GRAFICO DELLA CONSOLIDAZIONE (provino n. 2)

pressione di consolidazione $\sigma'_v = 200$ kPa

| Tempo (t) min | Cedimento ΔH mm |
|------------------|----------------------------|
| 0,06 | 0,451 |
| 0,10 | 0,504 |
| 0,17 | 0,558 |
| 0,29 | 0,637 |
| 0,50 | 0,752 |
| 0,85 | 0,876 |
| 1,45 | 1,000 |
| 2,46 | 1,200 |
| 4,19 | 1,460 |
| 7,12 | 1,726 |
| 12,1 | 1,965 |
| 20,6 | 2,124 |
| 35,0 | 2,265 |
| 59,4 | 2,381 |
| 101 | 2,400 |
| 172 | 2,442 |
| 292 | 2,470 |
| 496 | 2,500 |
| 844 | 2,510 |



| | | | | | | | |
|-----------|---|------|-----|--------|---|-------|--------|
| t_{100} | = | 10,8 | min | t_r | = | 137,3 | min |
| $s_f(1)$ | = | 1,5 | mm | $v(1)$ | = | 0,011 | mm/min |
| $s_f(2)$ | = | 3,0 | mm | $v(2)$ | = | 0,022 | mm/min |

| | | |
|------------|---|-------------------------------------------------------------------|
| ΔH | = | cedimento del provino durante la fase di consolidazione |
| t_r | = | tempo a rottura minimo |
| s_f | = | spostamento a rottura stimato (1= valore minimo 2=valore massimo) |
| v | = | velocità di prova stimata |

Note

Lo Sperimentatore
 Geol. Andrea Bentivoglio

Il Direttore di Laboratorio
 Ing. Marco Di Pietro

TECNOLAB S.p.A.
 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Telefono 085.903 9193 r.a.
 Fax 085.903 9202
 www.tecnolab.org
 e-mail info@tecnolab.org

sede legale 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Reg. Trib. di Chieti 6084
 CCIAA di Chieti 99996
 P. IVA 01626100695

Concessione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti
 n. 49410 del 02.10.2002 (art. 20 L. 1086/71)



**PROVE, RICERCHE
 E SPERIMENTAZIONI
 SUI MATERIALI
 DA COSTRUZIONE**

| 10.4.1 GEOTECNICA - Terre e Aggregati | | | |
|---------------------------------------|--------|------------------|------------------|
| Prova di laboratorio su terreni | | | |
| Prova di taglio diretto | | | |
| Codice | Pag. | Rev. | Norma |
| Rp_P10.4.1.42 | 5 di 8 | 5 del 10/07/2014 | Raccom. AGI 1994 |

Rapporto di prova n°: **12876-17-4**
 Data emissione: **11/09/2017**
 Carico n°: **12876**
 Descrizione campione: **Campione indisturbato - S1-C11**
 Data carico: **31/08/2017**
 Data esecuzione prova: **04/09/2017**
 Richiedente: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
 Proprietario: **ZAPPA BENEDETTO SRL**
STRADA STATALE 17 KM. 95,5 SNC - SULMONA(AQ)
 Prelievo effettuato da: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
 Procedura di campionamento: **N.D.**



DATI INERENTI LA PROVA

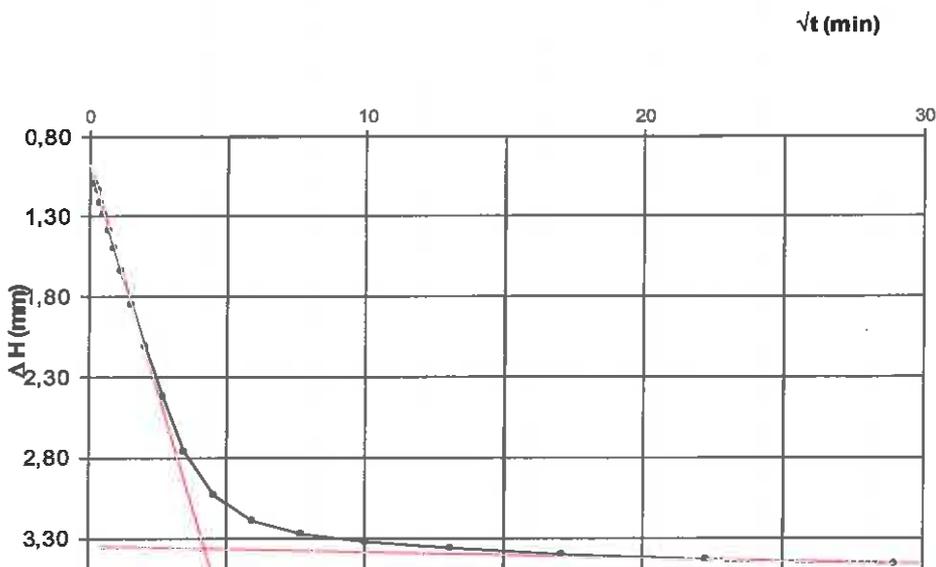
Variazioni rispetto alla specifica di prova
 Identificazione procedure non normalizzate
 Anomalie riscontrate
 Incertezza dei risultati delle misure

**Nessuna
 Non utilizzate
 Nessuna
 Non determinata**

TABELLE E GRAFICO DELLA CONSOLIDAZIONE (provino n. 3)

pressione di consolidazione σ'_v = 300 kPa

| Tempo (t) | Cedimento ΔH |
|-----------|----------------------|
| min | mm |
| 0,06 | 1,092 |
| 0,10 | 1,140 |
| 0,17 | 1,217 |
| 0,29 | 1,288 |
| 0,50 | 1,384 |
| 0,85 | 1,498 |
| 1,45 | 1,637 |
| 2,46 | 1,846 |
| 4,19 | 2,109 |
| 7,12 | 2,426 |
| 12,1 | 2,762 |
| 20,6 | 3,033 |
| 35,0 | 3,191 |
| 59,4 | 3,273 |
| 101 | 3,323 |
| 172 | 3,364 |
| 292 | 3,405 |
| 496 | 3,437 |
| 844 | 3,462 |



| | | | | | |
|-----------|---|----------|--------|---|--------------|
| t_{100} | = | 17,4 min | t_f | = | 221,1 min |
| $s_f(1)$ | = | 1,5 mm | $v(1)$ | = | 0,007 mm/min |
| $s_f(2)$ | = | 3,0 mm | $v(2)$ | = | 0,014 mm/min |

| | | |
|------------|---|-------------------------------------------------------------------|
| ΔH | = | cedimento del provino durante la fase di consolidazione |
| t_f | = | tempo a rottura minimo |
| s_f | = | spostamento a rottura stimato (1= valore minimo 2=valore massimo) |
| v | = | velocità di prova stimata |

Note

Lo Sperimentatore
 Geol. Andrea Bentivoglio

Il Direttore di Laboratorio
 Ing. Marco Di Pietro

TECNOLAB S.R.L.
 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Telefono 085.903.9193 r.a.
 Fax 085.903.9202
 www.tecnolab.org
 e-mail info@tecnolab.org

sede legale 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Reg. Trib. di Chieti 6084
 CCIAA di Chieti 99996
 P. IVA 01626100695

Concessione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti
 n. 49410 del 02.10.2002 (art. 20 L. 1086/71)



**PROVE, RICERCHE
 E SPERIMENTAZIONI
 SUI MATERIALI
 DA COSTRUZIONE**

DATI INERENTI LA PROVA

Variazioni rispetto alla specifica di prova
 Identificazione procedure non normalizzate
 Anomalie riscontrate
 Incertezza dei risultati delle misure

**Nessuna
 Non utilizzate
 Nessuna
 Non determinata**

TABELLA RISULTATI DELLA PROVA - Provino n.2 (simbolo □ nel grafico)

| dt min | dH mm | Sh mm | F N | τ kPa |
|-----------|----------|----------|--------|---------------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20 | -0,051 | 0,07 | 21,8 | 6,0 |
| 40 | -0,073 | 0,18 | 40,0 | 11,1 |
| 60 | -0,091 | 0,30 | 59,6 | 16,6 |
| 80 | -0,106 | 0,41 | 75,6 | 21,0 |
| 100 | -0,124 | 0,53 | 93,3 | 25,9 |
| 120 | -0,131 | 0,64 | 107,4 | 29,8 |
| 140 | -0,146 | 0,76 | 119,3 | 33,1 |
| 160 | -0,169 | 0,88 | 131,2 | 36,4 |
| 180 | -0,185 | 0,99 | 140,4 | 39,0 |
| 200 | -0,209 | 1,12 | 148,8 | 41,3 |
| 220 | -0,223 | 1,23 | 157,2 | 43,7 |
| 240 | -0,240 | 1,34 | 164,9 | 45,8 |
| 260 | -0,262 | 1,47 | 173,3 | 48,1 |
| 280 | -0,277 | 1,58 | 179,6 | 49,9 |
| 300 | -0,290 | 1,70 | 185,2 | 51,5 |
| 320 | -0,298 | 1,82 | 191,5 | 53,2 |
| 340 | -0,308 | 1,94 | 197,9 | 55,0 |
| 360 | -0,323 | 2,06 | 204,2 | 56,7 |
| 380 | -0,331 | 2,17 | 210,0 | 58,3 |

| dt min | dH mm | Sh mm | F N | τ kPa |
|-----------|----------|----------|--------|---------------|
| 400 | -0,3384 | 2,29 | 214,7 | 59,6 |
| 420 | -0,3456 | 2,40 | 219,7 | 61,0 |
| 440 | -0,3552 | 2,53 | 223,9 | 62,2 |
| 460 | -0,3672 | 2,64 | 228,1 | 63,4 |
| 480 | -0,3756 | 2,76 | 232,3 | 64,5 |
| 500 | -0,3804 | 2,87 | 236,5 | 65,7 |
| 520 | -0,3876 | 2,99 | 240,8 | 66,9 |
| 540 | -0,402 | 3,11 | 245,1 | 68,1 |
| 560 | -0,4092 | 3,23 | 249,5 | 69,3 |
| 580 | -0,4176 | 3,35 | 252,8 | 70,2 |
| 600 | -0,4248 | 3,46 | 255,9 | 71,1 |
| 620 | -0,432 | 3,58 | 258,9 | 71,9 |
| 640 | -0,442 | 3,70 | 261,1 | 72,5 |
| 660 | -0,45 | 3,82 | 262,7 | 73,0 |
| 680 | -0,457 | 3,93 | 264,0 | 73,3 |
| 700 | -0,46 | 4,04 | 265,4 | 73,7 |
| 720 | -0,463 | 4,17 | 266,6 | 74,1 |
| 740 | -0,4632 | 4,28 | 267,9 | 74,4 |
| 760 | -0,4656 | 4,40 | 269,2 | 74,8 |
| 780 | -0,465 | 4,51 | 269,8 | 74,9 |
| 800 | -0,465 | 4,64 | 270,8 | 75,2 |
| 820 | -0,467 | 4,75 | 271,0 | 75,3 |
| 840 | -0,468 | 4,87 | 271,4 | 75,4 |
| 860 | -0,467 | 4,99 | 271,7 | 75,5 |
| 880 | -0,47 | 5,11 | 272,4 | 75,7 |
| 900 | -0,468 | 5,23 | 272,4 | 75,7 |
| 920 | -0,468 | 5,34 | 272,6 | 75,7 |
| 940 | -0,465 | 5,47 | 272,7 | 75,8 |
| 960 | -0,462 | 5,58 | 273 | 75,8 |
| 980 | -0,458 | 5,70 | 273 | 75,8 |
| 1000 | -0,458 | 5,82 | 272 | 75,7 |
| 1020 | -0,46 | 5,93 | 272 | 75,5 |

Legenda: dt : Tempo
 dH : Cedimento verticale
 Sh : Spostamento orizzontale
 F : Forza di taglio
 τ : Tensione di taglio

10.4.1 GEOTECNICA - Terre e Aggregati
Prova di laboratorio su terreni
Prova di taglio diretto

| Codice | Pag. | Rev. | Norma |
|----------------|--------|------------------|------------------|
| Rp_ P10.4.1.42 | 7 di 8 | 5 del 10/07/2014 | Raccom. AGI 1994 |

Rapporto di prova n°: **12876-17-4**
 Data emissione: **11/09/2017**
 Carico n°: **12876**
 Descrizione campione: **Campione indisturbato - S1-C11**
 Data carico: **31/08/2017**
 Data esecuzione prova: **04/09/2017**
 Richiedente: **TECNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
ZAPPA BENEDETTO SRL
STRADA STATALE 17 KM. 95,5 SNC - SULMONA(AQ)
 Proprietario:
 Prelievo effettuato da: **TECNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
 Procedura di campionamento: **N.D.**



Note

Lo Sperimentatore
 Geol. Andrea Bentivoglio

Il Direttore di Laboratorio
 Ing. Marco Di Pietro

TECNOLAB S.p.A.
 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Telefono 085.903.9193 r.a.
 Fax 085.903.9202
 www.tecnolab.org
 e-mail info@tecnolab.org

sede legale 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Reg. Trib. di Chieti 6084
 CCIAA di Chieti 99996
 P. IVA 01626100695

Concessione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti
 n. 49410 del 02.10.2002 (art. 20 L. 1086/71)



**PROVE, RICERCHE
 E SPERIMENTAZIONI
 SUI MATERIALI
 DA COSTRUZIONE**

DATI INERENTI LA PROVA

Variazioni rispetto alla specifica di prova
 Identificazione procedure non normalizzate
 Anomalie riscontrate
 Incertezza dei risultati delle misure

**Nessuna
 Non utilizzate
 Nessuna
 Non determinata**

TABELLA RISULTATI DELLA PROVA - Provino n.3 (simbolo Δ nel grafico)

| dt min | dH mm | Sh mm | F N | τ kPa |
|-----------|----------|----------|--------|---------------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20 | -0,050 | 0,08 | 22,4 | 6,2 |
| 40 | -0,083 | 0,17 | 64,6 | 17,9 |
| 60 | -0,100 | 0,26 | 97,7 | 27,1 |
| 80 | -0,122 | 0,36 | 121,9 | 33,9 |
| 100 | -0,139 | 0,46 | 143,9 | 40,0 |
| 120 | -0,157 | 0,57 | 161,6 | 44,9 |
| 140 | -0,180 | 0,67 | 178,3 | 49,5 |
| 160 | -0,207 | 0,79 | 193,1 | 53,6 |
| 180 | -0,225 | 0,90 | 205,7 | 57,2 |
| 200 | -0,235 | 1,02 | 218,9 | 60,8 |
| 220 | -0,255 | 1,13 | 230,7 | 64,1 |
| 240 | -0,270 | 1,25 | 242,2 | 67,3 |
| 260 | -0,280 | 1,37 | 252,2 | 70,1 |
| 280 | -0,301 | 1,49 | 260,6 | 72,4 |
| 300 | -0,311 | 1,60 | 269,4 | 74,8 |
| 320 | -0,328 | 1,72 | 278,3 | 77,3 |
| 340 | -0,336 | 1,84 | 286,2 | 79,5 |
| 360 | -0,352 | 1,95 | 294,3 | 81,8 |
| 380 | -0,362 | 2,07 | 303,2 | 84,2 |

| dt min | dH mm | Sh mm | F N | τ kPa |
|-----------|----------|----------|--------|---------------|
| 400 | -0,382 | 2,19 | 311,8 | 86,6 |
| 420 | -0,4 | 2,31 | 320,2 | 88,9 |
| 440 | -0,41 | 2,43 | 326,1 | 90,6 |
| 460 | -0,429 | 2,55 | 331,5 | 92,1 |
| 480 | -0,437 | 2,66 | 338,8 | 94,1 |
| 500 | -0,453 | 2,79 | 344,2 | 95,6 |
| 520 | -0,465 | 2,90 | 350,5 | 97,4 |
| 540 | -0,478 | 3,02 | 355,3 | 98,7 |
| 560 | -0,485 | 3,14 | 359,6 | 99,9 |
| 580 | -0,493 | 3,25 | 363,0 | 100,8 |
| 600 | -0,503 | 3,37 | 367,1 | 102,0 |
| 620 | -0,508 | 3,49 | 369,8 | 102,7 |
| 640 | -0,515 | 3,61 | 373,0 | 103,6 |
| 660 | -0,518 | 3,72 | 375,3 | 104,3 |
| 680 | -0,525 | 3,83 | 378,5 | 105,1 |
| 700 | -0,535 | 3,94 | 380,7 | 105,7 |
| 720 | -0,538 | 4,06 | 383,0 | 106,4 |
| 740 | -0,548 | 4,17 | 384,7 | 106,9 |
| 760 | -0,553 | 4,28 | 386,6 | 107,4 |
| 780 | -0,56 | 4,39 | 387,7 | 107,7 |
| 800 | -0,564 | 4,51 | 388,8 | 108,0 |
| 820 | -0,571 | 4,63 | 389,2 | 108,1 |
| 840 | -0,573 | 4,74 | 389,8 | 108,3 |
| 860 | -0,58 | 4,85 | 390,3 | 108,4 |
| 880 | -0,581 | 4,97 | 390,3 | 108,4 |
| 900 | -0,584 | 5,09 | 390,3 | 108,4 |
| 920 | -0,583 | 5,21 | 390,2 | 108,4 |
| 940 | -0,587 | 5,32 | 389,6 | 108,2 |
| 960 | -0,584 | 5,43 | 389,2 | 108,1 |
| 980 | -0,584 | 5,55 | 388,6 | 107,9 |
| 1000 | -0,583 | 5,66 | 388,1 | 107,8 |
| 1020 | -0,584 | 5,77 | 387,6 | 107,7 |

Legenda: dt : Tempo
 dH : Cedimento verticale
 Sh : Spostamento orizzontale
 F : Forza di taglio
 τ : Tensione di taglio

10.4.1 GEOTECNICA - Terre e Aggregati
Prova di laboratorio su terreni
Prova di taglio diretto

| Codice | Pag. | Rev. | Norma |
|---------------|--------|------------------|------------------|
| Rp_P10.4.1.42 | 8 di 8 | 5 del 10/07/2014 | Raccom. AGI 1994 |

Rapporto di prova n°: **12876-17-4**
 Data emissione: **11/09/2017**
 Carico n°: **12876**
 Descrizione campione: **Campione indisturbato - S1-CI1**
 Data carico: **31/08/2017**
 Data esecuzione prova: **04/09/2017**
 Richiedente: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTRE(PE)
ZAPPA BENEDETTO SRL
STRADA STATALE 17 KM. 95,5 SNC - SULMONA(AQ)
 Proprietario:
TECHNOSOIL S.R.L.
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTRE(PE)
 Prelievo effettuato da:
TECHNOSOIL S.R.L.
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTRE(PE)
 Procedura di campionamento: **N.D.**



Note

Lo Sperimentatore
 Geol. Andrea Bentivoglio

Il Direttore di Laboratorio
 Ing. Marco Di Pietro

TECNOLAB S.p.A.
 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Telefono 085.903 9193 r.a.
 Fax 085.903 9202
 www.tecnolab.org
 e-mail info@tecnolab.org

sede legale 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Reg. Trib. di Chieti 6084
 CCIAA di Chieti 99996
 P. IVA 01626100695

Concessione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti
 n. 49410 del 02.10.2002 (art. 20 L. 1086/71)



**PROVE, RICERCHE
 E SPERIMENTAZIONI
 SUI MATERIALI
 DA COSTRUZIONE**

DATI INERENTI LA PROVA

Variazioni rispetto alla specifica di prova
 Identificazione procedure non normalizzate
 Anomalie riscontrate
 Incertezza dei risultati delle misure

**Nessuna
 Non utilizzate
 Nessuna
 Non determinata**



| 10.4.1 - GEOTECNICA - Terre e aggregati | | | |
|------------------------------------------------------------------|--------|------------------|---------------------|
| Riconoscimento e descrizione geotecnica di campione rimaneggiato | | | |
| Codice | Pag. | Rev. | Norma |
| Rp P10.4.1.64 | 1 di 2 | 2 del 12/06/2014 | Raccomand. AGI 1977 |

Rapporto di prova n°: **12876-17-5**
 Data emissione: **11/09/2017**
 Carico n°: **12876**
 Descrizione campione: **Campione rimaneggiato - S1-CR4**
 Data ricevimento campione: **31/08/2017**
 Data esecuzione prova: **04/09/2017**
 Richiedente: **TECHNOSOIL S.R.L.
 VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)**
 Proprietario: **ZAPPA BENEDETTO SRL
 STRADA STATALE 17 KM. 95,5 SNC - SULMONA(AQ)**
 Prelievo effettuato da: **TECHNOSOIL S.R.L.
 VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)**
 Procedura di campionamento: **N.D.**

| Attrezzature utilizzate | | | | | | | | |
|-------------------------|--------------------------|-----------|-------------|-------------|-----|---------------|----------------|---------------|
| Cod.Att. | Descrizione Attrezzature | Matricola | Costruttore | Taratura n. | Del | Effettuato da | Pros. Taratura | Effettuato da |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |

DATI DICHIARATI DAL CLIENTE

Oggetto/Cantiere

BRETELLA DI SULMONA

| Sigla | Verbale Prelievo | Data | Ubicazione prelievo | Sondaggio numero | Profondità da - a | Prelievo | |
|-------|------------------|------|---------------------|------------------|-------------------|--------------|----------|
| | | | | | | tipo | campione |
| 2 | - | - | - | S1 | 8,00 m - 8,20 m | rimaneggiato | CR4 |

Schema del campione

Poket Penetrometro (Pp): kPa (N.E.= non effettuabile) Lunghezza campione: - cm
P.Alta N.E. **P.Bassa**
Prove effettuate:

Analisi granulometrica, completa di analisi per sedimentazione Limiti di Atterberg

Descrizione del campione

Ghiaia sabbiosa debolmente limosa

Terre incoerenti

- sciolto
- addensato
- lievemente cementato

Terre coesive

- privo di consistenza (Pp < 25 kPa)
- poco consistente (Pp 25 - 50 kPa)
- moderatamente consistente (Pp 50 - 100 kPa)
- consistente (Pp 100 - 200 kPa)
- molto consistente (Pp > 200 kPa)

Note

Lo Sperimentatore
 Geol. Andrea Bantivoglio

Il Direttore di Laboratorio
 Ing. Marco Di Pietro

TECNOLAB S.R.L.
 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Telefono 085.903 9193 r.a.
 Fax 085.903 9202
 www.tecnolab.org
 e-mail info@tecnolab.org

sede legale 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Reg. Trib. di Chieti 6084
 CCIAA di Chieti 99996
 P. IVA 01626100695

Concessione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti
 n. 49410 del 02.10.2002 (art. 20 L. 1086/71)



**PROVE, RICERCHE
 E SPERIMENTAZIONI
 SUI MATERIALI
 DA COSTRUZIONE**

| 10.4.1 - GEOTECNICA - Terre e aggregati | | | |
|------------------------------------------------------------------|--------|------------------|---------------------|
| Riconoscimento e descrizione geotecnica di campione rimaneggiato | | | |
| Codice | Pag. | Rev. | Norma |
| Rp P10.4.1.64 | 2 di 2 | 2 del 12/06/2014 | Raccomand. AGI 1977 |

Rapporto di prova n°: **12876-17-5**
 Data emissione: **11/09/2017**
 Carico n°: **12876**
 Descrizione campione: **Campione rimaneggiato - S1-CR4**
 Data ricevimento campione: **31/08/2017**
 Data esecuzione prova: **04/09/2017**
 Richiedente: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
 Proprietario: **ZAPPA BENEDETTO SRL**
STRADA STATALE 17 KM. 95,5 SNC - SULMONA(AQ)
 Prelievo effettuato da: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
 Procedura di campionamento: **N.D.**



DATI INERENTI LA PROVA

Variazioni rispetto alla specifica di prova
 Identificazione procedure non normalizzate
 Anomalie riscontrate
 Incertezza dei risultati delle misure

**Nessuna
 Non utilizzate
 Nessuna
 Non determinata**

| Atrezzature utilizzate | | | | | | | | |
|------------------------|--------------------------|---------------|-------------|-------------|-----|---------------|----------------|---------------|
| Cod. Att. | Descrizione Attrezzature | Marca/Modello | Costruttore | Taratura n. | Del | Effettuato da | Pros. Taratura | Effettuato da |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |

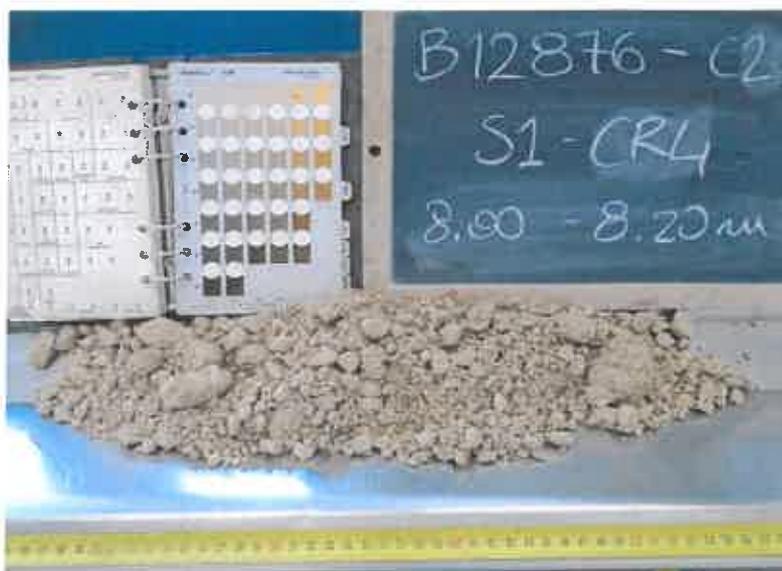
DATI DICHIARATI DAL CLIENTE

Oggetto/Cantiere

BRETELLA DI SULMONA

| Sigla | Verbale Prelievo | Data | Ubicazione prelievo | Sondaggio numero | Profondità da - a | Prelievo | |
|-------|------------------|------|---------------------|------------------|-------------------|--------------|----------|
| | | | | | | tipo | campione |
| 2 | - | - | - | S1 | 8,00 m - 8,20 m | rimaneggiato | CR4 |

Foto del campione



Note

| |
|--|
| |
|--|

Lo Sperimentatore
 Geol. *Andrea Bentivoglio*

Il Direttore di Laboratorio
 Ing. *Marco Di Pietro*

TECNOLAB S.r.l.
 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Telefono 085.903 9193 r.a.
 Fax 085.903 9202
 www.tecnolab.org
 e-mail info@tecnolab.org

sede legale 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Reg. Trib. di Chieti 6084
 CCIAA di Chieti 99996
 P. IVA 01626100695

Concessione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti
 n. 49410 del 02.10.2002 (art. 20 L. 1086/71)



**PROVE, RICERCHE
 E SPERIMENTAZIONI
 SUI MATERIALI
 DA COSTRUZIONE**

DATI INERENTI LA PROVA

Variazioni rispetto alla specifica di prova
 Identificazione procedure non normalizzate
 Anomalie riscontrate
 Incertezza dei risultati delle misure

**Nessuna
 Non utilizzate
 Nessuna
 Non determinata**



| GEOTECNICA - Terre e Aggregati | | | |
|--------------------------------|--------|------|-----------|
| Analisi Granulometrica | | | |
| Codice | Pag. | Rev. | Norma |
| Rp_ P10.4.1.1 | 1 di 2 | 2 | CNR n° 23 |

Rapporto di prova n°: **12876-17-6**
 Data emissione: **11/09/2017**
 Carico n°: **12876**
 Descrizione campione: **Campione rimaneggiato - S1-CR4**
 Data carico: **31/08/2017**
 Data esecuzione prova: **06/09/2017**
 Richiedente: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
 Proprietario: **ZAPPA BENEDETTO SRL**
STRADA STATALE 17 KM. 95,5 SNC - SULMONA(AQ)
 Prelievo effettuato da: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
 Procedura di campionamento: **N.D.**

| Attrezzature utilizzate | | | | | | | | |
|-------------------------|---------------------------------------|-----------|-------------|-------------|------------|---------------|----------------|---------------|
| Cod.Att. | Descrizione Attrezzature | Matricola | Costruttore | Taratura n. | Del | Effettuato da | Pros. Taratura | Effettuato da |
| GEO 15/01 | Bilancia | 117826 | Gibertini | 152/2017 | 11/04/2017 | Tecnolab Srl | 10/10/2017 | Tecnolab Srl |
| GEO 02/26-37 | Serie Setacci in lamiera forata Ø 300 | --- | Controls | 151/2017 | 11/04/2017 | Tecnolab Srl | 10/10/2017 | Tecnolab Srl |
| GEO 19/03 | Stufa a ventilazione forzata | 10001685 | Controls | 153/2017 | 11/04/2017 | Tecnolab Srl | 11/04/2018 | Tecnolab Srl |
| GEO 02/19-25 | Serie Setacci UNI Ø 300 | --- | Controls | 150/2017 | 11/04/2017 | Tecnolab Srl | 10/10/2017 | Tecnolab Srl |

DATI DICHIARATI DAL CLIENTE

Oggetto/Cantiere

BRETELLA DI SULMONA

| Sigla | Verbale Prelievo | Data | Ubicazione prelievo | Sondaggio numero | Profondità da - a | Prelievo tipo | Prelievo campione |
|-------|------------------|------|---------------------|------------------|-------------------|---------------|-------------------|
| 2 | - | - | - | S1 | 8,00 m - 8,20 m | rimaneggiato | CR4 |

ESPRESSIONE DEI RISULTATI

Massa iniziale g

2544,5

| Setacci UNI mm | Tratt. Netto al vaglio [g] | Tratt. Netto Progressivo [g] | Trattenuto Progressivo % | Passante Progressivo % |
|----------------|----------------------------|------------------------------|--------------------------|------------------------|
| 200 | | | | |
| 100 | | | | |
| 80 | | | | |
| 63 | | | | |
| 40 | | | | |
| 31,5 | 0 | 0 | 0 | 100,0 |
| 25 | 113,48 | 113,48 | 4,5 | 95,5 |
| 20 | 373,28 | 486,76 | 19,1 | 80,9 |
| 16 | 235,11 | 721,87 | 28,4 | 71,6 |
| 12,5 | 334,35 | 1056,22 | 41,5 | 58,5 |
| 10 | 191,60 | 1247,82 | 49,0 | 51,0 |
| 8 | 152,16 | 1399,98 | 55,0 | 45,0 |
| 4 | 387,27 | 1787,25 | 70,2 | 29,8 |
| 2 | 211,96 | 1999,21 | 78,6 | 21,4 |
| 1 | 141,73 | 2140,94 | 84,1 | 15,9 |

Note

Empty box for notes.

Lo Sperimentatore
 Geol. *Andrea Bentivoglio*

Il Direttore di Laboratorio
 Ing. *Marco Di Pietro*

TECNOLAB S.r.l.
 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C. da Cucullo
 Telefono 085.903.9193 r.a.
 Fax 085.903.9202
 www.tecnolab.org
 e-mail info@tecnolab.org

sede legale 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C. da Cucullo
 Reg. Trib. di Chieti 6084
 CCIAA di Chieti 99996
 P. IVA 01626100695

Concessione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti
 n. 49410 del 02.10.2002 (art. 20 L. 1086/71)



**PROVE, RICERCHE
 E SPERIMENTAZIONI
 SUI MATERIALI
 DA COSTRUZIONE**

Variazioni rispetto alla specifica di prova
 Identificazione procedure non normalizzate
 Anomalie riscontrate
 Incertezza dei risultati delle misure

ESPRESSIONE DEI RISULTATI

| GEOTECNICA - Terre e Aggregati | | | |
|--------------------------------|--------|------|-----------|
| Analisi Granulometrica | | | |
| Codice | Pag. | Rev. | Norma |
| Rp_ P10.4.1.1 | 2 di 2 | 2 | CNR n° 23 |

Rapporto di prova n°: **12876-17-6**
 Data emissione: **11/09/2017**
 Carico n°: **12876**
 Descrizione campione: **Campione rimaneggiato - S1-CR4**
 Data ricevimento campione: **31/08/2017**
 Data esecuzione prova: **06/09/2017**
 Richiedente: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
 Proprietario: **ZAPPA BENEDETTO SRL**
STRADA STATALE 17 KM. 95,5 SNC - SULMONA(AQ)
 Prelievo effettuato da: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
 Procedura di campionamento: **N.D.**

**Nessuna
 Non utilizzate
 Nessuna
 Non determinata**

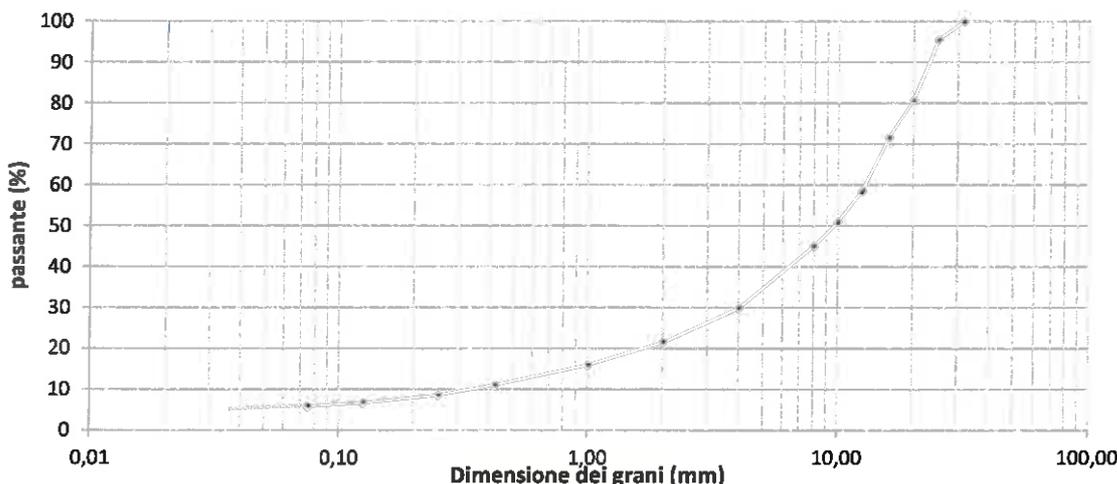


Massa iniziale g 2544,5

| Setacci UNI mm | Tratt. Netto al vaglio [g] | Tratt. Netto Progressivo [g] | Trattenuto Progressivo % | Passante Progressivo % |
|----------------------|----------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| 0,425 | 122,90 | 2263,84 | 89,0 | 11,0 |
| 0,250 | 63,10 | 2326,94 | 91,4 | 8,6 |
| 0,125 | 48,09 | 2375,03 | 93,3 | 6,7 |
| 0,075 | 22,39 | 2397,42 | 94,2 | 5,8 |
| fondo | 2,47 | | | |

Metodo di prova : per via secca per via umida

Pretrattamento per materiale organico : si no



Ghiaia (>2mm)= 78 % Sabbia (0,06-2 mm)= 17 % Limo (0,002-0,06 mm)= 5 % Argilla (< 0,002 mm)= %

Classifica granulometrica (AGI - Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche 1977):

GHIAIA SABBIOSA DEBOLMENTE LIMOSA

Note

Lo Sperimentatore
 Geol. Andrea Bentivoglio

Il Direttore di Laboratorio
 Ing. Marco Di Pietro

TECNOLAB S.p.A.
 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Telefono 085.903 9193 r.a.
 Fax 085.903 9202
 www.tecnolab.org
 e-mail info@tecnolab.org

sede legale 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Reg. Trib. di Chieti 6084
 CCIAA di Chieti 99996
 P. IVA 01626100695

Concessione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti
 n. 49410 del 02.10.2002 (art. 20 L. 1086/71)



**PROVE, RICERCHE
 E SPERIMENTAZIONI
 SUI MATERIALI
 DA COSTRUZIONE**

| 10.4.1 - GEOTECNICA - Terre e aggregati | | | |
|------------------------------------------------------------|--------|------------------|---------------------|
| Apertura e descrizione geotecnica di campione indisturbato | | | |
| Codice | Pag. | Rev. | Norma |
| Rp P10.4.1.34 | 1 di 2 | 2 del 12/06/2014 | Raccomand. AGI 1977 |

Rapporto di prova n°: **12876-17-7**
 Data emissione: **11/09/2017**
 Carico n°: **12876**
 Descrizione campione: **Campione indisturbato - S4-CI1**
 Data carico: **31/08/2017**
 Data esecuzione prova: **04/09/2017**
 Richiedente: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
ZAPPA BENEDETTO SRL
STRADA STATALE 17 KM. 95,5 SNC - SULMONA(AQ)
 Proprietario:
 Prelievo effettuato da: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
 Procedura di campionamento: **N.D.**



DATI INERENTI LA PROVA

Variazioni rispetto alla specifica di prova
 Identificazione procedure non normalizzate
 Anomalie riscontrate
 Incertezza dei risultati delle misure

**Nessuna
 Non utilizzate
 Nessuna
 Non determinata**

| Attrezzature utilizzate | | | | | | | | |
|-------------------------|---------------------------------|-----------|-------------|-------------|------------|---------------|----------------|---------------|
| Cod. Att. | Descrizione Attrezzature | Matricola | Costruttore | Taratura n. | Del | Effettuato da | Pros. Taratura | Effettuato da |
| GEO_017/01 | Estrusore Idraulico Motorizzato | 04031465 | Controls | --- | --- | --- | --- | --- |
| GEO_17/01 | Scissometro | 05095354 | Controls | --- | --- | --- | --- | --- |
| CLS_35 | Calibro a cursore digitale | 13603585 | Controls | 28/2017 | 02/01/2017 | Tecnolab Srl | 02/01/2018 | Tecnolab Srl |

DATI DICHIARATI DAL CLIENTE

Oggetto/Cantiere

BRETELLA DI SULMONA

| Sigla | Verbale Prelievo | Data | Ubicazione prelievo | Sondaggio numero | Profondità da - a | Prelievo | |
|-------|------------------|------|---------------------|------------------|-------------------|--------------|----------|
| | | | | | | tipo | campione |
| 3 | - | - | - | S4 | 6,60 m - 7,00 m | indisturbato | CI1 |

Schema del campione

Poket Penetrometro (Pp): kPa (N.E.= non effettuabile) Lunghezza campione : 48 cm
 P.Alta

| | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 340 | 300 | 350 | 340 | 250 |
|-----|-----|-----|-----|-----|

 P.Bassa

Prove effettuate: TD

UU: prova triassiale non consolidata non drenata TD: prova di taglio diretto in scatola di Casagrande ED: prova edometrica ad incrementi di carico controllato ELL: prova di compressione non confinata

Descrizione del campione

Limo con argilla sabbioso marrone, sono presenti intrusioni millimetriche sparse, maggiormente nella parte superiore

Terre incoerenti

- sciolto
- addensato
- lievemente cementato

Terre coesive

- privo di consistenza (Pp < 25 kPa)
- poco consistente (Pp 25 - 50 kPa)
- moderatamente consistente (Pp 50 - 100 kPa)
- consistente (Pp 100 - 200 kPa)
- molto consistente (Pp > 200 kPa)

Note

Lo Sperimentatore
 Geol. Andrea Bertivoglio

Il Direttore di Laboratorio
 Ing. Marco Di Pietro

TECNOLAB S.R.L.
 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Telefono 085.903 9193 r.a.
 Fax 085.903 9202
 www.tecnolab.org
 e-mail info@tecnolab.org

sede legale 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Reg. Trib. di Chieti 6084
 CCIAA di Chieti 99996
 P. IVA 01626100695

Concessione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti
 n. 49410 del 02.10.2002 (art. 20 L. 1086/71)



**PROVE, RICERCHE
 E SPERIMENTAZIONI
 SUI MATERIALI
 DA COSTRUZIONE**

| 10.4.1 - GEOTECNICA - Terre e aggregati | | | |
|------------------------------------------------------------|--------|------------------|---------------------|
| Apertura e descrizione geotecnica di campione indisturbato | | | |
| Codice | Pag. | Rev. | Norma |
| Rp P10.4.1.34 | 2 di 2 | 2 del 12/06/2014 | Raccomand. AGI 1977 |

Rapporto di prova n°: **12876-17-7**
 Data emissione: **11/09/2017**
 Carico n°: **12876**
 Descrizione campione: **Campione indisturbato - S4-CI1**
 Data carico: **31/08/2017**
 Data esecuzione prova: **04/09/2017**
 Richiedente: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
 Proprietario: **ZAPPA BENEDETTO SRL**
STRADA STATALE 17 KM. 95,5 SNC - SULMONA(AQ)
 Prelievo effettuato da: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
 Procedura di campionamento: **N.D.**



DATI INERENTI LA PROVA

Variazioni rispetto alla specifica di prova
 Identificazione procedure non normalizzate
 Anomalie riscontrate
 Incertezza dei risultati delle misure

**Nessuna
 Non utilizzate
 Nessuna
 Non determinata**

| Attrezzature utilizzate | | | | | | | |
|-------------------------|---------------------------------|-----------|-------------|-------------|------------|---------------|----------------|
| Cod. Att. | Descrizione Attrezzature | Matricola | Costruttore | Taratura n. | Del | Effettuato da | Pros. Taratura |
| GEO_017/01 | Estrusore Idraulico Motonizzato | 04031465 | Controls | --- | --- | --- | --- |
| GEO_17/01 | Sciasometro | 05095354 | Controls | --- | --- | --- | --- |
| CLS_35 | Calibro a cursore digitale | 13603585 | Controls | 28/2017 | 02/01/2017 | Tecnolab Srl | 02/01/2018 |

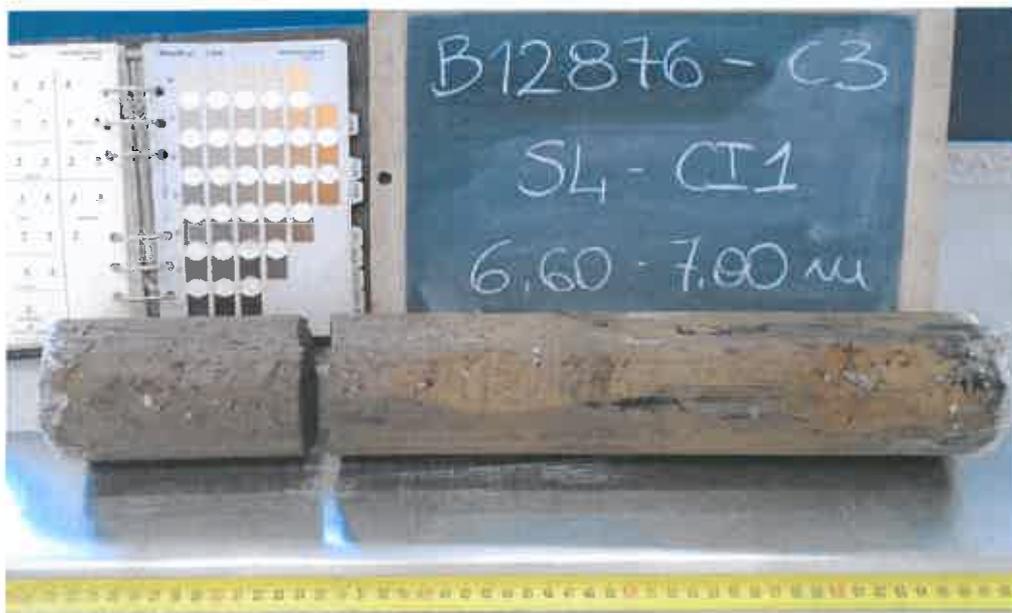
DATI DICHIARATI DAL CLIENTE

Oggetto/Cantiere

BRETELLA DI SULMONA

| Sigla | Verbale Prelievo | Data | Ubicazione prelievo | Sondaggio numero | Profondità | | Prelievo | |
|-------|------------------|------|---------------------|------------------|------------|----------|--------------|----------|
| | | | | | da | a | tipo | campione |
| 3 | - | - | - | S4 | 6,60 m | - 7,00 m | indisturbato | CI1 |

Foto del campione



Note

| |
|--|
| |
|--|

Lo Spedimentatore
 Geol. Andrea Bentivoglio

Il Direttore di Laboratorio
 Ing. Marco Di Pietro

TECNOLAB s.r.l.
 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Telefono 085.903 9193 r.a.
 Fax 085.903 9202
 www.tecnolab.org
 e-mail info@tecnolab.org

sede legale 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Reg. Trib. di Chieti 6084
 CCIAA di Chieti 99996
 P. IVA 01626100695

Concessione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti
 n. 49410 del 02.10.2002 (art. 20 L. 1086/71)



**PROVE, RICERCHE
 E SPERIMENTAZIONI
 SUI MATERIALI
 DA COSTRUZIONE**

DATI INERENTI LA PROVA

Variazioni rispetto alla specifica di prova
 Identificazione procedure non normalizzate
 Anomalie riscontrate
 Incertezza dei risultati delle misure

**Nessuna
 Non utilizzate
 Nessuna
 Non determinata**

| 10.4.1 GEOTECNICA - Terre e Aggregati | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------------------|------------------|
| Determinazione della distribuzione granulometrica mediante setacciatura e sedimentazione | | | |
| Codice | Pag. | Rev. | Norma |
| Rp_ P10.4.1.38 | 1 di 3 | 4 del 10/07/2014 | Raccom. AGI 1994 |

Rapporto di prova n°: **12876-17-8**
 Data emissione: **11/09/2017**
 Carico n°: **12876**
 Descrizione campione: **Campione Indisturbato - S4-C11**
 Data carico: **31/08/2017**
 Data esecuzione prova: **06/09/2017**
 Richiedente: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTRE(PE)
 Proprietario: **ZAPPA BENEDETTO SRL**
STRADA STATALE 17 KM. 95,5 SNC - SULMONA(AQ)
 Prelievo effettuato da: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTRE(PE)
 Procedura di campionamento: **N.D.**



| Attrezzature utilizzate | | | | | | | | |
|-------------------------|-----------------------------------------------|--------------|-------------|----------------|------------|---------------|----------------|---------------|
| Cod. Att. | Descrizione Attrezzature | Matricola | Costruttore | Varatura n. | Del | Effettuato da | Pros. Varatura | Effettuato da |
| TAR_28 | Termometro digitale | 33737514/706 | PCE | 051 C116186D40 | 20/07/2016 | Trescal Srl | 20/07/2018 | Centro Lat |
| GEO_04/01 | Cilindro graduato per analisi granulometrica | --- | Controls | --- | --- | --- | --- | --- |
| GEO_05/01 | Vasca termostatica per analisi granulometrica | --- | Matest | --- | --- | --- | --- | --- |
| GEO_15/01 | Bilancia | 117826 | Gibertini | 152/2017 | 11/04/2017 | Tecnolab Srl | 10/10/2017 | Tecnolab Srl |
| GEO_15/07 | Bilancia contapezzi | --- | PCE | 183/2017 | 03/07/2017 | Tecnolab Srl | 01/01/2018 | Tecnolab Srl |
| GEO_06/05 | Densimetro per l'analisi granulometrica | 252 | Controls | --- | --- | --- | --- | --- |
| GEO_02/26-37 | Serie Setacci in lamiera forata Ø 300 | --- | Controls | 151/2017 | 11/04/2017 | Tecnolab Srl | 10/10/2017 | Tecnolab Srl |
| GEO_19/03 | Stufa a ventilazione forzata | 10001685 | Controls | 153/2017 | 11/04/2017 | Tecnolab Srl | 11/04/2018 | Tecnolab Srl |
| GEO_02/19-25 | Serie Setacci UNI Ø 300 | --- | Controls | 150/2017 | 11/04/2017 | Tecnolab Srl | 10/10/2017 | Tecnolab Srl |

DATI DICHIARATI DAL CLIENTE

Oggetto/Cantiere

BRETELLA DI SULMONA

| Sigla | Verbale Prelievo | Data | Ubicazione prelievo | Sondaggio numero | Profondità da - a | Prelievo | |
|-------|------------------|------|---------------------|------------------|-------------------|--------------|----------|
| | | | | | | tipo | campione |
| 3 | - | - | - | S4 | 6,60 m - 7,00 m | indisturbato | C11 |

ESPRESSIONE DEI RISULTATI: Analisi granulometrica per setacciatura

Massa iniziale g 229,83

| Setacci UNI mm | Tratt. Netto al vaglio [g] | Tratt. Netto Progressivo [g] | Trattenuto Progressivo % | Passante Progressivo % |
|----------------|----------------------------|------------------------------|--------------------------|------------------------|
| 31,5 | | | | |
| 25 | | | | |
| 20 | | | | |
| 16 | | | | |
| 12,5 | | | | |
| 10 | | | | |
| 8 | 0 | 0 | 0 | 100,0 |
| 4 | 2,16 | 2,16 | 0,9 | 99,1 |
| 2 | 5,42 | 7,58 | 3,3 | 96,7 |
| 1 | 9,86 | 17,44 | 7,6 | 92,4 |
| 0,425 | 11,01 | 28,45 | 12,4 | 87,6 |
| 0,250 | 5,52 | 33,97 | 14,8 | 85,2 |
| 0,125 | 11,22 | 45,19 | 19,7 | 80,3 |
| 0,075 | 9,26 | 54,45 | 23,7 | 76,3 |
| fondo | 0,37 | | | |

Metodo di prova : per via secca per via umida
 Pretrattamento per materiale organico : si no

Note

Lo Sperimentatore
 Geol. Andrea Bentivoglio

Il Direttore di Laboratorio
 Ing. Marco Di Pietro

TECNOLAB S.R.L.
 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Telefono 085.903 9193 r.a.
 Fax 085.903 9202
 www.tecnolab.org
 e-mail info@tecnolab.org

sede legale 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Reg. Trib. di Chieti 6084
 CCIAA di Chieti 99996
 P. IVA 01626100695

Concessione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti
 n. 49410 del 02.10.2002 (art. 20 L. 1086/71)



**PROVE, RICERCHE
 E SPERIMENTAZIONI
 SUI MATERIALI
 DA COSTRUZIONE**

| 10.4.1 GEOTECNICA - Terre e Aggregati | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------------------|------------------|
| Determinazione della distribuzione granulometrica mediante setacciatura e sedimentazione | | | |
| Codice | Pag. | Rev. | Norma |
| Rp_ P10.4.1.38 | 2 di 3 | 4 del 10/07/2014 | Raccom. AGI 1994 |

Rapporto di prova n°: **12876-17-8**
 Data emissione: **11/09/2017**
 Carico n°: **12876**
 Descrizione campione: **Campione indisturbato - S4-C11**
 Data carico: **31/08/2017**
 Data esecuzione prova: **06/09/2017**
 Richiedente: **TECHNOSOIL S.R.L.
 VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)**
 Proprietario: **ZAPPA BENEDETTO SRL
 STRADA STATALE 17 KM. 95,5 SNC - SULMONA(AQ)**
 Prelievo effettuato da: **TECHNOSOIL S.R.L.
 VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)**
 Procedura di campionamento: **N.D.**



DATI INERENTI LA PROVA

Variazioni rispetto alla specifica di prova
 Identificazione procedure non normalizzate
 Anomalie riscontrate
 Incertezza dei risultati delle misure

**Nessuna
 Non utilizzate
 Nessuna
 Non determinata**

ESPRESSIONE DEI RISULTATI: Analisi granulometrica per sedimentazione

$\gamma_s = 2,700 \text{ g/cm}^3$ Peso specifico dei grani* $C_m = 0,50$ $X = 76,31 \%$ passante allo 0.075
 $P_s = 61,57 \text{ g}$ Peso secco del camp. $C_d = 3,00$ $H_R = 17,713-0.2733 (R + C_m)$
 *= dato presupposto ove non richiesto
 C_m = correzione menisco
 C_d = correzione per agente disperdente (esametafostato 40g/l)
 H_r = Profondità effettiva

| Tempo | Temperatura | Lettura | Correz.menisco | Correz. Temp. | Diametro equiv. | Lettura Corretta | Passante | Passante |
|-------|-------------|---------|----------------|---------------|-----------------|------------------|--------------|------------|
| min. | °C | R'h | Rh | Ct | mm | R | Parziale (%) | Totale (%) |
| 0,5 | 26,0 | 37,0 | 37,5 | 1,29 | 0,044856 | 35,00 | 92,32 | 70,45 |
| 1,0 | 26,0 | 35,0 | 35,5 | 1,29 | 0,032997 | 38,50 | 87,16 | 66,51 |
| 2,0 | 26,0 | 33,0 | 33,5 | 1,29 | 0,024203 | 33,50 | 82,00 | 62,58 |
| 4,0 | 26,0 | 31,0 | 31,5 | 1,29 | 0,017708 | 31,50 | 76,84 | 58,64 |
| 8,0 | 26,0 | 29,2 | 29,7 | 1,29 | 0,012888 | 29,70 | 72,20 | 55,10 |
| 15 | 26,0 | 27,0 | 27,5 | 1,29 | 0,009729 | 27,50 | 66,53 | 50,76 |
| 30 | 26,0 | 25,0 | 25,5 | 1,29 | 0,007077 | 25,50 | 61,37 | 46,83 |
| 60 | 26,0 | 22,5 | 23,0 | 1,29 | 0,005174 | 23,00 | 54,92 | 41,91 |
| 120 | 26,0 | 20,5 | 21,0 | 1,29 | 0,003751 | 21,00 | 49,76 | 37,97 |
| 240 | 26,0 | 18,5 | 19,0 | 1,29 | 0,002717 | 19,00 | 44,60 | 34,03 |
| 480 | 26,0 | 17,0 | 17,5 | 1,29 | 0,001954 | 17,50 | 40,73 | 31,08 |
| 1448 | 26,0 | 15,0 | 15,5 | 1,29 | 0,001150 | 15,50 | 35,57 | 27,14 |

Note

| |
|--|
| |
|--|

Lo Sperimentatore
 Geol. Andrea Bentivoglio

Il Direttore di Laboratorio
 Ing. Marco Di Pietro

TECNOLAB s.r.l.
66026 ORTONA (CH)
Zona Industriale C.da Cucullo
Telefono 085.903 9193 r.a.
Fax 085.903 9202
www.tecnolab.org
e-mail info@tecnolab.org

sede legale 66026 ORTONA (CH)
Zona Industriale C.da Cucullo
Reg. Trib. di Chieti 6084
CCIAA di Chieti 99996
P. IVA 01626100695

Concessione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti
n. 49410 del 02.10.2002 (art. 20 L. 1086/71)



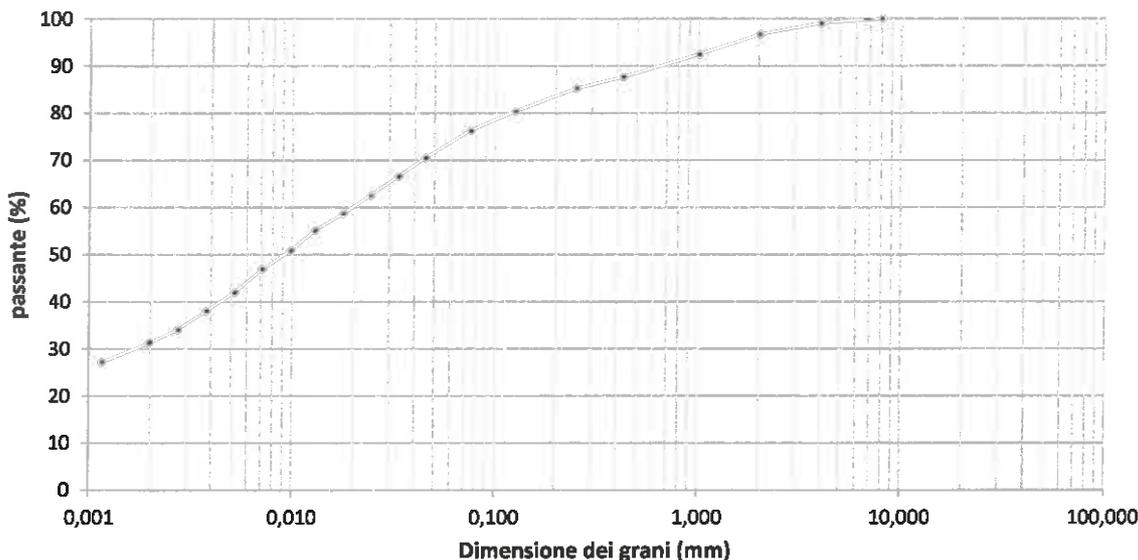
**PROVE, RICERCHE
E SPERIMENTAZIONI
SUI MATERIALI
DA COSTRUZIONE**

DATI INERENTI LA PROVA

Variazioni rispetto alla specifica di prova
Identificazione procedure non normalizzate
Anomalie riscontrate
Incertezza dei risultati delle misure

**Nessuna
Non utilizzate
Nessuna
Non determinata**

GRAFICO DEI RISULTATI



Ghiaia (>2mm)= 3 % Sabbia (0,06-2 mm)= 23 % Limo (0,002-0,06 mm)= 43 % Argilla (< 0,002 mm)= 31 %
Classifica granulometrica (AGI - Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche 1977):

LIMO CON ARGILLA SABBIOSO

Note

| |
|--|
| |
|--|

Lo Sperimentatore
Geol. Andrea Bertivoglio

Il Direttore di Laboratorio
Ing. Marco Di Pietro



TECNOLAB S.R.L.
 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Telefono 085.903 9193 r.a.
 Fax 085.903 9202
 www.tecnolab.org
 e-mail info@tecnolab.org

sede legale 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Reg. Trib. di Chieti 6084
 CCIAA di Chieti 99996
 P. IVA 01626100695

Concessione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti
 n. 49410 del 02.10.2002 (art. 20 L. 1086/71)



**PROVE, RICERCHE
 E SPERIMENTAZIONI
 SUI MATERIALI
 DA COSTRUZIONE**

DATI INERENTI LA PROVA

Variazioni rispetto alla specifica di prova
 Identificazione procedure non normalizzate
 Anomalie riscontrate
 Incertezza dei risultati delle misure

**Nessuna
 Non utilizzate
 Nessuna
 Non determinata**

| 10.4.1 GEOTECNICA - Terre e Aggregati | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------|-------------------------|
| Determinazione dei limiti di consistenza liquido e plastico (metodo del cucchiaio di Casagrande) | | | |
| Codice | Pag. | Rev. | Norma |
| Rp_P10.4.1.31 | 1 di 2 | 2 | UNI CEN ISO/TS 17892-12 |

Rapporto di prova n°: **12876-17-9**
 Data emissione: **11/09/2017**
 Carico n°: **12876**
 Descrizione campione: **Campione indisturbato - S4-C1**
 Data carico: **31/08/2017**
 Data esecuzione prova: **06/09/2017**
 Richiedente: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTRE(PE)
 Proprietario: **ZAPPA BENEDETTO SRL**
STRADA STATALE 17 KM. 95,5 SNC - SULMONA(AQ)
 Prelievo effettuato da: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTRE(PE)
 Procedura di campionamento: **N.D.**



| Attrezzature utilizzate | | | | | | | | |
|-------------------------|---------------------------------------------------|-----------|-------------|-------------|------------|---------------|----------------|---------------|
| Cod.Att. | Descrizione Attrezzature | Matricola | Costruttore | Taratura n. | Del | Effettuato da | Pros. Taratura | Effettuato da |
| GEO_09/01 | Att. per determinazione limite liquido e plastico | --- | Matest | --- | --- | --- | --- | --- |
| GEO_15/01 | Bilancia | 117826 | Gibertini | 152/2017 | 11/04/2017 | Tecnolab Srl | 10/10/2017 | Tecnolab Srl |
| GEO_19/03 | Stufa a ventilazione forzata | 10001685 | Controlis | 153/2017 | 11/04/2017 | Tecnolab Srl | 11/04/2018 | Tecnolab Srl |

DATI DICHIARATI DAL CLIENTE

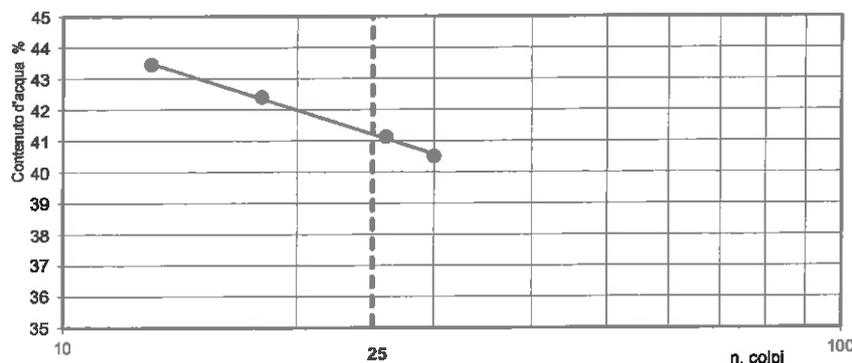
Oggetto/Cantiere

BRETELLA DI SULMONA

| Sigla | Verbale Prelievo | Data | Ubicazione prelievo | Sondaggio numero | Profondità da - a | Prelievo tipo | Prelievo campione |
|-------|------------------|------|---------------------|------------------|-------------------|---------------|-------------------|
| 3 | - | - | - | S4 | 6,60 m - 7,00 m | indisturbato | C11 |

ESPRESSIONE DEI RISULTATI

| Prova n. | 1 | 2 | 3 | 4 |
|--------------------------|-----------|-------|-------|-------|
| Massa Tara | (g) 2,98 | 3,18 | 2,96 | 2,64 |
| Massa Camp. Umido + Tara | (g) 41,21 | 44,05 | 40,84 | 39,06 |
| Massa Camp. Secco + Tara | (g) 29,63 | 31,88 | 29,80 | 28,56 |
| Massa Acqua | (g) 11,58 | 12,17 | 11,04 | 10,50 |
| Massa Camp. Secco | (g) 26,65 | 28,70 | 26,84 | 25,92 |
| Contenuto d'Acqua | (%) 43,45 | 42,40 | 41,13 | 40,51 |
| Numero di Colpi | (n°) 13 | 18 | 26 | 30 |



Limite Liquido w_L
41

Note

| |
|--|
| |
|--|

Lo Sperimentatore
 Geol. Andrea Bentivoglio

Il Direttore di Laboratorio
 Ing. Marco Di Pietro

TECNOLAB S.p.A.
 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Telefono 085.903 9193 r.a.
 Fax 085.903 9202
 www.tecnolab.org
 e-mail info@tecnolab.org

sede legale 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Reg. Trib. di Chieti 6084
 C.C.I.A.A. di Chieti 99996
 P. IVA 01626100695

Concessione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti
 n. 494/10 del 02.10.2002 (art. 20 L. 1086/71)



**PROVE, RICERCHE
 E SPERIMENTAZIONI
 SUI MATERIALI
 DA COSTRUZIONE**

DATI INERENTI LA PROVA

Variazioni rispetto alla specifica di prova
 Identificazione procedure non normalizzate
 Anomalie riscontrate
 Incertezza dei risultati delle misure

| 10.4.1 GEOTECNICA - Terre e Aggregati | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------|-------------------------|
| Determinazione dei limiti di consistenza liquido e plastico (metodo del cucchiaio di Casagrande) | | | |
| Codice | Pag. | Rev. | Norma |
| Rp_ P10.4.1.31 | 2 di 2 | 2 | UNI CEN ISO/TS 17892-12 |

Rapporto di prova n°: **12876-17-9**
 Data emissione: **11/09/2017**
 Carico n°: **12876**
 Descrizione campione: **Campione indisturbato - S4-CI1**
 Data carico: **31/08/2017**
 Data esecuzione prova: **06/09/2017**
 Richiedente: **TECHNOSOIL S.R.L.
 VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)**
 Proprietario: **ZAPPA BENEDETTO SRL
 STRADA STATALE 17 KM. 95,5 SNC - SULMONA(AQ)**
 Prelievo effettuato da: **TECHNOSOIL S.R.L.
 VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)**
 Procedura di campionamento: **N.D.**

**Nessuna
 Non utilizzate
 Nessuna
 Non determinata**



ESPRESSIONE DEI RISULTATI

| Prova n. | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|-----------------------|-----|-------|-------|-------|-------|
| Massa Tara | (g) | 2,28 | 2,29 | 2,34 | 2,21 |
| M. Camp. Umido + Tara | (g) | 36,49 | 29,83 | 34,19 | 31,64 |
| M. Camp. Secco + Tara | (g) | 30,92 | 25,46 | 29,12 | 27,01 |
| Massa Acqua | (g) | 5,57 | 4,37 | 5,07 | 4,63 |
| M. Camp. Secco | (g) | 28,64 | 23,17 | 26,78 | 24,80 |
| Contenuto d'Acqua | (%) | 19,45 | 18,86 | 18,93 | 18,67 |

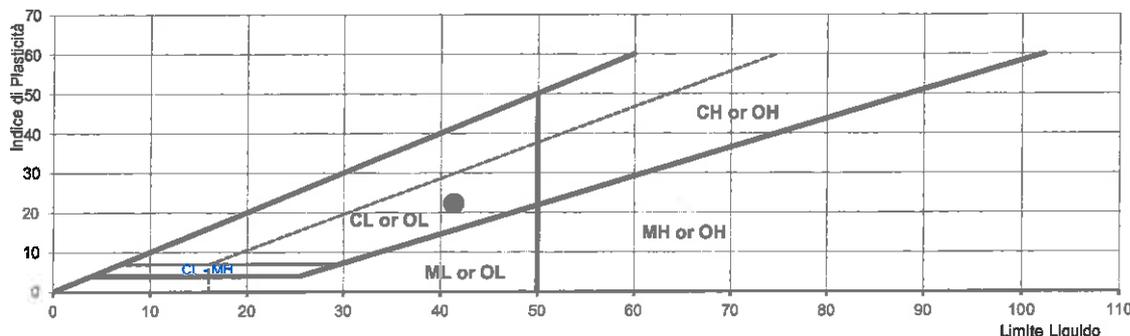
Limite Plastico w_p
19

CALCOLO DEGLI INDICI

Contenuto d' Acqua * $w =$ **21,8**
 Limite Liquido $w_L =$ **41**
 Limite Plastico $w_p =$ **19**

Indice plastico $I_p = w_L - w_p =$ **22**
 Indice di consistenza $I_c = (w_L - w) / I_p =$ **0,87**
 Indice di liquidità $I_L = (w - w_p) / I_p =$ **0,13**

Carta di plasticità (ASTM D2487)



Note

* parametro non richiesto, il dato è dedotto dalle pesate dei provini delle prove meccaniche

Lo Sperimentatore
 Geol. Andrea Bentivoglio

Il Direttore di Laboratorio
 Ing. Marco Di Pietro

TECNOLAB S.R.L.
 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Telefono 085.903.9193 r.a.
 Fax 085.903.9202
 www.tecnolab.org
 e-mail info@tecnolab.org

sede legale 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Reg. Trib. di Chieti 6084
 CCIAA di Chieti 99996
 P. IVA 01626100695

Concessione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti
 n. 49410 del 02.10.2002 (art. 20 L. 1086/71)



**PROVE, RICERCHE
 E SPERIMENTAZIONI
 SUI MATERIALI
 DA COSTRUZIONE**

| 10.4.1 GEOTECNICA - Terre e Aggregati | | | |
|---------------------------------------|--------|------------------|------------------|
| Prova di laboratorio su terreni | | | |
| Prova di taglio diretto | | | |
| Codice | Pag. | Rev. | Norma |
| Rp_ P10.4.1.42 | 1 di 8 | 5 del 10/07/2014 | Raccom. AGI 1994 |

Rapporto di prova n°: **12876-17-10**
 Data emissione: **11/09/2017**
 Carico n°: **12876**
 Descrizione campione: **Campione indisturbato - S4-CI1**
 Data carico: **31/08/2017**
 Data esecuzione prova: **04/09/2017**
 Richiedente: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
 Proprietario: **ZAPPA BENEDETTO SRL**
STRADA STATALE 17 KM. 95,5 SNC - SULMONA(AQ)
 Prelievo effettuato da: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
 Procedura di campionamento: **N.D.**



DATI INERENTI LA PROVA

Variazioni rispetto alla specifica di prova
 Identificazione procedure non normalizzate
 Anomalie riscontrate
 Incertezza dei risultati delle misure

**Nessuna
 Non utilizzate
 Nessuna
 Non determinata**

| Attrezzature utilizzate | | | | | | | | |
|-------------------------|--------------------------------------------------|-----------|-------------|-------------|------------|---------------|-----------------|---------------|
| Cod.Att. | Descrizione Attrezzatura | Metricola | Costruttore | Taratura n. | Del | Effettuato da | Pross. Taratura | Effettuato da |
| GEO_15/01 | Bilancia | 117826 | Gibertini | 152/2017 | 11/04/2017 | Tecnolab Srl | 10/10/2017 | Tecnolab Srl |
| GEO_20/02 | Fustellatrice per terreni | 04096041 | Controls | --- | --- | --- | --- | --- |
| GEO_22/01 | Maschina digitale per prova taglio diretto | 04107278 | Controls | --- | --- | --- | --- | --- |
| GEO_39 | Software acquisizione elaborazione dati per prov | --- | Controls | --- | --- | --- | --- | --- |
| GEO_40/01 | Unità acquisizione elaborazione archiviazione da | 05020653 | Controls | --- | --- | --- | --- | --- |
| GEO_19/03 | Stufa a ventilazione forzata | 10001685 | Controls | 153/2017 | 11/04/2017 | Tecnolab Srl | 11/04/2018 | Tecnolab Srl |

DATI DICHIARATI DAL CLIENTE

Oggetto/Cantiere

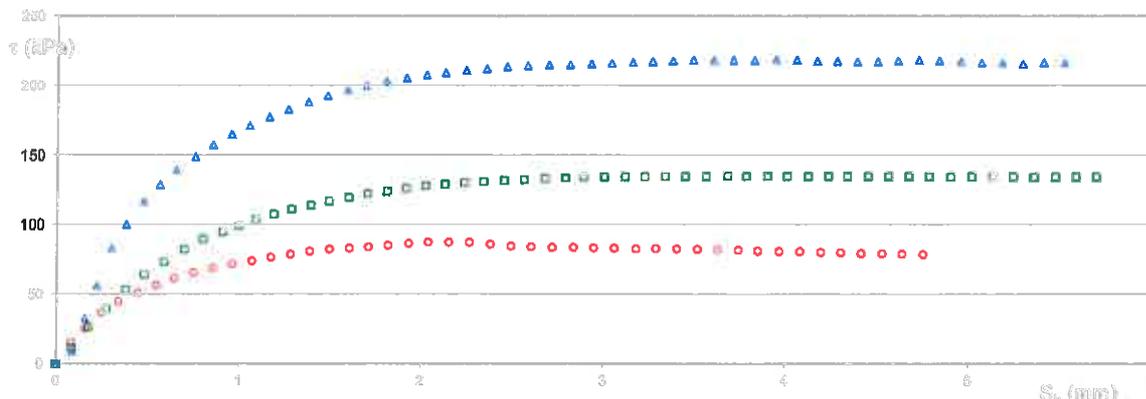
BRETELLA DI SULMONA

| Sigla | Verbale Prelievo | Data | Ubicazione prelievo | Sondaggio numero | Profondità da - a | Prelievo tipo | Prelievo campione |
|-------|---------------------|------|---------------------|---------------------|----------------------|------------------|----------------------|
| 3 | - | - | | S4 | 6,60 m - 7,00 m | indisturbato | CI1 |

ESPRESSIONE DEI RISULTATI

| Provino | Caratteristiche fisiche | | | | | | Consolidazione | | | Rottura |
|---------|-------------------------|-----------------------------------|------------------------|-------------------------------------|--------|---------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|-------------------|
| | H ₀ mm | A ₀ cm ² | γ kN/m ³ | γ _d kN/m ³ | W % | W _f % | σ _v kPa | Δ _t ore | H _f mm | Veocità μm/min |
| 1 | 21,5 | 36,0 | 19,62 | 15,90 | 23,4 | 22,8 | 150 | 24 | 20,62 | 5,0 |
| 2 | 21,5 | 36,0 | 19,92 | 16,39 | 21,6 | 20,8 | 300 | 48 | 20,54 | 5,0 |
| 3 | 21,5 | 36,0 | 20,22 | 16,77 | 20,5 | 19,1 | 450 | 72 | 20,25 | 5,0 |

Diagramma (Tensione di taglio - Spostamento orizzontale)



Note

| |
|--|
| |
|--|

Lo Sperimentatore
 Geol. Andrea Bertivoglio

Il Direttore di Laboratorio
 Ing. Marco Di Pietro

TECNOLAB S.p.A.
 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Telefono 085.903 9193 r.a.
 Fax 085.903 9202
 www.tecnolab.org
 e-mail info@tecnolab.org

sede legale 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Reg. Trib. di Chieti 6084
 CCIAA di Chieti 99996
 P. IVA 01626100695

Concessione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti
 n. 49410 del 02.10.2002 (art. 20 L. 1086/71)



**PROVE, RICERCHE
 E SPERIMENTAZIONI
 SUI MATERIALI
 DA COSTRUZIONE**

| 10.4.1 GEOTECNICA - Terre e Aggregati | | | |
|---------------------------------------|--------|------------------|------------------|
| Prova di laboratorio su terreni | | | |
| Prova di taglio diretto | | | |
| Codice | Pag. | Rev. | Norma |
| Rp_ P10.4.1.42 | 2 di 8 | 5 del 10/07/2014 | Raccom. AGI 1994 |

Rapporto di prova n°: **12876-17-10**
 Data emissione: **11/09/2017**
 Carico n°: **12876**
 Descrizione campione: **Campione Indisturbato - S4-C11**
 Data carico: **31/08/2017**
 Data esecuzione prova: **04/09/2017**
 Richiedente: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
ZAPPA BENEDETTO SRL
STRADA STATALE 17 KM. 95,5 SNC - SULMONA(AQ)
 Proprietario:
TECHNOSOIL S.R.L.
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
 Prelievo effettuato da:
N.D.
 Procedura di campionamento: **N.D.**



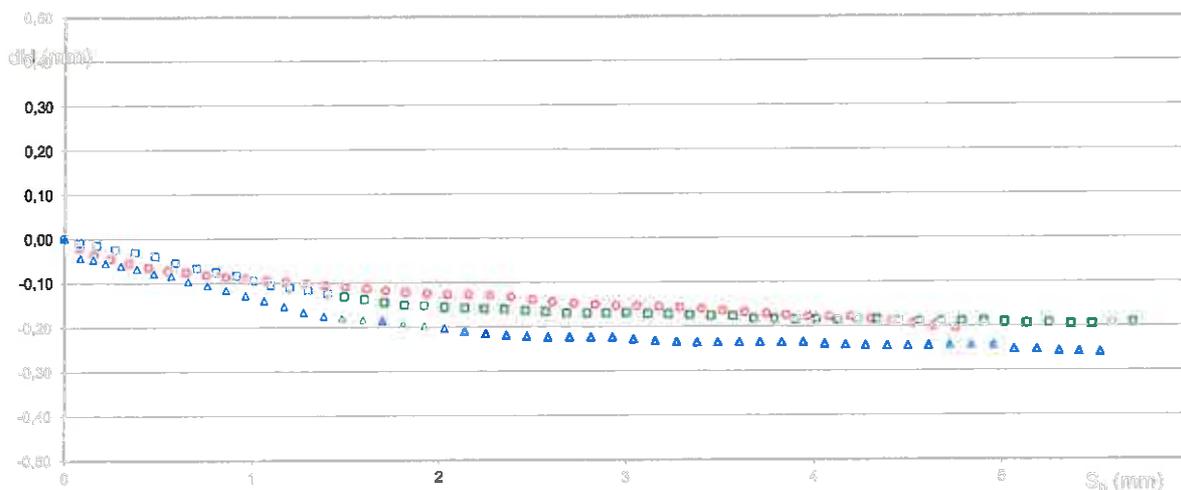
DATI INERENTI LA PROVA

Variazioni rispetto alla specifica di prova
 Identificazione procedure non normalizzate
 Anomalie riscontrate
 Incertezza dei risultati delle misure

**Nessuna
 Non utilizzate
 Nessuna
 Non determinata**

ESPRESSIONE DEI RISULTATI

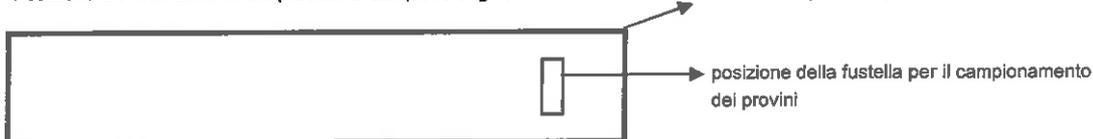
Diagramma (Cedimento verticale - Spostamento orizzontale)



Metodo di preparazione dei provini:
 Ricavati da campione indisturbato
 Ricavati da campione rimaneggiato
 Provini ricostituiti

Provini sottoposti a prova nelle seguenti condizioni:
 Con immersione in acqua della scatola di taglio
 Senza immersione in acqua della scatola di taglio

Posizione e/o orientamento dei provini nel campione originale:



Note

Dall'involuppo di rottura calcolato con il metodo della regressione lineare delle resistenze massime dei provini (τ) e dei carichi applicati (σ) si ottengono i seguenti parametri di resistenza: angolo di attrito (ϕ') = **24 °** e coesione efficace (c') = **16 kPa**

Note

Lo Sperimentatore
 Geol. Andrea Bentivoglio

Il Direttore di Laboratorio
 Ing. Marco Di Pietro

TECNOLAB S.R.L.
 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Telefono 085.903 9193 r.a.
 Fax 085.903 9202
 www.tecnolab.org
 e-mail info@tecnolab.org

sede legale 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Reg. Trib. di Chieti 6084
 CCIAA di Chieti 99996
 P. IVA 01626100695

Concessione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti
 n. 49410 del 02.10.2002 (art. 20 L. 1086/71)



**PROVE, RICERCHE
 E SPERIMENTAZIONI
 SUI MATERIALI
 DA COSTRUZIONE**

| 10.4.1 GEOTECNICA - Terre e Aggregati | | | |
|---------------------------------------|--------|------------------|------------------|
| Prova di laboratorio su terreni | | | |
| Prova di taglio diretto | | | |
| Codice | Pag. | Rev. | Norma |
| Rp_ P10.4.1.42 | 3 di 8 | 5 del 10/07/2014 | Raccom. AGI 1994 |

Rapporto di prova n°: **12876-17-10**
 Data emissione: **11/09/2017**
 Carico n°: **12876**
 Descrizione campione: **Campione indisturbato - S4-C11**
 Data carico: **31/08/2017**
 Data esecuzione prova: **04/09/2017**
 Richiedente: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
ZAPPA BENEDETTO SRL
STRADA STATALE 17 KM. 95,5 SNC - SULMONA(AQ)
 Proprietario:
 Prelievo effettuato da: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
 Procedura di campionamento: **N.D.**



DATI INERENTI LA PROVA

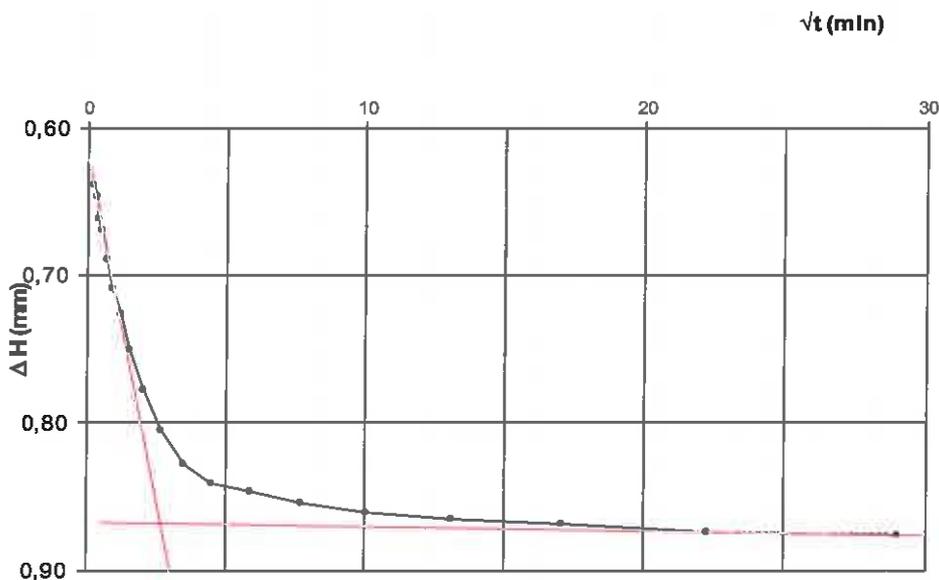
Variazioni rispetto alla specifica di prova
 Identificazione procedure non normalizzate
 Anomalie riscontrate
 Incertezza dei risultati delle misure

**Nessuna
 Non utilizzate
 Nessuna
 Non determinata**

TABELLE E GRAFICO DELLA CONSOLIDAZIONE (provino n. 1)

pressione di consolidazione $\sigma'_v = 150$ kPa

| Tempo (t) min | Cedimento ΔH mm |
|------------------|----------------------------|
| 0,06 | 0,639 |
| 0,10 | 0,647 |
| 0,17 | 0,662 |
| 0,29 | 0,669 |
| 0,50 | 0,689 |
| 0,85 | 0,709 |
| 1,45 | 0,727 |
| 2,46 | 0,751 |
| 4,19 | 0,778 |
| 7,12 | 0,805 |
| 12,1 | 0,828 |
| 20,6 | 0,841 |
| 35,0 | 0,847 |
| 59,4 | 0,855 |
| 101 | 0,861 |
| 172 | 0,866 |
| 292 | 0,869 |
| 496 | 0,874 |
| 844 | 0,876 |



| | | | | | | | |
|-----------|---|-----|-----|--------|---|-------|--------|
| t_{100} | = | 6,9 | min | t_f | = | 87,7 | min |
| $s_f(1)$ | = | 1,5 | mm | $v(1)$ | = | 0,017 | mm/min |
| $s_f(2)$ | = | 3,0 | mm | $v(2)$ | = | 0,034 | mm/min |

| | | |
|------------|---|-------------------------------------------------------------------|
| ΔH | = | cedimento del provino durante la fase di consolidazione |
| t_f | = | tempo a rottura minimo |
| s_f | = | spostamento a rottura stimato (1= valore minimo 2=valore massimo) |
| v | = | velocità di prova stimata |

Note

Lo Sperimentatore
 Geol. Andrea Bentivoglio

Il Direttore di Laboratorio
 Ing. Marco Di Pietro

TECNOLAB S.p.A.
 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Telefono 085.903 9193 r.a.
 Fax 085.903 9202
 www.tecnolab.org
 e-mail info@tecnolab.org

sede legale 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Reg. Trib. di Chieti 6084
 CCIAA di Chieti 99996
 P. IVA 01626100695

Concessione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti
 n. 49410 del 02.10.2002 (art. 20 L. 1086/71)



**PROVE, RICERCHE
 E SPERIMENTAZIONI
 SUI MATERIALI
 DA COSTRUZIONE**

| 10.4.1 GEOTECNICA - Terre e Aggregati | | | |
|---------------------------------------|--------|------------------|------------------|
| Prova di laboratorio su terreni | | | |
| Prova di taglio diretto | | | |
| Codice | Pag. | Rev. | Norma |
| Rp_ P10.4.1.42 | 4 di 8 | 5 del 10/07/2014 | Raccom. AGI 1994 |

Rapporto di prova n°: **12876-17-10**
 Data emissione: **11/09/2017**
 Carico n°: **12876**
 Descrizione campione: **Campione indisturbato - S4-C11**
 Data carico: **31/08/2017**
 Data esecuzione prova: **04/09/2017**
 Richiedente: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
 Proprietario: **ZAPPA BENEDETTO SRL**
STRADA STATALE 17 KM. 95,5 SNC - SULMONA(AQ)
 Prelievo effettuato da: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
 Procedura di campionamento: **N.D.**



DATI INERENTI LA PROVA

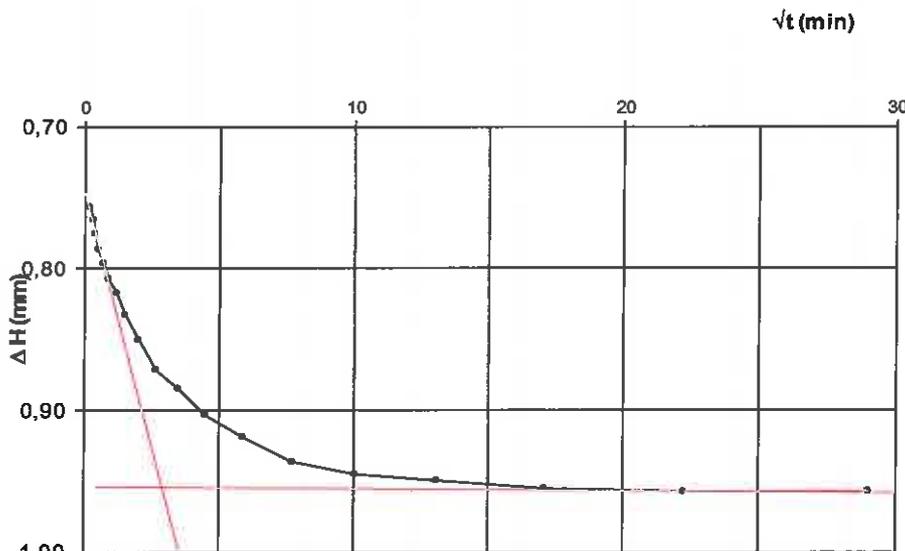
Variazioni rispetto alla specifica di prova
 Identificazione procedure non normalizzate
 Anomalie riscontrate
 Incertezza dei risultati delle misure

**Nessuna
 Non utilizzate
 Nessuna
 Non determinata**

TABELLE E GRAFICO DELLA CONSOLIDAZIONE (provino n. 2)

pressione di consolidazione σ'_v = 300 kPa

| Tempo (t) | Cedimento ΔH |
|-----------|----------------------|
| min | mm |
| 0,06 | 0,757 |
| 0,10 | 0,766 |
| 0,17 | 0,775 |
| 0,29 | 0,787 |
| 0,50 | 0,796 |
| 0,85 | 0,807 |
| 1,45 | 0,818 |
| 2,46 | 0,833 |
| 4,19 | 0,851 |
| 7,12 | 0,872 |
| 12,1 | 0,885 |
| 20,6 | 0,903 |
| 35,0 | 0,919 |
| 59,4 | 0,937 |
| 101 | 0,945 |
| 172 | 0,950 |
| 292 | 0,955 |
| 496 | 0,957 |
| 844 | 0,958 |



| | | | | | | | |
|-----------|---|-----|-----|--------|---|-------|--------|
| t_{100} | = | 8,5 | min | t_f | = | 108,1 | min |
| $s_f(1)$ | = | 1,5 | mm | $v(1)$ | = | 0,014 | mm/min |
| $s_f(2)$ | = | 3,0 | mm | $v(2)$ | = | 0,028 | mm/min |

| | | |
|------------|---|-------------------------------------------------------------------|
| ΔH | = | cedimento del provino durante la fase di consolidazione |
| t_f | = | tempo a rottura minimo |
| s_f | = | spostamento a rottura stimato (1= valore minimo 2=valore massimo) |
| v | = | velocità di prova stimata |

Note

Empty box for notes.

Lo Sperimentatore
 Geol. Andrea Behnivo

Il Direttore di Laboratorio
 Ing. Marco Di Pietro

TECNOLAB S.p.A.
 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Telefono 085.903 9193 r.a.
 Fax 085.903 9202
 www.tecnolab.org
 e-mail info@tecnolab.org

sede legale 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Reg. Trib. di Chieti 6084
 CCIAA di Chieti 99996
 P. IVA 01626100695

Concessione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti
 n. 49410 del 02.10.2002 (art. 20 L. 1086/71)



**PROVE, RICERCHE
 E SPERIMENTAZIONI
 SUI MATERIALI
 DA COSTRUZIONE**

| 10.4.1 GEOTECNICA - Terre e Aggregati | | | |
|---------------------------------------|--------|------------------|------------------|
| Prova di laboratorio su terreni | | | |
| Prova di taglio diretto | | | |
| Codice | Pag. | Rev. | Norma |
| Rp_P10.4.1.42 | 5 di 8 | 5 del 10/07/2014 | Raccom. AGI 1994 |

Rapporto di prova n°: **12876-17-10**
 Data emissione: **11/09/2017**
 Carico n°: **12876**
 Descrizione campione: **Campione indisturbato - S4-C11**
 Data carico: **31/08/2017**
 Data esecuzione prova: **04/09/2017**
 Richiedente: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
 Proprietario: **ZAPPA BENEDETTO SRL**
STRADA STATALE 17 KM. 95,5 SNC - SULMONA(AQ)
 Prelievo effettuato da: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
 Procedura di campionamento: **N.D.**



DATI INERENTI LA PROVA

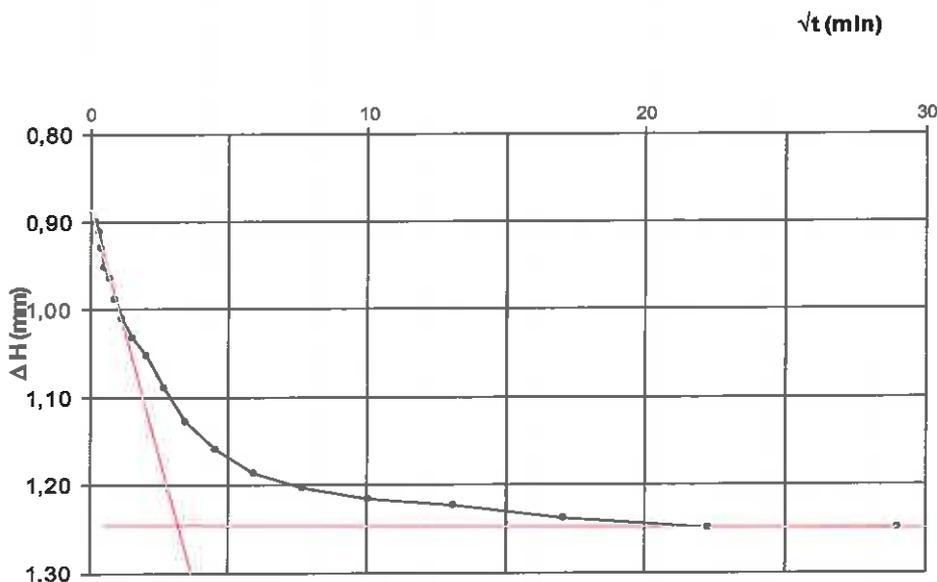
Variazioni rispetto alla specifica di prova
 Identificazione procedure non normalizzate
 Anomalie riscontrate
 Incertezza dei risultati delle misure

**Nessuna
 Non utilizzate
 Nessuna
 Non determinata**

TABELLE E GRAFICO DELLA CONSOLIDAZIONE (provino n. 3)

pressione di consolidazione $\sigma'_v = 450$ kPa

| Tempo (t) | Cedimento ΔH |
|-----------|----------------------|
| min | mm |
| 0,06 | 0,900 |
| 0,10 | 0,912 |
| 0,17 | 0,930 |
| 0,29 | 0,952 |
| 0,50 | 0,964 |
| 0,85 | 0,988 |
| 1,45 | 1,011 |
| 2,46 | 1,033 |
| 4,19 | 1,053 |
| 7,12 | 1,089 |
| 12,1 | 1,129 |
| 20,6 | 1,160 |
| 35,0 | 1,187 |
| 58,4 | 1,203 |
| 101 | 1,216 |
| 172 | 1,223 |
| 292 | 1,238 |
| 496 | 1,249 |
| 844 | 1,250 |



| | | | | | | | |
|-----------|---|------|-----|--------|---|-------|--------|
| t_{100} | = | 10,0 | min | t_f | = | 126,4 | min |
| $s_f(1)$ | = | 1,5 | mm | $v(1)$ | = | 0,012 | mm/min |
| $s_f(2)$ | = | 3,0 | mm | $v(2)$ | = | 0,024 | mm/min |

| | | |
|------------|---|-------------------------------------------------------------------|
| ΔH | = | cedimento del provino durante la fase di consolidazione |
| t_f | = | tempo a rottura minimo |
| s_f | = | spostamento a rottura stimato (1= valore minimo 2=valore massimo) |
| v | = | velocità di prova stimata |

Note

Lo Sperimentatore
 Geol. *Andrea Bentivoglio*

Il Direttore di Laboratorio
 Ing. *Marco Di Pietro*

TECNOLAB S.p.A.
 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Telefono 085.903 9193 r.a.
 Fax 085.903 9202
 www.tecnolab.org
 e-mail info@tecnolab.org

sede legale 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Reg. Trib. di Chieti 6084
 CCIAA di Chieti 99996
 P. IVA 01626100695

Concessione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti
 n. 49410 del 02.10.2002 (art. 20 L. 1086/71)



**PROVE, RICERCHE
 E SPERIMENTAZIONI
 SUI MATERIALI
 DA COSTRUZIONE**

| 10.4.1 GEOTECNICA - Terre e Aggregati | | | |
|---------------------------------------|--------|------------------|-------------------|
| Prova di laboratorio su terreni | | | |
| Prova di taglio diretto | | | |
| Codice | Pag. | Rev. | Norma |
| Rp_ P10.4.1.42 | 6 di 8 | 5 del 10/07/2014 | Raccorn. AGI 1994 |

Rapporto di prova n°: **12876-17-10**
 Data emissione: **11/09/2017**
 Carico n°: **12876**
 Descrizione campione: **Campione Indisturbato - S4-C11**
 Data carico: **31/08/2017**
 Data esecuzione prova: **04/09/2017**
 Richiedente: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
ZAPPA BENEDETTO SRL
STRADA STATALE 17 KM. 95,5 SNC - SULMONA(AQ)
 Proprietario:
 Prelievo effettuato da: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
 Procedura di campionamento: **N.D.**



DATI INERENTI LA PROVA

Variazioni rispetto alla specifica di prova
 Identificazione procedure non normalizzate
 Anomalie riscontrate
 Incertezza dei risultati delle misure

**Nessuna
 Non utilizzate
 Nessuna
 Non determinata**

TABELLA RISULTATI DELLA PROVA - Provino n.1 (simbolo \circ nel grafico)

| dt min | dH mm | Sh mm | F N | τ kPa |
|-----------|----------|----------|--------|---------------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20 | -0,019 | 0,08 | 54,8 | 15,2 |
| 40 | -0,035 | 0,16 | 91,5 | 25,4 |
| 60 | -0,044 | 0,24 | 133,1 | 37,0 |
| 80 | -0,054 | 0,34 | 161,0 | 44,7 |
| 100 | -0,063 | 0,44 | 184,9 | 51,4 |
| 120 | -0,070 | 0,55 | 204,1 | 56,7 |
| 140 | -0,075 | 0,64 | 221,4 | 61,5 |
| 160 | -0,081 | 0,75 | 236,5 | 65,7 |
| 180 | -0,086 | 0,86 | 248,2 | 69,0 |
| 200 | -0,089 | 0,96 | 259,3 | 72,0 |
| 220 | -0,093 | 1,08 | 268,5 | 74,6 |
| 240 | -0,097 | 1,18 | 277,9 | 77,2 |
| 260 | -0,101 | 1,29 | 285,8 | 79,4 |
| 280 | -0,105 | 1,39 | 293,5 | 81,5 |
| 300 | -0,108 | 1,50 | 299,0 | 83,1 |
| 320 | -0,112 | 1,61 | 300,9 | 83,6 |
| 340 | -0,117 | 1,71 | 303,9 | 84,4 |
| 360 | -0,121 | 1,82 | 308,4 | 85,7 |
| 380 | -0,124 | 1,93 | 312,9 | 86,9 |

| dt min | dH mm | Sh mm | F N | τ kPa |
|-----------|----------|----------|--------|---------------|
| 400 | -0,126 | 2,04 | 315,8 | 87,7 |
| 420 | -0,126 | 2,15 | 316,3 | 87,9 |
| 440 | -0,128 | 2,27 | 315,8 | 87,7 |
| 460 | -0,132 | 2,38 | 311,4 | 86,5 |
| 480 | -0,138 | 2,50 | 306,7 | 85,2 |
| 500 | -0,143 | 2,61 | 304,5 | 84,6 |
| 520 | -0,147 | 2,72 | 303,5 | 84,3 |
| 540 | -0,15 | 2,84 | 303,1 | 84,2 |
| 560 | -0,152 | 2,95 | 301,6 | 83,8 |
| 580 | -0,153 | 3,06 | 301,3 | 83,7 |
| 600 | -0,154 | 3,18 | 300,1 | 83,4 |
| 620 | -0,156 | 3,28 | 300,1 | 83,4 |
| 640 | -0,159 | 3,40 | 299,2 | 83,1 |
| 660 | -0,164 | 3,51 | 298,6 | 82,9 |
| 680 | -0,167 | 3,63 | 296,4 | 82,3 |
| 700 | -0,171 | 3,75 | 294,7 | 81,9 |
| 720 | -0,174 | 3,85 | 292,6 | 81,3 |
| 740 | -0,177 | 3,97 | 291,5 | 81,0 |
| 760 | -0,178 | 4,08 | 291,5 | 81,0 |
| 780 | -0,178 | 4,20 | 288,8 | 80,2 |
| 800 | -0,183 | 4,31 | 288,3 | 80,1 |
| 820 | -0,188 | 4,42 | 286,4 | 79,6 |
| 840 | -0,193 | 4,53 | 285,4 | 79,3 |
| 860 | -0,199 | 4,64 | 285,1 | 79,2 |
| 880 | -0,203 | 4,76 | 283,6 | 78,8 |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Legenda: dt : Tempo
 dH : Cedimento verticale
 Sh : Spostamento orizzontale
 F : Forza di taglio
 τ : Tensione di taglio

Note

Lo Sperimentatore
 Geol. Andrea Bentivoglio

Il Direttore di Laboratorio
 Ing. Marco Di Pietro

TECNOLAB s.p.a.
 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Telefono 085.903 9193 r.a.
 Fax 085.903 9202
 www.tecnolab.org
 e-mail info@tecnolab.org

sede legale 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Reg. Trib. di Chieti 6084
 CCIAA di Chieti 99996
 P. IVA 01626100695

Concessione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti
 n. 49410 del 02.10.2002 (art. 20 L. 1086/71)



**PROVE, RICERCHE
 E SPERIMENTAZIONI
 SUI MATERIALI
 DA COSTRUZIONE**

DATI INERENTI LA PROVA

Variazioni rispetto alla specifica di prova
 Identificazione procedure non normalizzate
 Anomalie riscontrate
 Incertezza dei risultati delle misure

**Nessuna
 Non utilizzate
 Nessuna
 Non determinata**

TABELLA RISULTATI DELLA PROVA - Provino n.2 (simbolo □ nel grafico)

| dt min | dH mm | Sh mm | F N | τ kPa |
|-----------|----------|----------|--------|----------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20 | -0,010 | 0,08 | 41,0 | 11,4 |
| 40 | -0,015 | 0,17 | 94,9 | 26,4 |
| 60 | -0,024 | 0,27 | 142,8 | 39,7 |
| 80 | -0,031 | 0,38 | 191,5 | 53,2 |
| 100 | -0,039 | 0,48 | 231,7 | 64,4 |
| 120 | -0,054 | 0,59 | 264,2 | 73,4 |
| 140 | -0,066 | 0,70 | 296,7 | 82,4 |
| 160 | -0,075 | 0,80 | 324,0 | 90,0 |
| 180 | -0,083 | 0,91 | 342,0 | 95,0 |
| 200 | -0,095 | 1,00 | 358,2 | 99,5 |
| 220 | -0,105 | 1,09 | 374,5 | 104,0 |
| 240 | -0,110 | 1,19 | 389,0 | 108,1 |
| 260 | -0,116 | 1,29 | 401,9 | 111,6 |
| 280 | -0,123 | 1,40 | 413,0 | 114,7 |
| 300 | -0,130 | 1,49 | 423,1 | 117,5 |
| 320 | -0,137 | 1,60 | 432,8 | 120,2 |
| 340 | -0,145 | 1,70 | 441,2 | 122,6 |
| 360 | -0,149 | 1,81 | 447,5 | 124,3 |
| 380 | -0,151 | 1,92 | 454,6 | 126,3 |

| dt min | dH mm | Sh mm | F N | τ kPa |
|-----------|----------|----------|--------|----------|
| 400 | -0,1553 | 2,03 | 461,0 | 128,1 |
| 420 | -0,1575 | 2,14 | 465,9 | 129,4 |
| 440 | -0,1589 | 2,24 | 470,0 | 130,6 |
| 460 | -0,16 | 2,35 | 473,0 | 131,4 |
| 480 | -0,1632 | 2,46 | 476,0 | 132,2 |
| 500 | -0,166 | 2,57 | 478,8 | 133,0 |
| 520 | -0,1689 | 2,68 | 480,9 | 133,6 |
| 540 | -0,1696 | 2,79 | 482,7 | 134,1 |
| 560 | -0,1696 | 2,89 | 484,3 | 134,5 |
| 580 | -0,1682 | 3,00 | 485,0 | 134,7 |
| 600 | -0,171 | 3,11 | 485,6 | 134,9 |
| 620 | -0,1717 | 3,22 | 486,2 | 135,0 |
| 640 | -0,1732 | 3,34 | 486,9 | 135,3 |
| 660 | -0,1753 | 3,45 | 487,3 | 135,4 |
| 680 | -0,1767 | 3,56 | 487,7 | 135,5 |
| 700 | -0,1824 | 3,68 | 488,4 | 135,7 |
| 720 | -0,1838 | 3,79 | 488,7 | 135,8 |
| 740 | -0,1846 | 3,90 | 488,7 | 135,8 |
| 760 | -0,1846 | 4,01 | 488,4 | 135,7 |
| 780 | -0,1853 | 4,13 | 488,2 | 135,6 |
| 800 | -0,1831 | 4,24 | 488,0 | 135,6 |
| 820 | -0,1846 | 4,34 | 487,7 | 135,5 |
| 840 | -0,1874 | 4,45 | 487,5 | 135,4 |
| 860 | -0,1888 | 4,57 | 487,4 | 135,4 |
| 880 | -0,1895 | 4,68 | 487,4 | 135,4 |
| 900 | -0,1895 | 4,79 | 487,1 | 135,3 |
| 920 | -0,1888 | 4,91 | 486,8 | 135,2 |
| 940 | -0,19 | 5,02 | 486,2 | 135,1 |
| 960 | -0,1924 | 5,14 | 485 | 134,8 |
| 980 | -0,1924 | 5,25 | 485 | 134,7 |
| 1000 | -0,1938 | 5,36 | 485 | 134,6 |
| 1020 | -0,1938 | 5,47 | 485 | 134,6 |
| 1040 | -0,1924 | 5,58 | 484 | 134,5 |

Legenda: dt : Tempo
 dH : Cedimento verticale
 Sh : Spostamento orizzontale
 F : Forza di taglio
 τ : Tensione di taglio



10.4.1 GEOTECNICA - Terre e Aggregati
Prova di laboratorio su terreni
Prova di taglio diretto

| Codice | Pag. | Rev. | Norma |
|---------------|--------|------------------|------------------|
| Rp_P10.4.1.42 | 7 di 8 | 5 del 10/07/2014 | Raccom. AGI 1994 |

Rapporto di prova n°: **12876-17-10**
 Data emissione: **11/09/2017**
 Carico n°: **12876**
 Descrizione campione: **Campione indisturbato - S4-C11**
 Data carico: **31/08/2017**
 Data esecuzione prova: **04/09/2017**
 Richiedente: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
ZAPPA BENEDETTO SRL
STRADA STATALE 17 KM. 95,5 SNC - SULMONA(AQ)
 Proprietario:
 Prelievo effettuato da: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
 Procedura di campionamento: **N.D.**

Note

Empty box for notes.

Lo Sperimentatore
 Geol. Andrea Bentivoglio

Il Direttore di Laboratorio
 Ing. Marco Di Pietro

TECNOLAB S.p.A.
 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Telefono 085.903 9193 r.a.
 Fax 085.903 9202
 www.tecnolab.org
 e-mail info@tecnolab.org

sede legale 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Reg. Trib. di Chieti 6084
 CCIAA di Chieti 99996
 P. IVA 01626100695

Concessione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti
 n. 49410 del 02.10.2002 (art. 20 L. 1086/71)



**PROVE, RICERCHE
 E SPERIMENTAZIONI
 SUI MATERIALI
 DA COSTRUZIONE**

DATI INERENTI LA PROVA

Variazioni rispetto alla specifica di prova
 Identificazione procedure non normalizzate
 Anomalie riscontrate
 Incertezza dei risultati delle misure

**Nessuna
 Non utilizzate
 Nessuna
 Non determinata**

TABELLA RISULTATI DELLA PROVA - Provino n.3 (simbolo ▲ nel grafico)

| dt min | dH mm | Sh mm | F N | τ kPa |
|-----------|----------|----------|--------|----------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20 | -0,043 | 0,08 | 32,2 | 8,9 |
| 40 | -0,046 | 0,15 | 118,4 | 32,9 |
| 60 | -0,054 | 0,22 | 202,4 | 56,2 |
| 80 | -0,060 | 0,30 | 300,5 | 83,5 |
| 100 | -0,067 | 0,38 | 361,9 | 100,5 |
| 120 | -0,077 | 0,47 | 421,0 | 116,9 |
| 140 | -0,083 | 0,57 | 465,4 | 129,3 |
| 160 | -0,095 | 0,66 | 503,5 | 139,9 |
| 180 | -0,105 | 0,76 | 538,1 | 149,5 |
| 200 | -0,115 | 0,85 | 569,2 | 158,1 |
| 220 | -0,127 | 0,96 | 595,2 | 165,3 |
| 240 | -0,139 | 1,06 | 620,0 | 172,2 |
| 260 | -0,152 | 1,17 | 641,9 | 178,3 |
| 280 | -0,166 | 1,27 | 661,8 | 183,8 |
| 300 | -0,174 | 1,38 | 680,3 | 189,0 |
| 320 | -0,178 | 1,48 | 696,1 | 193,4 |
| 340 | -0,182 | 1,59 | 710,4 | 197,3 |
| 360 | -0,185 | 1,70 | 721,9 | 200,5 |
| 380 | -0,190 | 1,80 | 732,8 | 203,6 |

| dt min | dH mm | Sh mm | F N | τ kPa |
|-----------|----------|----------|--------|----------|
| 400 | -0,195 | 1,92 | 743,0 | 206,4 |
| 420 | -0,202 | 2,03 | 749,9 | 208,3 |
| 440 | -0,209 | 2,13 | 755,8 | 210,0 |
| 460 | -0,215 | 2,25 | 761,2 | 211,4 |
| 480 | -0,218 | 2,36 | 766,3 | 212,9 |
| 500 | -0,221 | 2,47 | 771,0 | 214,2 |
| 520 | -0,223 | 2,58 | 774,0 | 215,0 |
| 540 | -0,223 | 2,70 | 775,2 | 215,3 |
| 560 | -0,223 | 2,81 | 776,3 | 215,6 |
| 580 | -0,223 | 2,93 | 778,4 | 216,2 |
| 600 | -0,227 | 3,04 | 780,1 | 216,7 |
| 620 | -0,231 | 3,15 | 781,6 | 217,1 |
| 640 | -0,233 | 3,27 | 784,0 | 217,8 |
| 660 | -0,234 | 3,37 | 785,3 | 218,1 |
| 680 | -0,234 | 3,49 | 787,8 | 218,8 |
| 700 | -0,234 | 3,60 | 788,7 | 219,1 |
| 720 | -0,234 | 3,71 | 789,3 | 219,3 |
| 740 | -0,234 | 3,83 | 789,3 | 219,3 |
| 760 | -0,234 | 3,94 | 789,9 | 219,4 |
| 780 | -0,238 | 4,06 | 788,5 | 219,0 |
| 800 | -0,24 | 4,17 | 785,7 | 218,2 |
| 820 | -0,241 | 4,28 | 784,8 | 218,0 |
| 840 | -0,242 | 4,39 | 783,8 | 217,7 |
| 860 | -0,242 | 4,50 | 784,2 | 217,8 |
| 880 | -0,242 | 4,61 | 785,9 | 218,3 |
| 900 | -0,242 | 4,73 | 787,4 | 218,7 |
| 920 | -0,242 | 4,84 | 786,3 | 218,4 |
| 940 | -0,242 | 4,96 | 784,0 | 217,8 |
| 960 | -0,251 | 5,07 | 781,2 | 217,0 |
| 980 | -0,251 | 5,19 | 780,4 | 216,8 |
| 1000 | -0,255 | 5,30 | 778,0 | 216,1 |
| 1020 | -0,255 | 5,40 | 781,2 | 217,0 |
| 1040 | -0,257 | 5,52 | 780,4 | 216,8 |

Legenda: dt : Tempo
 dH : Cedimento verticale
 Sh : Spostamento orizzontale
 F : Forza di taglio
 τ : Tensione di taglio

Note

Lo Sperimentatore
 Geol. Andrea Bentivoglio

Il Direttore di Laboratorio
 Ing. Marco Di Pietro

| 10.4.1 GEOTECNICA - Terre e Aggregati | | | |
|---------------------------------------|--------|------------------|------------------|
| Prova di laboratorio su terreni | | | |
| Prova di taglio diretto | | | |
| Codice | Pag. | Rev. | Norma |
| Rp_P10.4.1.42 | 8 di 8 | 5 del 10/07/2014 | Raccom. AGI 1994 |

Rapporto di prova n°: **12876-17-10**
 Data emissione: **11/09/2017**
 Carico n°: **12876**
 Descrizione campione: **Campione indisturbato - S4-C11**
 Data carico: **31/08/2017**
 Data esecuzione prova: **04/09/2017**
 Richiedente: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTRE(PE)
 Proprietario: **ZAPPA BENEDETTO SRL**
STRADA STATALE 17 KM. 95,5 SNC - SULMONA(AQ)
 Prelievo effettuato da: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTRE(PE)
 Procedura di campionamento: **N.D.**



TECNOLAB S.r.l.
 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Telefono 085.903 9193 r.a.
 Fax 085.903 9202
 www.tecnolab.org
 e-mail info@tecnolab.org

sede legale 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Reg. Trib. di Chieti 6084
 CCIAA di Chieti 99996
 P. IVA 01626100695

Concessione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti
 n. 49410 del 02.10.2002 (art. 20 L. 1086/71)



**PROVE, RICERCHE
 E SPERIMENTAZIONI
 SUI MATERIALI
 DA COSTRUZIONE**

| 10.4.1 - GEOTECNICA - Terre e aggregati | | | |
|------------------------------------------------------------|--------|------------------|---------------------|
| Apertura e descrizione geotecnica di campione indisturbato | | | |
| Codice | Pag. | Rev. | Norma |
| Rp P10.4.1.34 | 1 di 2 | 2 del 12/06/2014 | Raccomand. AGI 1977 |

Rapporto di prova n°: **12876-17-11**
 Data emissione: **11/09/2017**
 Carico n°: **12876**
 Descrizione campione: **Campione indisturbato - S4-CI2**
 Data carico: **31/08/2017**
 Data esecuzione prova: **04/09/2017**
 Richiedente: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
ZAPPA BENEDETTO SRL
STRADA STATALE 17 KM. 95,5 SNC - SULMONA(AQ)
 Proprietario:
 Prelievo effettuato da: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
 Procedura di campionamento: **N.D.**



DATI INERENTI LA PROVA

Variazioni rispetto alla specifica di prova
 Identificazione procedure non normalizzate
 Anomalie riscontrate
 Incertezza dei risultati delle misure

**Nessuna
 Non utilizzate
 Nessuna
 Non determinata**

| Attrezzature utilizzate | | | | | | | | |
|-------------------------|---------------------------------|-----------|-------------|-------------|------------|---------------|----------------|---------------|
| Cod.Att. | Descrizione Attrezzatura | Matricola | Costruttore | Teratura n. | Del | Effettuato da | Pros. Teratura | Effettuato da |
| GEO_01/01 | Estrusore Idraulico Motorizzato | 04031485 | Controls | --- | --- | --- | --- | --- |
| GEO_17/01 | Scissometro | 05095354 | Controls | --- | --- | --- | --- | --- |
| CLS_35 | Calibro a cursore digitale | 13603585 | Controls | 28/2017 | 02/01/2017 | Tecnolab Srl | 02/01/2018 | Tecnolab Srl |

DATI DICHIARATI DAL CLIENTE

Oggetto/Cantiere

BRETELLA DI SULMONA

| Sigla | Verbale Prelievo | Data | Ubicazione prelievo | Sondaggio numero | Profondità | | Prelievo | |
|-------|------------------|------|---------------------|------------------|------------|-----------|--------------|----------|
| | | | | | da | a | tipo | campione |
| 4 | - | - | - | S4 | 12,70 m | - 13,00 m | indisturbato | CI2 |

Schema del campione

Poket Penetrometro (Pp): kPa (N.E.= non effettuabile) Lunghezza campione : **30 cm**
 P.Alta **130 120 140** P.Bassa
 Prove effettuate: **UU**

UU: prova triassiale non consolidata non drenata TD: prova di taglio diretto in scatola di Casagrande ED: prova edometrica ad incrementi di carico controllato ELL: prova di compressione non confinata

Descrizione del campione

limo con argilla sabbioso di colore avana

Terre incoerenti

- sciolto
- addensato
- lievemente cementato

Terre coesive

- privo di consistenza (Pp < 25 kPa)
- poco consistente (Pp 25 - 50 kPa)
- moderatamente consistente (Pp 50 - 100 kPa)
- consistente (Pp 100 - 200 kPa)
- molto consistente (Pp > 200 kPa)

Note

Lo Sperimentatore
 Geol. **Andrea Bentivoglio**

Il Direttore di Laboratorio
 Ing. **Marco Di Pietro**

TECNOLAB S.R.L.
 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Telefono 085.903 9193 r.a.
 Fax 085.903 9202
 www.tecnolab.org
 e-mail info@tecnolab.org

sede legale 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Reg. Trib. di Chieti 6084
 CCIAA di Chieti 99996
 P. IVA 01626100695

Concessione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti
 n. 49410 del 02.10.2002 (art. 20 L. 1086/71)



**PROVE, RICERCHE
 E SPERIMENTAZIONI
 SUI MATERIALI
 DA COSTRUZIONE**

| 10.4.1 - GEOTECNICA - Terre e aggregati | | | |
|------------------------------------------------------------|--------|------------------|---------------------|
| Apertura e descrizione geotecnica di campione indisturbato | | | |
| Codice | Pag. | Rev. | Norma |
| Rp P10.4.1.34 | 2 di 2 | 2 del 12/06/2014 | Raccomand. AGI 1977 |

Rapporto di prova n°: **12876-17-11**
 Data emissione: **11/09/2017**
 Carico n°: **12876**
 Descrizione campione: **Campione indisturbato - S4-CI2**
 Data carico: **31/08/2017**
 Data esecuzione prova: **04/09/2017**
 Richiedente: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
 Proprietario: **ZAPPA BENEDETTO SRL**
STRADA STATALE 17 KM. 85,5 SNC - SULMONA(AQ)
 Prelievo effettuato da: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
 Procedura di campionamento: **N.D.**



DATI INERENTI LA PROVA

Variazioni rispetto alla specifica di prova
 Identificazione procedure non normalizzate
 Anomalie riscontrate
 Incertezza dei risultati delle misure

**Nessuna
 Non utilizzate
 Nessuna
 Non determinata**

| Attrezzature utilizzate | | | | | | | | |
|-------------------------|---------------------------------|-----------|-------------|-------------|------------|---------------|----------------|---------------|
| Cod.Att. | Descrizione Attrezzature | Matricola | Costruttore | Teratura n. | Del | Effettuato da | Pros. Teratura | Effettuato da |
| GEO_017/01 | Estrusore Idraulico Motorizzato | 04031465 | Controls | --- | --- | --- | --- | --- |
| GEO_17/01 | Scissometro | 05093354 | Controls | --- | --- | --- | --- | --- |
| CLS_35 | Calibro a cursore digitale | 13603585 | Controls | 28/2017 | 02/01/2017 | Tecnolab Srl | 02/01/2018 | Tecnolab Srl |

DATI DICHIARATI DAL CLIENTE

Oggetto/Cantiere
BRETELLA DI SULMONA

| Sigla | Verbale Prelievo | Data | Ubicazione prelievo | Sondaggio numero | Profondità da - a | Prelievo | |
|-------|------------------|------|---------------------|------------------|-------------------|--------------|----------|
| | | | | | | tipo | campione |
| 4 | - | - | - | S4 | 12,70 m - 13,00 m | indisturbato | CI2 |

Foto del campione



Note

| |
|--|
| |
|--|

Lo Sperimentatore
 Geol. Andrea Bentivoglio

Il Direttore di Laboratorio
 Ing. Marco Di Pietro

TECNOLAB S.R.L.
 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Telefono 085.903 9193 r.a.
 Fax 085.903 9202
 www.tecnolab.org
 e-mail info@tecnolab.org

sede legale 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Reg. Trib. di Chieti 6084
 C.C.I.A.A. di Chieti 99996
 P. IVA 01626100695

Concessione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti
 n. 49410 del 02.10.2002 (art. 20 L. 1086/71)



**PROVE, RICERCHE
 E SPERIMENTAZIONI
 SUI MATERIALI
 DA COSTRUZIONE**

DATI INERENTI LA PROVA

Variazioni rispetto alla specifica di prova
 Identificazione procedure non normalizzate
 Anomalie riscontrate
 Incertezza dei risultati delle misure

**Nessuna
 Non utilizzate
 Nessuna
 Non determinata**

| 10.4.1 GEOTECNICA - Terre e Aggregati | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------------------|------------------|
| Determinazione della distribuzione granulometrica mediante setacciatura e sedimentazione | | | |
| Codice | Pag. | Rev. | Norma |
| Rp_ P10.4.1.38 | 1 di 3 | 4 del 10/07/2014 | Raccom. AGI 1994 |

Rapporto di prova n°: **12876-17-12**
 Data emissione: **11/09/2017**
 Carico n°: **12876**
 Descrizione campione: **Campione indisturbato - S4-C12**
 Data carico: **31/08/2017**
 Data esecuzione prova: **06/09/2017**
 Richiedente: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
 Proprietario: **ZAPPA BENEDETTO SRL**
STRADA STATALE 17 KM. 95,5 SNC - SULMONA(AQ)
 Prelievo effettuato da: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
 Procedura di campionamento: **N.D.**



| Attrezzature utilizzate | | | | | | | | |
|-------------------------|-----------------------------------------------|-------------|-------------|----------------|------------|---------------|----------------|---------------|
| Cod.Aff. | Descrizione Attrezzature | Matricola | Costruttore | Taratura n. | Del | Effettuato da | Pros. Taratura | Effettuato da |
| TAR_28 | Termometro digitale | 33737514706 | PCE | 051 C116186D40 | 20/07/2016 | Trescal Srl | 20/07/2018 | Centro Lat |
| GEO_04/01 | Cilindro graduato per analisi granulometrica | --- | Controls | --- | --- | --- | --- | --- |
| GEO_05/01 | Vasca termostatica per analisi granulometrica | --- | Matest | --- | --- | --- | --- | --- |
| GEO_15/01 | Bilancia | 117826 | Gibertini | 162/2017 | 11/04/2017 | Tecnolab Srl | 10/10/2017 | Tecnolab Srl |
| GEO_15/07 | Bilancia contapezzi | --- | PCE | 183/2017 | 03/07/2017 | Tecnolab Srl | 01/01/2018 | Tecnolab Srl |
| GEO_06/05 | Densimetro per l'analisi granulometrica | 252 | Controls | --- | --- | --- | --- | --- |
| GEO_02/26-37 | Serie Setacci in lamiera forata Ø 300 | --- | Controls | 151/2017 | 11/04/2017 | Tecnolab Srl | 10/10/2017 | Tecnolab Srl |
| GEO_19/03 | Sifua a ventilazione forzata | 10001685 | Controls | 153/2017 | 11/04/2017 | Tecnolab Srl | 11/04/2018 | Tecnolab Srl |
| GEO_02/19-25 | Serie Setacci UNI Ø 300 | --- | Controls | 150/2017 | 11/04/2017 | Tecnolab Srl | 10/10/2017 | Tecnolab Srl |

DATI DICHIARATI DAL CLIENTE

Oggetto/Cantiere

BRETELLA DI SULMONA

| Sigla | Verbale Prelievo | Data | Ubicazione prelievo | Sondaggio numero | Profondità da - a | Prelievo tipo | Prelievo campione |
|-------|------------------|------|---------------------|------------------|-------------------|---------------|-------------------|
| 4 | - | - | - | S4 | 12,70 m - 13,00 m | indisturbato | C12 |

ESPRESSIONE DEI RISULTATI: Analisi granulometrica per setacciatura

Massa iniziale g **193,27**

| Setacci UNI mm | Tratt. Netto al vaglio [g] | Tratt. Netto Progressivo [g] | Trattenuto Progressivo % | Passante Progressivo % |
|----------------|----------------------------|------------------------------|--------------------------|------------------------|
| 31,5 | | | | |
| 25 | | | | |
| 20 | | | | |
| 16 | | | | |
| 12,5 | | | | |
| 10 | | | | |
| 8 | | | | |
| 4 | 0 | 0 | 0 | 100,0 |
| 2 | 0,33 | 0,33 | 0,2 | 99,8 |
| 1 | 0,44 | 0,77 | 0,4 | 99,6 |
| 0,425 | 2,24 | 3,01 | 1,6 | 98,4 |
| 0,250 | 2,13 | 5,14 | 2,7 | 97,3 |
| 0,125 | 9,61 | 14,75 | 7,6 | 92,4 |
| 0,075 | 10,44 | 25,19 | 13,0 | 87,0 |
| fondo | 0,28 | | | |

Metodo di prova : per via secca per via umida
 Pretrattamento per materiale organico : si no

Note

Lo Sperimentatore
 Geol. Andrea Bentivoglio

Il Direttore di Laboratorio
 Ing. Marco Di Pietro

TECNOLAB s.r.l.
 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Telefono 085.903 9193 r.a.
 Fax 085.903 9202
 www.technolab.org
 e-mail info@technolab.org

sede legale 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Reg. Trib. di Chieti 6084
 CCIAA di Chieti 99996
 P. IVA 01626100695

Concessione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti
 n. 49410 del 02.10.2002 (art. 20 L. 1086/71)



**PROVE, RICERCHE
 E SPERIMENTAZIONI
 SUI MATERIALI
 DA COSTRUZIONE**

| 10.4.1 GEOTECNICA - Terre e Aggregati | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------------------|------------------|
| Determinazione della distribuzione granulometrica mediante setacciatura e sedimentazione | | | |
| Codice | Pag. | Rev. | Norma |
| Rp_ P10.4.1.38 | 2 di 3 | 4 del 10/07/2014 | Raccom. AGI 1994 |

Rapporto di prova n°: **12876-17-12**
 Data emissione: **11/09/2017**
 Carico n°: **12876**
 Descrizione campione: **Campione indisturbato - S4-CI2**
 Data carico: **31/08/2017**
 Data esecuzione prova: **06/09/2017**
 Richiedente: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
ZAPPA BENEDETTO SRL
STRADA STATALE 17 KM. 95,5 SNC - SULMONA(AQ)
 Proprietario:
 Prelievo effettuato da: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
 Procedura di campionamento: **N.D.**



DATI INERENTI LA PROVA

Variazioni rispetto alla specifica di prova
 Identificazione procedure non normalizzate
 Anomalie riscontrate
 Incertezza dei risultati delle misure

**Nessuna
 Non utilizzate
 Nessuna
 Non determinata**

ESPRESSIONE DEI RISULTATI: Analisi granulometrica per sedimentazione

$\gamma_s = 2,700 \text{ g/cm}^3$ Peso specifico dei granit* $C_m = 0,50$ $X = 86,97 \%$ passante allo 0.075
 $P_s = 55,58 \text{ g}$ Peso secco del camp. $C_d = 3,00$ $H_R = 17,713-0.2733 (R + C_m)$

*= dato presupposto ove non richiesto

C_m = correzione menisco

C_d = correzione per agente disperdente (esametafostato 40g/l)

H_r = Profondità effettiva

| Tempo | Temperatura | Lettura | Correz.menisco | Correz. Temp. | Diametro equiv. | Lettura.Corretta | Passante | Passante |
|-------|-------------|---------|----------------|---------------|-----------------|------------------|--------------|------------|
| min. | °C | R'h | Rh | Ct | mm | R | Parziale (%) | Totale (%) |
| 0,5 | 25,0 | 33,0 | 33,5 | 1,05 | 0,048953 | 31,00 | 90,15 | 78,40 |
| 1,0 | 25,0 | 30,5 | 31,0 | 1,05 | 0,036111 | 34,00 | 83,00 | 72,19 |
| 2,0 | 25,0 | 27,8 | 28,3 | 1,05 | 0,026630 | 28,30 | 75,29 | 65,48 |
| 4,0 | 25,0 | 26,0 | 26,5 | 1,05 | 0,019329 | 26,50 | 70,14 | 61,00 |
| 8,0 | 25,0 | 23,8 | 24,3 | 1,05 | 0,014087 | 24,30 | 63,86 | 55,54 |
| 15 | 25,0 | 22,0 | 22,5 | 1,05 | 0,010532 | 22,50 | 58,71 | 51,06 |
| 30 | 25,0 | 20,0 | 20,5 | 1,05 | 0,007634 | 20,50 | 53,00 | 46,09 |
| 60 | 25,0 | 17,8 | 18,3 | 1,05 | 0,005540 | 18,30 | 46,71 | 40,62 |
| 120 | 25,0 | 16,2 | 16,7 | 1,05 | 0,003989 | 16,70 | 42,14 | 36,65 |
| 240 | 25,0 | 14,5 | 15,0 | 1,05 | 0,002873 | 15,00 | 37,28 | 32,42 |
| 480 | 25,0 | 13,2 | 13,7 | 1,05 | 0,002060 | 13,70 | 33,57 | 29,19 |
| 1440 | 25,0 | 11,5 | 12,0 | 1,05 | 0,001210 | 12,00 | 28,71 | 24,97 |

Note

| |
|--|
| |
|--|

Lo Sperimentatore
 Geol. Andrea Benivoglio

Il Direttore di Laboratorio
 Ing. Marco Di Pietro

TECNOLAB s.r.l.
 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Telefono 085.903 9193 r.a.
 Fax 085.903 9202
 www.technolab.org
 e-mail info@technolab.org

sede legale 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Reg. Trib. di Chieti 6084
 CCIAA di Chieti 99996
 P. IVA 01626100695

Concessione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti
 n. 49410 del 02.10.2002 (art. 20 L. 1086/71)



**PROVE, RICERCHE
 E SPERIMENTAZIONI
 SUI MATERIALI
 DA COSTRUZIONE**

DATI INERENTI LA PROVA

Variazioni rispetto alla specifica di prova
 Identificazione procedure non normalizzate
 Anomalie riscontrate
 Incertezza dei risultati delle misure

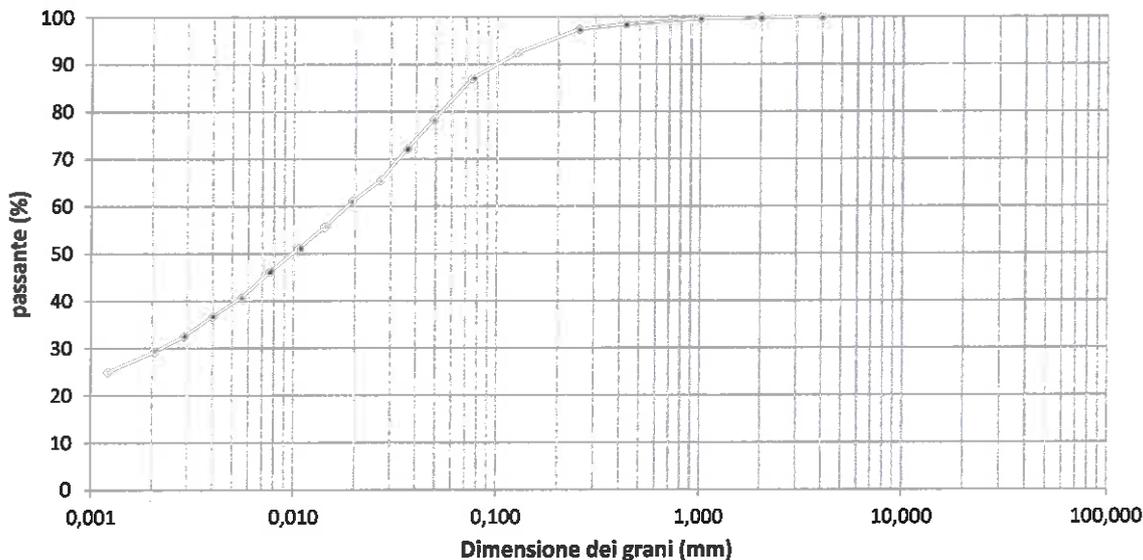
| 10.4.1 GEOTECNICA - Terre e Aggregati | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------------------|------------------|
| Determinazione della distribuzione granulometrica mediante setacciatura e sedimentazione | | | |
| Codice | Pag. | Rev. | Norma |
| Rp_ P10.4.1.38 | 3 di 3 | 4 del 10/07/2014 | Raccom. AGI 1994 |

Rapporto di prova n°: **12876-17-12**
 Data emissione: **11/09/2017**
 Carico n°: **12876**
 Descrizione campione: **Campione indisturbato - S4-CI2**
 Data carico: **31/08/2017**
 Data esecuzione prova: **06/09/2017**
 Richiedente: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
ZAPPA BENEDETTO SRL
STRADA STATALE 17 KM. 95,5 SNC - SULMONA(AQ)
 Proprietario:
 Prelievo effettuato da: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
 Procedura di campionamento: **N.D.**



**Nessuna
 Non utilizzate
 Nessuna
 Non determinata**

GRAFICO DEI RISULTATI



Ghiaia (>2mm)= 0 % Sabbia (0,06-2 mm)= 17 % Limo (0,002-0,06 mm)= 54 % Argilla (< 0,002 mm)= 29 %
 Classifica granulometrica (AGI - Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche 1977):

LIMO CON ARGILLA SABBIOSO

Note

Lo Sperimentatore
 Geol. Andrea Bentivoglio

(Handwritten signature)

Il Direttore di Laboratorio
 Ing. Marco Di Pietro

(Handwritten signature)

TECNOLAB S.R.L.
 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Telefono 085.903 9193 r.a.
 Fax 085.903 9202
 www.tecnolab.org
 e-mail info@tecnolab.org

sede legale 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Reg. Trib. di Chieti 6084
 C.C.I.A.A di Chieti 99996
 P. IVA 01626100695

Concessione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti
 n. 49410 del 02.10.2002 (art. 20 L. 1086/71)



**PROVE, RICERCHE
 E SPERIMENTAZIONI
 SUI MATERIALI
 DA COSTRUZIONE**

DATI INERENTI LA PROVA

Variazioni rispetto alla specifica di prova
 Identificazione procedure non normalizzate
 Anomalie riscontrate
 Incertezza dei risultati delle misure

**Nessuna
 Non utilizzate
 Nessuna
 Non determinata**

| 10.4.1 GEOTECNICA - Terre e Aggregati | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------|-------------------------|
| Determinazione dei limiti di consistenza liquido e plastico (metodo del cucchiaio di Casagrande) | | | |
| Codice | Pag. | Rev. | Norma |
| Rp_ P10.4.1.31 | 1 di 2 | 2 | UNI CEN ISO/TS 17892-12 |

Rapporto di prova n°: **12876-17-13**
 Data emissione: **11/09/2017**
 Carico n°: **12876**
 Descrizione campione: **Campione indisturbato - S4-C12**
 Data carico: **31/08/2017**
 Data esecuzione prova: **04/09/2017**
 Richiedente: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
ZAPPA BENEDETTO SRL
STRADA STATALE 17 KM. 95,5 SNC - SULMONA(AQ)
 Proprietario:
 Prelievo effettuato da: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
 Procedura di campionamento: **N.D.**



| Attrezzature utilizzate | | | | | | | | |
|-------------------------|---------------------------------------------------|-----------|-------------|-------------|------------|---------------|----------------|---------------|
| Cod.Att. | Descrizione Attrezzature | Matricola | Costruttore | Taratura n. | Del | Effettuato da | Pros. Taratura | Effettuato da |
| GEO 09/01 | Att. per determinazione limite liquido e plastico | | Matest | | | | | |
| GEO 15/01 | Bilancia | 117826 | Gibertini | 152/2017 | 11/04/2017 | Tecnolab Srl | 10/10/2017 | Tecnolab Srl |
| GEO 19/03 | Stufa a ventilazione forzata | 10001685 | Controls | 153/2017 | 11/04/2017 | Tecnolab Srl | 11/04/2018 | Tecnolab Srl |

DATI DICHIARATI DAL CLIENTE

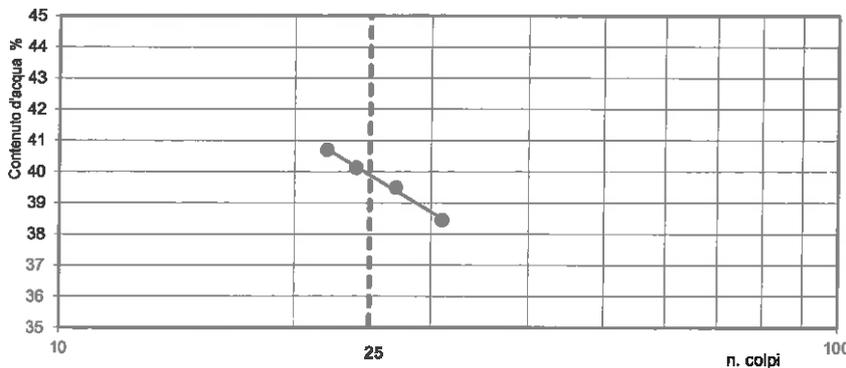
Oggetto/Cantiere

BRETELLA DI SULMONA

| Sigla | Verbale Prelievo | Data | Ubicazione prelievo | Sondaggio numero | Profondità da - a | Prelievo | |
|-------|------------------|------|---------------------|------------------|-------------------|--------------|----------|
| | | | | | | tipo | campione |
| 4 | - | - | | S4 | 12,70 m - 13,00 m | indisturbato | C12 |

ESPRESSIONE DEI RISULTATI

| Prova n. | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|--------------------------|------|-------|-------|-------|-------|
| Massa Tara | (g) | 2,43 | 2,25 | 2,34 | 2,51 |
| Massa Camp. Umido + Tara | (g) | 47,08 | 39,83 | 50,74 | 47,52 |
| Massa Camp. Secco + Tara | (g) | 34,68 | 29,19 | 36,88 | 34,50 |
| Massa Acqua | (g) | 12,40 | 10,64 | 13,86 | 13,02 |
| Massa Camp. Secco | (g) | 32,25 | 26,94 | 34,54 | 31,99 |
| Contenuto d'Acqua | (%) | 38,45 | 39,50 | 40,13 | 40,70 |
| Numero di Colpi | (n°) | 31 | 27 | 24 | 22 |



Limite Liquido w_L
40

Note

Empty box for notes.

Lo Sperimentatore
 Geol. Andrea Bontivoglio

Il Direttore di Laboratorio
 Ing. Marco Di Pietro

TECNOLAB S.r.l.
 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Telefono 085.903 9193 r.a.
 Fax 085.903 9202
 www.tecnolab.org
 e-mail info@tecnolab.org

sede legale 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Reg. Trib. di Chieti 6084
 CCGIAA di Chieti 99996
 P. IVA 01626100695

Concessione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti
 n. 49410 del 02.10.2002 (art. 20 L. 1086/71)



**PROVE, RICERCHE
 E SPERIMENTAZIONI
 SUI MATERIALI
 DA COSTRUZIONE**

DATI INERENTI LA PROVA

Variazioni rispetto alla specifica di prova
 Identificazione procedure non normalizzate
 Anomalie riscontrate
 Incertezza dei risultati delle misure

ESPRESSIONE DEI RISULTATI

| 10.4.1 GEOTECNICA - Terre e Aggregati | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------|-------------------------|
| Determinazione dei limiti di consistenza liquido e plastico (metodo del cucchiaio di Casagrande) | | | |
| Codice | Pag. | Rev. | Norma |
| Rp_ P10.4.1.31 | 2 di 2 | 2 | UNI CEN ISO/TS 17892-12 |

Rapporto di prova n°: **12876-17-13**
 Data emissione: **11/09/2017**
 Carico n°: **12876**
 Descrizione campione: **Campione indisturbato - S4-CI2**
 Data carico: **31/08/2017**
 Data esecuzione prova: **04/09/2017**
 Richiedente: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
 Proprietario: **ZAPPA BENEDETTO SRL**
STRADA STATALE 17 KM. 95,5 SNC - SULMONA(AQ)
 Prelievo effettuato da: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
 Procedura di campionamento: **N.D.**

**Nessuna
 Non utilizzate
 Nessuna
 Non determinata**



| Prova n. | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|-----------------------|-----|-------|-------|-------|-------|
| Massa Tara | (g) | 2,24 | 2,39 | 2,35 | 2,21 |
| M. Camp. Umido + Tara | (g) | 33,96 | 33,15 | 29,59 | 30,14 |
| M. Camp. Secco + Tara | (g) | 29,02 | 28,43 | 25,46 | 25,94 |
| Massa Acqua | (g) | 4,94 | 4,72 | 4,13 | 4,20 |
| M. Camp. Secco | (g) | 26,78 | 26,04 | 23,11 | 23,73 |
| Contenuto d'Acqua | (%) | 18,45 | 18,13 | 17,87 | 17,70 |

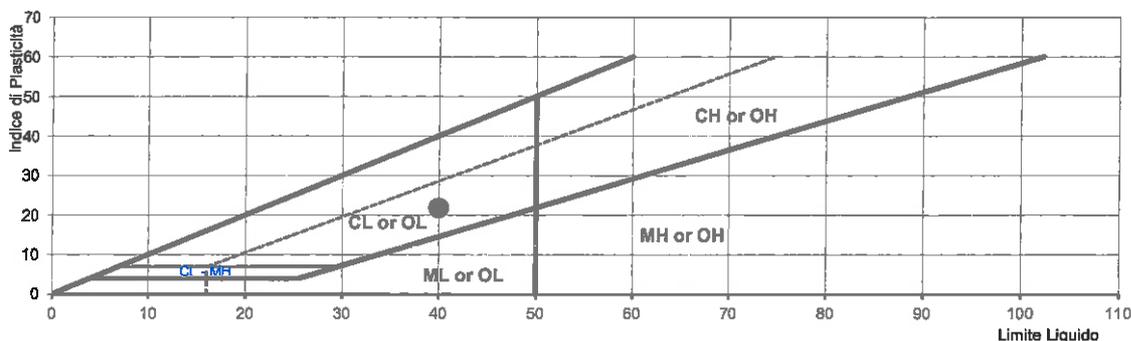
Limite Plastico w_p
18

CALCOLO DEGLI INDICI

Contenuto d' Acqua w = **25,0**
 Limite Liquido w_L = **40**
 Limite Plastico w_P = **18**

Indice plastico I_P = w_L - w_P = **22**
 Indice di consistenza I_C = (w_L - w) / I_P = **0,68**
 Indice di liquidità I_L = (w - w_P) / I_P = **0,32**

Carta di plasticità (ASTM D2487)



Note

Empty box for notes.

Lo Sperimentatore
 Geol. Andrea Bentivoglio

Il Direttore di Laboratorio
 Ing. Marco Di Pietro

TECNOLAB S.R.L.
 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Telefono 085.903 9193 r.a.
 Fax 085.903 9202
 www.tecnolab.org
 e-mail info@tecnolab.org

sede legale 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Reg. Trib. di Chieti 6084
 CCIAA di Chieti 99996
 P. IVA 01626100695

Concessione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti
 n. 49410 del 02.10.2002 (art. 20 L. 1086/71)



**PROVE, RICERCHE
 E SPERIMENTAZIONI
 SUI MATERIALI
 DA COSTRUZIONE**

| GEOTECNICA - Terre e Aggregati | | | |
|----------------------------------------------|--------|------|------------------|
| Prova triassiale non consolidata non drenata | | | |
| Codice | Pag. | Rev. | Norma |
| Rp P10.4.1.50 | 1 di 4 | 0 | Raccom. AGI 1994 |

Rapporto di prova n°: **12876-17-14**
 Data emissione: **11/09/2017**
 Carico n°: **12876**
 Descrizione campione: **Campione indisturbato - S4-CI2**
 Data carico: **31/08/2017**
 Data esecuzione prova: **04/09/2017**
 Richiedente: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
 Proprietario: **ZAPPA BENEDETTO SRL**
STRADA STATALE 17 KM. 95,5 SNC - SULMONA(AQ)
 Prelievo effettuato da: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
 Procedura di campionamento: **N.D.**



DATI INERENTI LA PROVA

Variazioni rispetto alla specifica di prova
 Identificazione procedure non normalizzate
 Anomalie riscontrate
 Incertezza dei risultati delle misure

**Nessuna
 Non utilizzate
 Nessuna
 Non determinata**

| Attrezzature utilizzate | | | | | | | | |
|-------------------------|----------------------------------------------|-----------|-----------------|--------------|------------|---------------|-----------------|---------------|
| Cod. Att. | Descrizione Attrezzature | Matricola | Costruttore | Yearatura n. | Del | Effettuato da | Pros. Yearatura | Effettuato da |
| GEO_29/01 | Celle a estensimetri per macchina triassiale | 110281 | AEP Transducers | 249/2017 | 01/08/2017 | Tecnolab Srl | 30/10/2017 | Tecnolab Srl |
| GEO_30/01 | Trasduttore potenziometrico lineare | 05020656 | Controls | 252/2017 | 01/08/2017 | Tecnolab Srl | 30/10/2017 | Tecnolab Srl |
| GEO_25/01 | Macchina digitale per prova triassiale | 05020579 | Controls | --- | --- | --- | --- | --- |
| GEO_27/03 | Manometro digitale | 702712 | AEP Transducers | 242/2017 | 01/08/2017 | Tecnolab Srl | 30/10/2017 | Tecnolab Srl |

DATI DICHIARATI DAL CLIENTE

Oggetto/Cantiere

BRETELLA DI SULMONA

| Sigla | Verbale Prelievo | Data | Ubicazione prelievo | Sondaggio numero | Profondità da - a | Prelievo tipo | Prelievo campione |
|-------|------------------|------|---------------------|------------------|-------------------|---------------|-------------------|
| 4 | - | - | - | S4 | 12,70 m - 13,00 m | indisturbato | CI2 |

ESPRESSIONE DEI RISULTATI

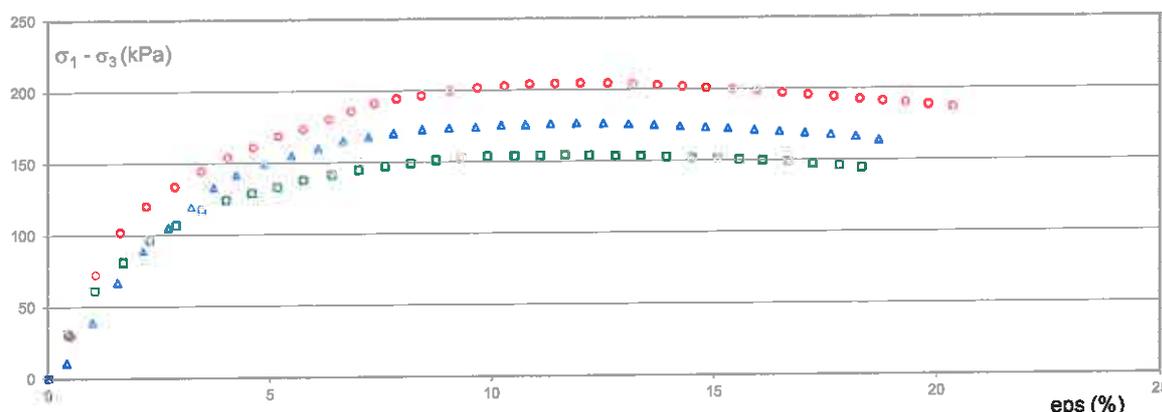
Caratteristiche fisiche

| Provino | H ₀ mm | A ₀ cm ² | γ kN/m ³ | γ _d kN/m ³ | w % |
|---------|-------------------|--------------------------------|---------------------|----------------------------------|------|
| 1 | 76,2 | 11,4 | 19,69 | 15,77 | 24,9 |
| 2 | 76,2 | 11,4 | 19,77 | 15,80 | 25,1 |
| 3 | 76,2 | 11,4 | 19,77 | 15,81 | 25,1 |

Rottura

| σ ₃ kPa | σ ₁ -σ ₃ kPa | eps % | Veocità mm/min |
|--------------------|------------------------------------|-------|----------------|
| 150 | 205 | 12,0 | 1,5 |
| 250 | 154 | 11,7 | 1,5 |
| 350 | 177 | 11,9 | 1,5 |

Diagramma (Tensione di taglio - Deformazione orizzontale)



Note

| |
|--|
| |
|--|

Lo Sperimentatore
 Geol. Andrea Bentivoglio

Il Direttore di Laboratorio
 Ing. Marco Di Pietro

TECNOLAB S.R.L.

66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Telefono 085.903 9193 r.a.
 Fax 085.903 9202
 www.tecnolab.org
 e-mail info@tecnolab.org

sede legale 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Reg. Trib. di Chieti 6084
 CCIAA di Chieti 99996
 P. IVA 01626100695

Concessione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti
 n. 49410 del 02.10.2002 (art. 20 L. 1086/71)



**PROVE, RICERCHE
 E SPERIMENTAZIONI
 SUI MATERIALI
 DA COSTRUZIONE**

| 10.4.1 - GEOTECNICA - Terre e aggregati | | | |
|------------------------------------------------------------|--------|------------------|---------------------|
| Apertura e descrizione geotecnica di campione indisturbato | | | |
| Codice | Pag. | Rev. | Norma |
| Rp P10.4.1.34 | 2 di 2 | 2 del 12/06/2014 | Raccomand. AGI 1977 |

Rapporto di prova n°: **12876-17-15**
 Data emissione: **11/09/2017**
 Carico n°: **12876**
 Descrizione campione: **Campione indisturbato - S6-CI1**
 Data carico: **31/08/2017**
 Data esecuzione prova: **04/09/2017**
 Richiedente: **TECHNOSOIL S.R.L.
 VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)**
 Proprietario: **ZAPPA BENEDETTO SRL
 STRADA STATALE 17 KM. 95,5 SNC - SULMONA(AQ)**
 Prelievo effettuato da: **TECHNOSOIL S.R.L.
 VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)**
 Procedura di campionamento: **N.D.**



DATI INERENTI LA PROVA

Variazioni rispetto alla specifica di prova
 Identificazione procedure non normalizzate
 Anomalie riscontrate
 Incertezza dei risultati delle misure

**Nessuna
 Non utilizzate
 Nessuna
 Non determinata**

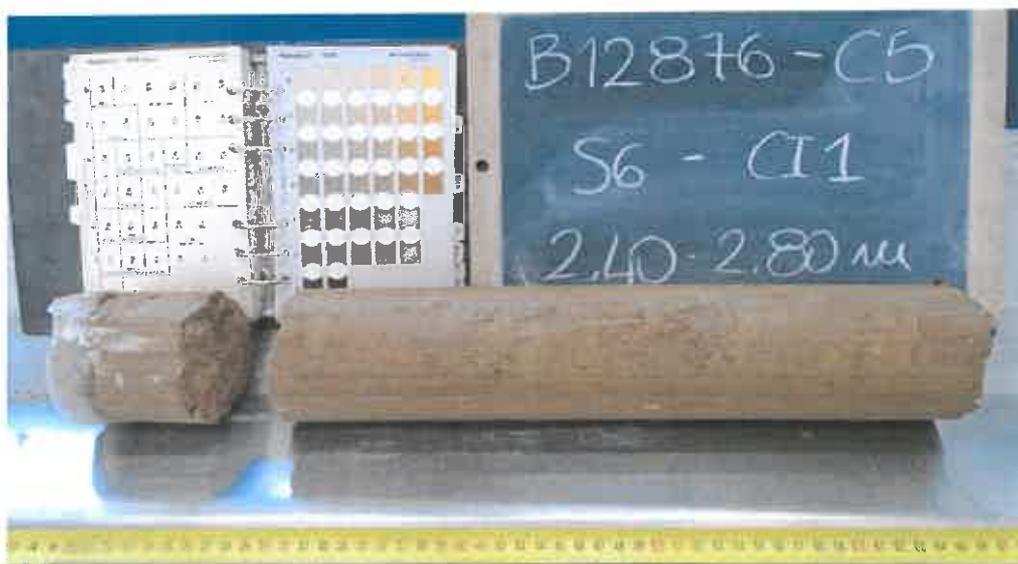
| Attrezzature utilizzate | | | | | | | | |
|-------------------------|---------------------------------|-----------|-------------|-------------|------------|---------------|----------------|---------------|
| Cod.Att. | Descrizione Attrezzature | Matricola | Costruttore | Taratura n. | Del | Effettuato da | Pros. Taratura | Effettuato da |
| GEO_01/01 | Estrusore Idraulico Motorizzato | 04031485 | Controls | --- | --- | --- | --- | --- |
| GEO_17/01 | Scissometro | 05095354 | Controls | --- | --- | --- | --- | --- |
| CLS_35 | Calibro a cursore digitale | 13603585 | Controls | 28/2017 | 02/01/2017 | Tecnolab Srl | 02/01/2018 | Tecnolab Srl |

DATI DICHIARATI DAL CLIENTE

Oggetto/Cantiere
BRETELLA DI SULMONA

| Sigla | Verbale Prelievo | Data | Ubicazione prelievo | Sondaggio numero | Profondità da - a | Prelievo tipo | Prelievo campione |
|-------|------------------|------|---------------------|------------------|-------------------|---------------|-------------------|
| 5 | - | - | - | S6 | 2,40 m - 2,80 m | indisturbato | CI1 |

Foto del campione



Note

Lo Sperimentatore
 Geol. Andrea Bentivoglio

Il Direttore di Laboratorio
 Ing. Marco Di Pietro

TECNOLAB S.p.A.
 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Telefono 085.903 9193 r.a.
 Fax 085.903 9202
 www.tecnolab.org
 e-mail info@tecnolab.org

sede legale 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Reg. Trib. di Chieti 6084
 CCIAA di Chieti 99996
 P. IVA 01626100695

Concessione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti
 n. 49410 del 02.10.2002 (art. 20 L. 1086/71)



**PROVE, RICERCHE
 E SPERIMENTAZIONI
 SUI MATERIALI
 DA COSTRUZIONE**

DATI INERENTI LA PROVA

Variazioni rispetto alla specifica di prova
 Identificazione procedure non normalizzate
 Anomalie riscontrate
 Incertezza dei risultati delle misure

| 10.4.1 GEOTECNICA - Terre e Aggregati | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------------------|------------------|
| Determinazione della distribuzione granulometrica mediante setacciatura e sedimentazione | | | |
| Codice | Pag. | Rev. | Norma |
| Rp_P10.4.1.38 | 1 di 3 | 4 del 10/07/2014 | Raccom. AGI 1994 |

Rapporto di prova n°: **12876-17-16**
 Data emissione: **11/09/2017**
 Carico n°: **12876**
 Descrizione campione: **Campione indisturbato - S6-C1**
 Data carico: **31/08/2017**
 Data esecuzione prova: **06/09/2017**
 Richiedente: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTRE(PE)
 Proprietario: **ZAPPA BENEDETTO SRL**
STRADA STATALE 17 KM. 95,5 SNC - SULMONA(AQ)
 Prelievo effettuato da: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTRE(PE)
 Procedura di campionamento: **N.D.**



**Nessuna
 Non utilizzate
 Nessuna
 Non determinata**

| Attrezzature utilizzate | | | | | | | | |
|-------------------------|-----------------------------------------------|--------------|-------------|----------------|------------|---------------|----------------|---------------|
| Cod. Att. | Descrizione Attrezzature | Matricola | Costruttore | Taratura n. | Del | Effettuato da | Pros. Taratura | Effettuato da |
| TAR_28 | Termometro digitale | 337375147708 | PCE | 051 C116136D40 | 20/07/2016 | Trescal Srl | 20/07/2018 | Centro Lat |
| GEO_04/01 | Cilindro graduato per analisi granulometrica | --- | Controls | --- | --- | --- | --- | --- |
| GEO_05/01 | Vasca termostatica per analisi granulometrica | --- | Matest | --- | --- | --- | --- | --- |
| GEO_15/01 | Bilancia | 117826 | Gibertini | 152/2017 | 11/04/2017 | Tecnolab Srl | 10/10/2017 | Tecnolab Srl |
| GEO_15/07 | Bilancia contapezzi | --- | PCE | 183/2017 | 03/07/2017 | Tecnolab Srl | 01/01/2018 | Tecnolab Srl |
| GEO_06/05 | Densimetro per l'analisi granulometrica | 252 | Controls | --- | --- | --- | --- | --- |
| GEO_02/26-37 | Serie Setacci in lamiera forata Ø 300 | --- | Controls | 151/2017 | 11/04/2017 | Tecnolab Srl | 10/10/2017 | Tecnolab Srl |
| GEO_19/03 | Stufa a ventilazione forzata | 10001685 | Controls | 153/2017 | 11/04/2017 | Tecnolab Srl | 11/04/2018 | Tecnolab Srl |
| GEO_02/19-25 | Serie Setacci UNI Ø 300 | --- | Controls | 150/2017 | 11/04/2017 | Tecnolab Srl | 10/10/2017 | Tecnolab Srl |

DATI DICHIARATI DAL CLIENTE

Oggetto/Cantiere

BRETELLA DI SULMONA

| Sigla | Verbale Prelievo | Data | Ubicazione prelievo | Sondaggio numero | Profondità da - a | Prelievo tipo | Prelievo campione |
|-------|------------------|------|---------------------|------------------|-------------------|---------------|-------------------|
| 5 | - | - | - | S6 | 2,40 m - 2,80 m | indisturbato | C1 |

ESPRESSIONE DEI RISULTATI: Analisi granulometrica per setacciatura

Massa iniziale g 202,61

| Setacci UNI mm | Tratt. Netto al vaglio [g] | Tratt. Netto Progressivo [g] | Trattenuto Progressivo % | Passante Progressivo % |
|----------------|----------------------------|------------------------------|--------------------------|------------------------|
| 31,5 | | | | |
| 25 | | | | |
| 20 | | | | |
| 16 | | | | |
| 12,5 | | | | |
| 10 | | | | |
| 8 | | | | |
| 4 | 0 | 0 | 0 | 100,0 |
| 2 | 0,22 | 0,22 | 0,1 | 99,9 |
| 1 | 0,08 | 0,30 | 0,1 | 99,9 |
| 0,425 | 1,54 | 1,84 | 0,9 | 99,1 |
| 0,250 | 0,87 | 2,71 | 1,3 | 98,7 |
| 0,125 | 4,58 | 7,29 | 3,6 | 96,4 |
| 0,063 | 12,89 | 20,18 | 10,0 | 90,0 |
| fondo | 0,46 | | | |

Metodo di prova : per via secca per via umida
 Pretrattamento per materiale organico : si no

Note

Lo Sperimentatore
 Geol. Andrea Bentivoglio

Il Direttore di Laboratorio
 Ing. Marco Di Pietro

TECNOLAB S.R.L.
 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Telefono 085.903 9193 r.a.
 Fax 085.903 9202
 www.tecnolab.org
 e-mail info@tecnolab.org

sede legale 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Reg. Trib. di Chieti 6084
 CCIAA di Chieti 99996
 P. IVA 01626100695

Concessione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti
 n. 49410 del 02.10.2002 (art. 20 L. 1086/71)



**PROVE, RICERCHE
 E SPERIMENTAZIONI
 SUI MATERIALI
 DA COSTRUZIONE**

| | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------------------|------------------|
| 10.4.1 GEOTECNICA - Terre e Aggregati | | | |
| Determinazione della distribuzione granulometrica mediante setacciatura e sedimentazione | | | |
| Codice | Pag. | Rev. | Norma |
| Rp_ P10.4.1.38 | 2 di 3 | 4 del 10/07/2014 | Raccom. AGI 1994 |

Rapporto di prova n°: **12876-17-16**
 Data emissione: **11/09/2017**
 Carico n°: **12876**
 Descrizione campione: **Campione indisturbato - S6-C11**
 Data carico: **31/08/2017**
 Data esecuzione prova: **06/09/2017**
 Richiedente: **TECHNOSOIL S.R.L.
 VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)**
 Proprietario: **ZAPPA BENEDETTO SRL
 STRADA STATALE 17 KM. 95,5 SNC - SULMONA(AQ)**
 Prelievo effettuato da: **TECHNOSOIL S.R.L.
 VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)**
 Procedura di campionamento: **N.D.**



DATI INERENTI LA PROVA

Variazioni rispetto alla specifica di prova
 Identificazione procedure non normalizzate
 Anomalie riscontrate
 Incertezza dei risultati delle misure

**Nessuna
 Non utilizzate
 Nessuna
 Non determinata**

ESPRESSIONE DEI RISULTATI: Analisi granulometrica per sedimentazione

$\gamma_s = 2,700 \text{ g/cm}^3$ Peso specifico dei grani* $C_m = 0,50$ $X = 90,04 \text{ \%}$ passante allo 0.075
 $P_s = 55,15 \text{ g}$ Peso secco del camp. $C_d = 3,00$ $H_R = 17,713-0.2733 (R + C_m)$

*= dato presupposto ove non richiesto

C_m = correzione menisco

C_d = correzione per agente disperdente (esametafostato 40g/l)

H_r = Profondità effettiva

| Tempo | Temperatura | Lettura | Correz.menisco | Correz. Temp. | Diametro equiv. | Lettura.Corretta | Passante | Passante |
|-------|-------------|---------|----------------|---------------|-----------------|------------------|--------------|------------|
| min. | °C | R'h | Rh | Ct | mm | R | Parziale (%) | Totale (%) |
| 0,5 | 25,0 | 34,0 | 34,5 | 1,05 | 0,048081 | 32,00 | 93,73 | 84,40 |
| 1,0 | 25,0 | 30,5 | 31,0 | 1,05 | 0,036111 | 34,00 | 83,65 | 75,32 |
| 2,0 | 25,0 | 27,0 | 27,5 | 1,05 | 0,026946 | 27,50 | 73,57 | 66,24 |
| 4,0 | 25,0 | 24,5 | 25,0 | 1,05 | 0,019735 | 25,00 | 66,37 | 59,76 |
| 8,0 | 25,0 | 21,2 | 21,7 | 1,05 | 0,014567 | 21,70 | 56,87 | 51,20 |
| 15 | 25,0 | 19,0 | 19,5 | 1,05 | 0,010926 | 19,50 | 50,53 | 45,50 |
| 30 | 25,0 | 17,0 | 17,5 | 1,05 | 0,007906 | 17,50 | 44,77 | 40,31 |
| 60 | 25,0 | 15,0 | 15,5 | 1,05 | 0,005715 | 15,50 | 39,01 | 35,13 |
| 120 | 25,0 | 13,0 | 13,5 | 1,05 | 0,004128 | 13,50 | 33,25 | 29,94 |
| 240 | 25,0 | 11,5 | 12,0 | 1,05 | 0,002964 | 12,00 | 28,93 | 26,05 |
| 480 | 25,0 | 10,0 | 10,5 | 1,05 | 0,002127 | 10,50 | 24,61 | 22,16 |
| 1452 | 25,0 | 9,0 | 9,5 | 1,05 | 0,001235 | 9,50 | 21,73 | 19,57 |

Note

Lo Sperimentatore
 Geol. Andrea Bentivoglio

Il Direttore di Laboratorio
 Ing. Marco Di Pietro

TECNOLAB S.R.L.
66026 ORTONA (CH)
Zona Industriale C.da Cucullo
Telefono 085.903 9193 r.a.
Fax 085.903 9202
www.tecnolab.org
e-mail info@tecnolab.org

sede legale 66026 ORTONA (CH)
Zona Industriale C.da Cucullo
Reg. Trib. di Chieti 6084
CCIAA di Chieti 99996
P. IVA 01626100695

Concessione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti
n. 49410 del 02.10.2002 (art. 20 L. 1086/71)

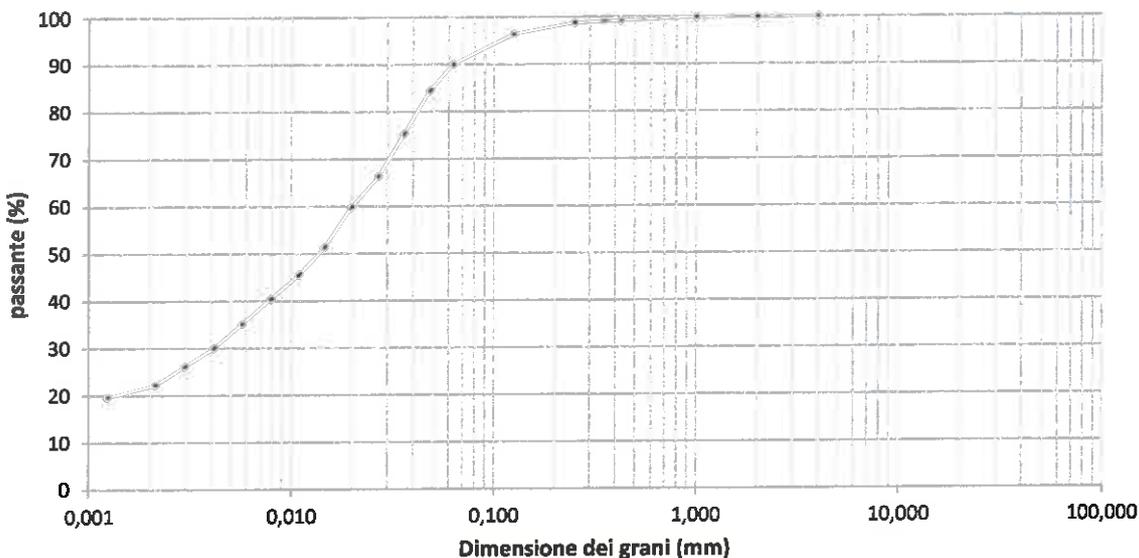


**PROVE, RICERCHE
E SPERIMENTAZIONI
SUI MATERIALI
DA COSTRUZIONE**

DATI INERENTI LA PROVA

Variazioni rispetto alla specifica di prova
Identificazione procedure non normalizzate
Anomalie riscontrate
Incertezza dei risultati delle misure

GRAFICO DEI RISULTATI



Ghiaia (>2mm)= 0 % Sabbia (0,06-2 mm)= 12 % Limo (0,002-0,06 mm)= 66 % Argilla (< 0,002 mm)= 22 %
Classifica granulometrica (AGI - Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche 1977):

LIMO ARGILLOSO SABBIOSO

Note

| |
|--|
| |
|--|

Lo Sperimentatore
Geol. Andrea Bentivoglio

Il Direttore di Laboratorio
Ing. Marco Di Pietro

| 10.4.1 GEOTECNICA - Terre e Aggregati | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------------------|------------------|
| Determinazione della distribuzione granulometrica mediante setacciatura e sedimentazione | | | |
| Codice | Pag. | Rev. | Norma |
| Rp_ P10.4.1.38 | 3 di 3 | 4 del 10/07/2014 | Raccom. AGI 1994 |

Rapporto di prova n°: **12876-17-16**
Data emissione: **11/09/2017**
Carico n°: **12876**
Descrizione campione: **Campione indisturbato - S6-C11**
Data carico: **31/08/2017**
Data esecuzione prova: **06/09/2017**
Richiedente: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
Proprietario: **ZAPPA BENEDETTO SRL**
STRADA STATALE 17 KM. 95,5 SNC - SULMONA(AQ)
Prelievo effettuato da: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
Procedura di campionamento: **N.D.**



**Nessuna
Non utilizzate
Nessuna
Non determinata**

TECNOLAB S.r.l.
 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Telefono 085.903 9193 r.a.
 Fax 085.903 9202
 www.tecnolab.org
 e-mail info@tecnolab.org

sede legale 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Reg. Trib. di Chieti 6084
 CCIAA di Chieti 99996
 P. IVA 01626100695

Concessione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti
 n. 49410 del 02.10.2002 (art. 20 L. 1086/71)



**PROVE, RICERCHE
 E SPERIMENTAZIONI
 SUI MATERIALI
 DA COSTRUZIONE**

DATI INERENTI LA PROVA

Variazioni rispetto alla specifica di prova
 Identificazione procedure non normalizzate
 Anomalie riscontrate
 Incertezza dei risultati delle misure

**Nessuna
 Non utilizzate
 Nessuna
 Non determinata**



| 10.4.1 GEOTECNICA - Terre e Aggregati | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------|-------------------------|
| Determinazione dei limiti di consistenza liquido e plastico (metodo del cucchiaio di Casagrande) | | | |
| Codice | Pag. | Rev. | Norma |
| Rp_ P10.4.1.31 | 1 di 2 | 2 | UNI CEN ISO/TS 17892-12 |

Rapporto di prova n°: **12876-17-17**
 Data emissione: **11/09/2017**
 Carico n°: **12876**
 Descrizione campione: **Campione Indisturbato - S6-C11**
 Data carico: **31/08/2017**
 Data esecuzione prova: **06/09/2017**
 Richiedente: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
 Proprietario: **ZAPPA BENEDETTO SRL**
STRADA STATALE 17 KM. 95,5 SNC - SULMONA(AQ)
 Prelievo effettuato da: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
 Procedura di campionamento: **N.D.**

| Attrezzature utilizzate | | | | | | | | |
|-------------------------|---------------------------------------------------|-----------|-------------|-------------|------------|---------------|----------------|---------------|
| Cod.Att. | Descrizione Attrezzature | Matricola | Costruttore | Taratura n. | Del | Effettuato da | Pros. Taratura | Effettuato da |
| GEO_09/01 | Att. per determinazione limite liquido e plastico | --- | Matest | --- | --- | --- | --- | --- |
| GEO_15/01 | Bilancia | 117826 | Gilbertini | 152/2017 | 11/04/2017 | Tecnolab Srl | 10/10/2017 | Tecnolab Srl |
| GEO_19/03 | Stufa a ventilazione forzata | 10001685 | Controls | 153/2017 | 11/04/2017 | Tecnolab Srl | 11/04/2018 | Tecnolab Srl |

DATI DICHIARATI DAL CLIENTE

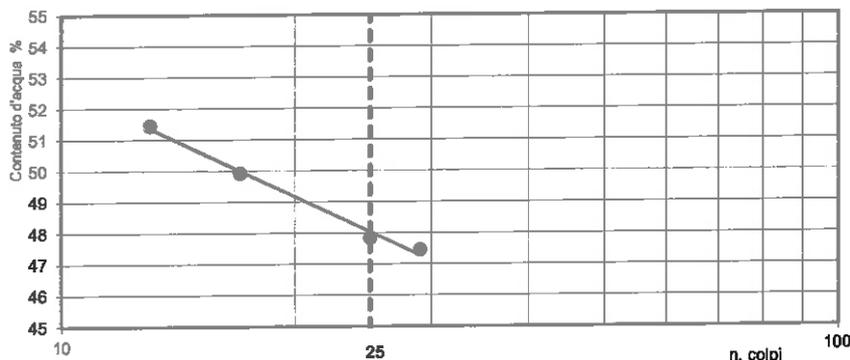
Oggetto/Cantiere

BRETELLA DI SULMONA

| Sigla | Verbale Prelievo | Data | Ubicazione prelievo | Sondaggio numero | Profondità da - a | Prelievo tipo | Prelievo campione |
|-------|------------------|------|---------------------|------------------|-------------------|---------------|-------------------|
| 5 | - | - | - | S6 | 2,40 m - 2,80 m | indisturbato | C11 |

ESPRESSIONE DEI RISULTATI

| Prova n. | 1 | 2 | 3 | 4 |
|--------------------------|-----------|-------|-------|-------|
| Massa Tara | (g) 3,14 | 3,04 | 3,10 | 2,69 |
| Massa Camp. Umido + Tara | (g) 45,44 | 42,95 | 41,51 | 44,70 |
| Massa Camp. Secco + Tara | (g) 31,07 | 29,66 | 29,08 | 31,18 |
| Massa Acqua | (g) 14,37 | 13,29 | 12,43 | 13,52 |
| Massa Camp. Secco | (g) 27,93 | 26,62 | 25,98 | 28,49 |
| Contenuto d'Acqua | (%) 51,45 | 49,92 | 47,84 | 47,46 |
| Numero di Colpi | (n°) 13 | 17 | 25 | 29 |



Limite Liquido w_L
48

Note

Empty box for notes.

Lo Sperimentatore
 Geol. *Andrea Bertivoglio*

Il Direttore di Laboratorio
 Ing. *Marco Di Pietro*

TECNOLAB S.P.A.
 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Telefono 085.903 9193 r.a.
 Fax 085.903 9202
 www.technolab.org
 e-mail info@technolab.org

sede legale 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Reg. Trib. di Chieti 6084
 CCIAA di Chieti 99996
 P. IVA 01626100695

Concessione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti
 n. 49410 del 02.10.2002 (art. 20 L. 1086/71)



**PROVE, RICERCHE
 E SPERIMENTAZIONI
 SUI MATERIALI
 DA COSTRUZIONE**

DATI INERENTI LA PROVA

Variazioni rispetto alla specifica di prova
 Identificazione procedure non normalizzate
 Anomalie riscontrate
 Incertezza dei risultati delle misure

ESPRESSIONE DEI RISULTATI

| 10.4.1 GEOTECNICA - Terre e Aggregati | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------|-------------------------|
| Determinazione dei limiti di consistenza liquido e plastico (metodo del cucchiaino di Casagrande) | | | |
| Codice | Pag. | Rev. | Norma |
| Rp_P10.4.1.31 | 2 di 2 | 2 | UNI CEN ISO/TS 17892-12 |

Rapporto di prova n°: **12876-17-17**
 Data emissione: **11/09/2017**
 Carico n°: **12876**
 Descrizione campione: **Campione indisturbato - S6-C11**
 Data carico: **31/08/2017**
 Data esecuzione prova: **06/09/2017**
 Richiedente: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
 Proprietario: **ZAPPA BENEDETTO SRL**
STRADA STATALE 17 KM. 95,5 SNC - SULMONA(AQ)
 Prelievo effettuato da: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
 Procedura di campionamento: **N.D.**

**Nessuna
 Non utilizzate
 Nessuna
 Non determinata**



| Prova n. | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|-----------------------|-----|-------|-------|-------|-------|
| Massa Tara | (g) | 2,21 | 2,30 | 2,25 | 2,21 |
| M. Camp. Umido + Tara | (g) | 37,44 | 36,77 | 31,23 | 29,50 |
| M. Camp. Secco + Tara | (g) | 31,45 | 31,06 | 26,43 | 24,91 |
| Massa Acqua | (g) | 5,99 | 5,71 | 4,80 | 4,59 |
| M. Camp. Secco | (g) | 29,24 | 28,76 | 24,18 | 22,70 |
| Contenuto d'Acqua | (%) | 20,49 | 19,85 | 19,85 | 20,22 |

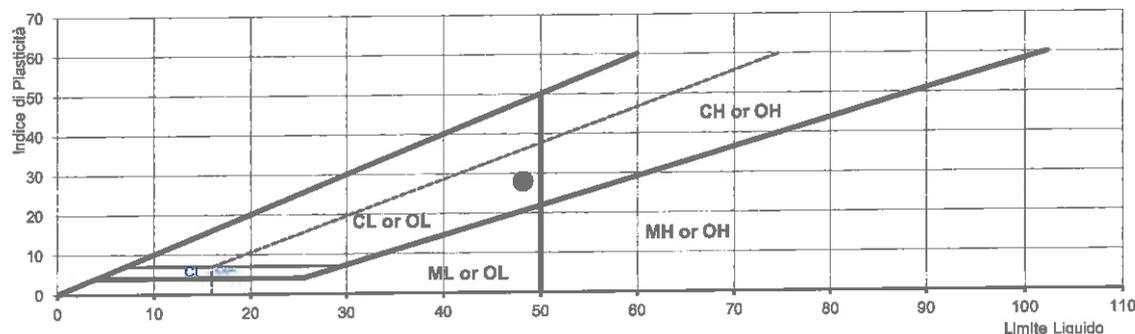
Limite Plastico w_p
20

CALCOLO DEGLI INDICI

Contenuto d' Acqua $w = 21,8$
 Limite Liquido $w_L = 48$
 Limite Plastico $w_p = 20$

Indice plastico $I_p = w_L - w_p = 28$
 Indice di consistenza $I_c = (w_L - w) / I_p = 0,94$
 Indice di liquidità $I_L = (w - w_p) / I_p = 0,06$

Carta di plasticità (ASTM D2487)



Note

Lo Sperimentatore
 Geol. *Andrea Bentivoglio*

Il Direttore di Laboratorio
 Ing. *Marco Di Pietro*

TECNOLAB S.r.l.
 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Telefono 085.903 9193 r.a.
 Fax 085.903 9202
 www.tecnolab.org
 e-mail info@tecnolab.org

sede legale 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Reg. Trib. di Chieti 6084
 CCIAA di Chieti 99996
 P. IVA 01626100695

Concessione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti
 n. 49410 del 02.10.2002 (art. 20 L. 1086/71)



**PROVE, RICERCHE
 E SPERIMENTAZIONI
 SUI MATERIALI
 DA COSTRUZIONE**

DATI INERENTI LA PROVA

Variazioni rispetto alla specifica di prova
 Identificazione procedure non normalizzate
 Anomalie riscontrate
 Incertezza dei risultati delle misure

**Nessuna
 Non utilizzate
 Nessuna
 Non determinata**

| 10.4.1 GEOTECNICA - Terre e Aggregati | | | |
|---------------------------------------|--------|------|------------------------|
| Prova di compressione non confinata | | | SU |
| terreni a grana fine | | | |
| Codice | Pag. | Rev. | Norma |
| Rp_P10.4.1.41 | 1 di 4 | 0 | UNI CEN ISO/TS 17892-7 |

Rapporto di prova n°: **12876-17-18**
 Data emissione: **11/09/2017**
 Carico n°: **12876**
 Descrizione campione: **Campione Indisturbato - S6-C11**
 Data carico: **31/08/2017**
 Data esecuzione prova: **04/09/2017**
 Richiedente: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
 Proprietario: **ZAPPA BENEDETTO SRL**
STRADA STATALE 17 KM. 95,5 SNC - SULMONA(AQ)
 Prelievo effettuato da: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
 Procedura di campionamento: **N.D.**



| Attrezzature utilizzate | | | | | | | |
|-------------------------|----------------------------------------------|-----------|-----------------|-------------|------------|---------------|----------------|
| Cod. Att. | Descrizione Attrezzature | Matricola | Costruttore | Taratura n. | Del | Effettuato da | Pros. Taratura |
| GEO_29/01 | Celle a estensimetri per macchina triassiale | 110281 | AEP Transducers | 249/2017 | 01/08/2017 | Tecnolab Srl | 30/10/2017 |
| GEO_30/01 | Trasduttore potenziometrico lineare | 05020658 | Controls | 252/2017 | 01/08/2017 | Tecnolab Srl | 30/10/2017 |
| GEO_15/01 | Bilancia | 117826 | Gibertini | 152/2017 | 11/04/2017 | Tecnolab Srl | 10/10/2017 |
| GEO_25/01 | Macchine digitale per prova triassiale | 05020579 | Controls | --- | --- | --- | --- |

DATI DICHIARATI DAL CLIENTE

Oggetto/Cantiere

BRETELLA DI SULMONA

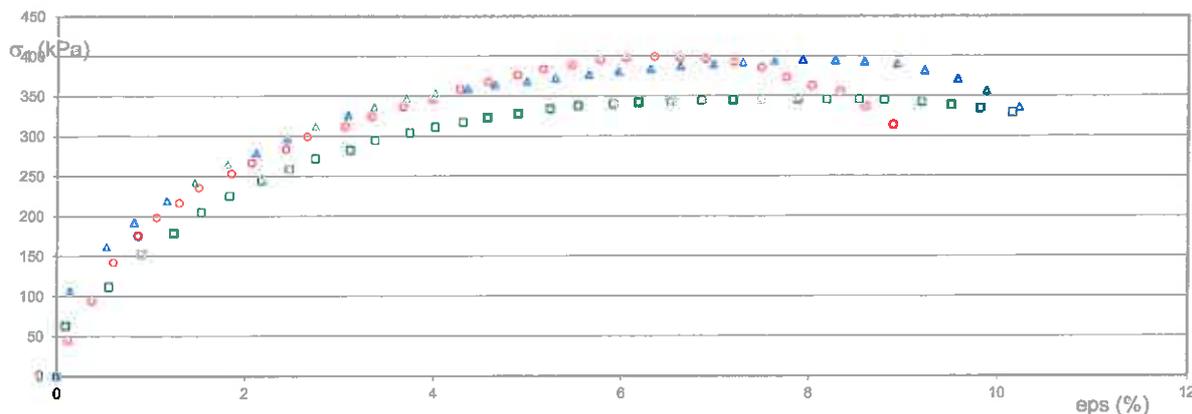
| Sigla | Verbale Prelievo | Data | Ubicazione prelievo | Sondaggio numero | Profondità da - a | Prelievo tipo | Prelievo campione |
|-------|------------------|------|---------------------|------------------|-------------------|---------------|-------------------|
| 5 | - | - | - | S6 | 2,40 m - 2,80 m | indisturbato | C11 |

ESPRESSIONE DEI RISULTATI

| Provino | Caratteristiche fisiche | | | | |
|---------|-------------------------|--------------------------------|---------------------|----------------------------------|------|
| | H ₀ mm | A ₀ cm ² | γ kN/m ³ | γ _d kN/m ³ | w % |
| 1 | 76,2 | 11,4 | 19,96 | 16,38 | 21,8 |
| 2 | 76,2 | 11,4 | 19,77 | 16,26 | 21,6 |
| 3 | 76,2 | 11,4 | 19,96 | 16,37 | 21,9 |

| Rottura | | |
|----------------------------------------|-------|----------------|
| σ ₁ opp. q _u kPa | eps % | Veocità mm/min |
| 399 | 6,4 | 1,5 |
| 346 | 7,5 | 1,5 |
| 396 | 7,9 | 1,5 |

Diagramma (Tensione di taglio - Spostamento orizzontale)



Note

Empty box for notes.

Lo Sperimentatore
 Geol. Andrea Bentivoglio

Il Direttore di Laboratorio
 Ing. Marco Di Pietro

TECNOLAB S.p.A.
 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Telefono 085.903 9193 r.a.
 Fax 085.903 9202
 www.tecnolab.org
 e-mail info@tecnolab.org

sede legale 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Reg. Trib. di Chieti 6084
 CCIAA di Chieti 99996
 P. IVA 01626100695

Concessione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti
 n.49410 del 02.10.2002 (art. 20 L. 1086/71)



**PROVE, RICERCHE
 E SPERIMENTAZIONI
 SUI MATERIALI
 DA COSTRUZIONE**

DATI INERENTI LA PROVA

Variazioni rispetto alla specifica di prova
 Identificazione procedure non normalizzate
 Anomalie riscontrate
 Incertezza dei risultati delle misure

**Nessuna
 Non utilizzate
 Nessuna
 Non determinata**



| 10.4.1 - GEOTECNICA - Terre e aggregati | | | |
|------------------------------------------------------------------|--------|------------------|---------------------|
| Riconoscimento e descrizione geotecnica di campione rimaneggiato | | | |
| Codice | Pag. | Rev. | Norma |
| Rp P10.4.1.64 | 1 di 2 | 2 del 12/06/2014 | Raccomand. AGI 1977 |

Rapporto di prova n°: **12876-17-19**
 Data emissione: **11/09/2017**
 Carico n°: **12876**
 Descrizione campione: **Campione rimaneggiato - PLT1-CR2**
 Data ricevimento campione: **31/08/2017**
 Data esecuzione prova: **04/09/2017**
 Richiedente: **TECHNOSOIL S.R.L.
 VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)**
 Proprietario: **ZAPPA BENEDETTO SRL
 STRADA STATALE 17 KM. 95,5 SNC - SULMONA(AQ)**
 Prelievo effettuato da: **TECHNOSOIL S.R.L.
 VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)**
 Procedura di campionamento: **N.D.**

| Attrezzature utilizzate | | | | | | | | |
|-------------------------|--------------------------|-----------|-------------|-------------|-----|---------------|----------------|---------------|
| Cod.Att. | Descrizione Attrezzature | Matricola | Costruttore | Teratura n. | Del | Effettuato da | Pros. Teratura | Effettuato da |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |

DATI DICHIARATI DAL CLIENTE

Oggetto/Cantiere

BRETELLA DI SULMONA

| Sigla | Verbale Prelievo | Data | Ubicazione prelievo | Sondaggio numero | Profondità da - a | Prelievo tipo | Prelievo campione |
|-------|------------------|------|---------------------|------------------|-------------------|---------------|-------------------|
| 6 | - | - | - | PLT1 | 1,00 m - 1,00 m | rimaneggiato | CR2 |

Schema del campione

Poket Penetrometro (Pp): kPa (N.E.= non effettuabile) Lunghezza campione: cm
 P.Alta N.E. P.Bassa

Prove effettuate:

Analisi granulometrica, completa di analisi per sedimentazione Limiti di Atterberg

Descrizione del campione

ghiaia con sabbia debolmente limosa

Terre incoerenti

- sciolto
- addensato
- lievemente cementato

Terre coesive

- privo di consistenza (Pp < 25 kPa)
- poco consistente (Pp 25 - 50 kPa)
- moderatamente consistente (Pp 50 - 100 kPa)
- consistente (Pp 100 - 200 kPa)
- molto consistente (Pp > 200 kPa)

Note

Lo Sperimentatore
 Geol. Andrea Bentivoglio

Il Direttore di Laboratorio
 Ing. Marco Di Pietro

TECNOLAB S.R.L.
 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Telefono 085.903 9193 r.a.
 Fax 085.903 9202
 www.tecnolab.org
 e-mail info@tecnolab.org

sede legale 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Reg. Trib. di Chieti 6084
 CCIAA di Chieti 99996
 P. IVA 01626100695

Concessione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti
 n. 49410 del 02.10.2002 (art. 20 L. 1086/71)



**PROVE, RICERCHE
 E SPERIMENTAZIONI
 SUI MATERIALI
 DA COSTRUZIONE**

| | | | |
|------------------------------------------------------------------|--------|------------------|---------------------|
| 10.4.1 - GEOTECNICA - Terre e aggregati | | | |
| Riconoscimento e descrizione geotecnica di campione rimaneggiato | | | |
| Codice | Pag. | Rev. | Norma |
| Rp P10.4.1.64 | 2 di 2 | 2 del 12/06/2014 | Raccomand. AGI 1977 |

Rapporto di prova n°: **12876-17-19**
 Data emissione: **11/09/2017**
 Carico n°: **12876**
 Descrizione campione: **Campione rimaneggiato - PLT1-CR2**
 Data ricevimento campione: **31/08/2017**
 Data esecuzione prova: **04/09/2017**
 Richiedente: **TECHNOSOIL S.R.L.
 VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)**
 Proprietario: **ZAPPA BENEDETTO SRL
 STRADA STATALE 17 KM. 95,5 SNC - SULMONA(AQ)**
 Prelievo effettuato da: **TECHNOSOIL S.R.L.
 VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)**
 Procedura di campionamento: **N.D.**



DATI INERENTI LA PROVA

Variazioni rispetto alla specifica di prova
 Identificazione procedure non normalizzate
 Anomalie riscontrate
 Incertezza dei risultati delle misure

**Nessuna
 Non utilizzate
 Nessuna
 Non determinata**

| Attrezzature utilizzate | | | | | | | | |
|-------------------------|--------------------------|-----------|-------------|-------------|-----|---------------|----------------|---------------|
| Cod. Att. | Descrizione Attrezzature | Matricola | Costruttore | Taratura n. | Del | Effettuato da | Pros. Taratura | Effettuato da |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |

DATI DICHIARATI DAL CLIENTE

Oggetto/Cantiere

BRETELLA DI SULMONA

| Sigla | Verbale Prelievo | Data | Ubicazione prelievo | Sondaggio numero | Profondità | | Prelievo | |
|-------|------------------|------|---------------------|------------------|------------|----------|--------------|----------|
| | | | | | da | a | tipo | campione |
| 6 | - | - | - | PLT1 | 1,00 m | - 1,00 m | rimaneggiato | CR2 |

Foto del campione



Note

| |
|--|
| |
|--|

Lo Sperimentatore
 Geol. Andrea Bentivoglio

Direttore di Laboratorio
 Ing. Marco Di Pietro

TECNOLAB S.r.l.
 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C. da Cucullo
 Telefono 085.903.9193 r.a.
 Fax 085.903.9202
 www.tecnolab.org
 e-mail info@tecnolab.org

sede legale 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C. da Cucullo
 Reg. Trib. di Chieti 6084
 CCIAA di Chieti 99996
 P. IVA 01626100695

Concessione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti
 n. 49410 del 02.10.2002 (art. 20 L. 1086/71)



**PROVE, RICERCHE
 E SPERIMENTAZIONI
 SUI MATERIALI
 DA COSTRUZIONE**

DATI INERENTI LA PROVA

Variazioni rispetto alla specifica di prova
 Identificazione procedure non normalizzate
 Anomalie riscontrate
 Incertezza dei risultati delle misure

**Nessuna
 Non utilizzate
 Nessuna
 Non determinata**



| 10.4.1 - GEOTECNICA - Terre e aggregati | | | |
|------------------------------------------------------------------|--------|------------------|---------------------|
| Riconoscimento e descrizione geotecnica di campione rimaneggiato | | | |
| Codice | Pag. | Rev. | Norma |
| Rp P10.4.1.64 | 1 di 2 | 2 del 12/06/2014 | Raccomand. AGI 1977 |

Rapporto di prova n°: **12876-17-21**
 Data emissione: **11/09/2017**
 Carico n°: **12876**
 Descrizione campione: **Campione rimaneggiato - PLT2-CR2**
 Data ricevimento campione: **31/08/2017**
 Data esecuzione prova: **04/09/2017**
 Richiedente: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
 Proprietario: **ZAPPA BENEDETTO SRL**
STRADA STATALE 17 KM. 95,5 SNC - SULMONA(AQ)
 Prelievo effettuato da: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
 Procedura di campionamento: **N.D.**

| Attrezzature utilizzate | | | | | | | | |
|-------------------------|--------------------------|-----------|-------------|-------------|-----|---------------|----------------|---------------|
| Cod. Att. | Descrizione Attrezzature | Matricola | Costruttore | Teratura n. | Del | Effettuato da | Pros. Taratura | Effettuato da |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |

DATI DICHIARATI DAL CLIENTE

Oggetto/Cantiere

BRETELLA DI SULMONA

| Sigla | Verbale Prelievo | Data | Ubicazione prelievo | Sondaggio numero | Profondità da - a | Prelievo | |
|-------|------------------|------|---------------------|------------------|-------------------|--------------|----------|
| | | | | | | tipo | campione |
| 7 | - | - | - | PLT2 | 1,00 m - 1,00 m | rimaneggiato | CR2 |

Schema del campione

Poket Penetrometro (Pp): kPa (N.E.= non effettuabile) Lunghezza campione : - cm
 P.Alta N.E. P.Bassa

Prove effettuate:

Analisi granulometrica, completa di analisi per sedimentazione Limiti di Atterberg

Descrizione del campione

limo argilloso debolmente sabbioso, sono presenti inclusi calcarei millimetrici

Terre incoerenti

- sciolto
- addensato
- lievemente cementato

Terre coesive

- privo di consistenza (Pp < 25 kPa)
- poco consistente (Pp 25 - 50 kPa)
- moderatamente consistente (Pp 50 - 100 kPa)
- consistente (Pp 100 - 200 kPa)
- molto consistente (Pp > 200 kPa)

Note

| |
|--|
| |
|--|

Lo Sperimentatore
 Geol. Andrea Bentivoglio

Il Direttore di Laboratorio
 Ing. Marco Di Pietro

TECNOLAB S.R.L.
 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Telefono 085.903 9193 r.a.
 Fax 085.903 9202
 www.tecnolab.org
 e-mail info@tecnolab.org

sede legale 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Reg. Trib. di Chieti 6084
 CCIAA di Chieti 99996
 P. IVA 01626100695

Concessione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti
 n. 49410 del 02.10.2002 (art. 20 L. 1086/71)



**PROVE, RICERCHE
 E SPERIMENTAZIONI
 SUI MATERIALI
 DA COSTRUZIONE**

| 10.4.1 - GEOTECNICA - Terre e aggregati | | | |
|------------------------------------------------------------------|--------|------------------|---------------------|
| Riconoscimento e descrizione geotecnica di campione rimaneggiato | | | |
| Codice | Pag. | Rev. | Norma |
| Rp P10.4.1.64 | 2 di 2 | 2 del 12/06/2014 | Raccomand. AGI 1977 |

Rapporto di prova n°: **12876-17-21**
 Data emissione: **11/09/2017**
 Carico n°: **12876**
 Descrizione campione: **Campione rimaneggiato - PLT2-CR2**
 Data ricevimento campione: **31/08/2017**
 Data esecuzione prova: **04/09/2017**
 Richiedente: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
 Proprietario: **ZAPPA BENEDETTO SRL**
STRADA STATALE 17 KM. 95,5 SNC - SULMONA(AQ)
 Prelievo effettuato da: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
 Procedura di campionamento: **N.D.**



DATI INERENTI LA PROVA

Variazioni rispetto alla specifica di prova
 identificazione procedure non normalizzate
 Anomalie riscontrate
 incertezza dei risultati delle misure

**Nessuna
 Non utilizzate
 Nessuna
 Non determinata**

| Attrezzature utilizzate | | | | | | | |
|-------------------------|--------------------------|-----------|-------------|-------------|-----|---------------|----------------|
| Cod. Att. | Descrizione Attrezzature | Metricola | Costruttore | Taratura n. | Del | Effettuato da | Pros. Taratura |
| - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - |

DATI DICHIARATI DAL CLIENTE

Oggetto/Cantiere
BRETELLA DI SULMONA

| Sigla | Verbale Prelievo | Data | Ubicazione prelievo | Sondaggio numero | Profondità da - a | Prelievo | |
|-------|------------------|------|---------------------|------------------|-------------------|--------------|----------|
| | | | | | | tipo | campione |
| 7 | - | - | - | PLT2 | 1,00 m - 1,00 m | rimaneggiato | CR2 |

Foto del campione



Note

Lo Sperimentatore
 Geol. Andrea Bentivoglio

Il Direttore di Laboratorio
 Ing. Marco Di Pietro

TECNOLAB S.p.A.
 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Telefono 085.903 9193 r.a.
 Fax 085.903 9202
 www.tecnolab.org
 e-mail info@tecnolab.org

sede legale 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Reg. Trib. di Chieti 6084
 CCIAA di Chieti 99996
 P. IVA 01626100695

Concessione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti
 n. 49410 del 02.10.2002 (art. 20 L. 1086/71)



**PROVE, RICERCHE
 E SPERIMENTAZIONI
 SUI MATERIALI
 DA COSTRUZIONE**

DATI INERENTI LA PROVA

Variazioni rispetto alla specifica di prova
 Identificazione procedure non normalizzate
 Anomalie riscontrate
 Incertezza dei risultati delle misure

**Nessuna
 Non utilizzate
 Nessuna
 Non determinata**



| GEOTECNICA - Terre e Aggregati | | | |
|--------------------------------|--------|------|-----------|
| Analisi Granulometrica | | | |
| Codice | Pag. | Rev. | Norma |
| Rp_ P10.4.1.1 | 1 di 2 | 2 | CNR n° 23 |

Rapporto di prova n°: **12876-17-20**
 Data emissione: **11/09/2017**
 Carico n°: **12876**
 Descrizione campione: **Campione rimaneggiato - PLT1-CR2**
 Data carico: **31/08/2017**
 Data esecuzione prova: **06/09/2017**
 Richiedente: **TECNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
 Proprietario: **ZAPPA BENEDETTO SRL**
STRADA STATALE 17 KM. 95,5 SNC - SULMONA(AQ)
 Prelievo effettuato da: **TECNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
 Procedura di campionamento: **N.D.**

| Attrezzature utilizzate | | | | | | | | |
|-------------------------|---------------------------------------|-----------|-------------|-------------|------------|---------------|----------------|---------------|
| Cod.Att. | Descrizione Attrezzature | Metricola | Costruttore | Taratura n. | Del | Effettuato da | Pros. Taratura | Effettuato da |
| GEO 15/01 | Bilancia | 117826 | Gilbertini | 152/2017 | 11/04/2017 | Tecnolab Srl | 10/10/2017 | Tecnolab Srl |
| GEO 02/26-37 | Serie Setacci in lamiera forata Ø 300 | --- | Controls | 151/2017 | 11/04/2017 | Tecnolab Srl | 10/10/2017 | Tecnolab Srl |
| GEO 19/03 | Stufa a ventilazione forzata | 10001685 | Controls | 153/2017 | 11/04/2017 | Tecnolab Srl | 11/04/2018 | Tecnolab Srl |
| GEO 02/19-25 | Serie Setacci UNI Ø 300 | --- | Controls | 150/2017 | 11/04/2017 | Tecnolab Srl | 10/10/2017 | Tecnolab Srl |

DATI DICHIARATI DAL CLIENTE

Oggetto/Cantiere

BRETELLA DI SULMONA

| Sigla | Verbale Prelievo | Data | Ubicazione prelievo | Sondaggio numero | Profondità da - a | Prelievo tipo | Prelievo campione |
|-------|------------------|------|---------------------|------------------|-------------------|---------------|-------------------|
| 6 | - | - | - | PLT1 | 1,00 m - 1,00 m | rimaneggiato | CR2 |

ESPRESSIONE DEI RISULTATI

Massa iniziale g

3429,5

| Setacci UNI mm | Tratt. Netto al vaglio [g] | Tratt. Netto Progressivo [g] | Trattenuto Progressivo % | Passante Progressivo % |
|----------------|----------------------------|------------------------------|--------------------------|------------------------|
| 200 | | | | |
| 100 | | | | |
| 80 | | | | |
| 63 | | | | |
| 40 | | | | |
| 31,5 | 0 | 0 | 0 | 100,0 |
| 25 | 257,56 | 257,56 | 7,5 | 92,5 |
| 20 | 172,85 | 430,41 | 12,6 | 87,4 |
| 16 | 461,95 | 892,36 | 26,0 | 74,0 |
| 12,5 | 163,93 | 1056,29 | 30,8 | 69,2 |
| 10 | 290,82 | 1347,11 | 39,3 | 60,7 |
| 8 | 244,52 | 1591,63 | 46,4 | 53,6 |
| 4 | 546,32 | 2137,95 | 62,3 | 37,7 |
| 2 | 231,83 | 2369,78 | 69,1 | 30,9 |
| 1 | 218,12 | 2587,90 | 75,5 | 24,5 |

Note

Lo Sperimentatore
 Geol. Andrea Bentivoglio

Il Direttore di Laboratorio
 Ing. Marco Di Pietro

TECNOLAB S.r.l.
 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Telefono 085.903 9193 r.a.
 Fax 085.903 9202
 www.tecnolab.org
 e-mail info@tecnolab.org

sede legale 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Reg. Trib. di Chieti 6084
 CCIAA di Chieti 99996
 P. IVA 01626100695

Concessione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti
 n. 49410 del 02.10.2002 (art. 20 L. 1086/71)



**PROVE, RICERCHE
 E SPERIMENTAZIONI
 SUI MATERIALI
 DA COSTRUZIONE**

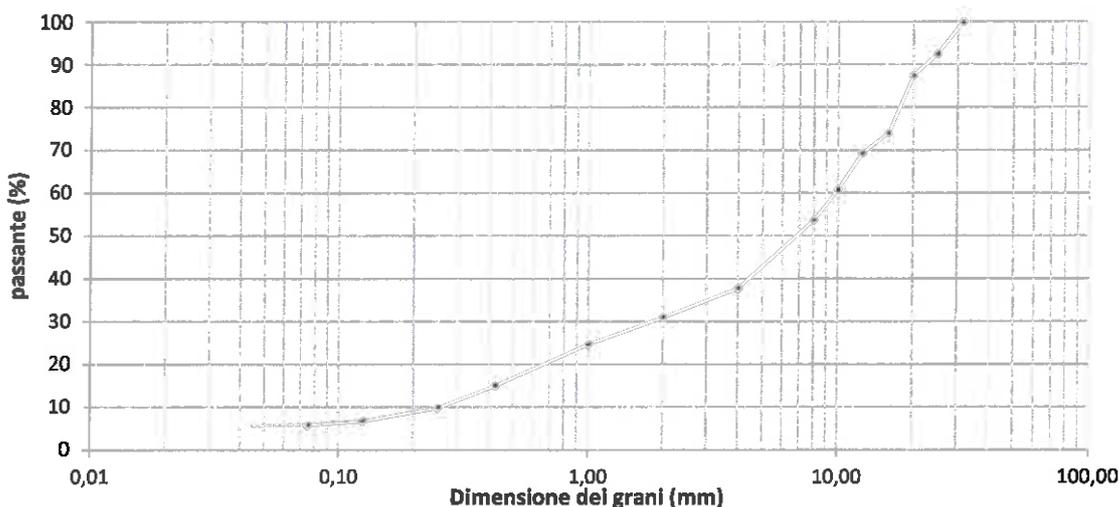
Variazioni rispetto alla specifica di prova
 Identificazione procedure non normalizzate
 Anomalie riscontrate
 Incertezza dei risultati delle misure

ESPRESSIONE DEI RISULTATI

Massa iniziale g 3429,5

| Setacci UNI mm | Trait. Netto al vaglio [g] | Trait. Netto Progressivo [g] | Trattenuto Progressivo % | Passante Progressivo % |
|----------------------|----------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| 0,425 | 329,92 | 2917,82 | 85,1 | 14,9 |
| 0,250 | 180,39 | 3098,21 | 90,3 | 9,7 |
| 0,125 | 102,89 | 3201,10 | 93,3 | 6,7 |
| 0,075 | 32,66 | 3233,76 | 94,3 | 5,7 |
| fondo | 1,70 | | | |

Metodo di prova : per via secca per via umida
 Pretrattamento per materiale organico : si no



Ghiaia (>2mm)= 69 % Sabbia (0,06-2 mm)= 26 % Limo (0,002-0,06 mm)= 5 % Argilla (< 0,002 mm)= %

Classifica granulometrica (AGI - Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche 1977):

GHIAIA CON SABBIA DEBOLMENTE LIMOSA

Note

Lo Sperimentatore
 Geol. Andrea Bentivoglio

Il Direttore di Laboratorio
 Ing. Marco Di Pietro

**Nessuna
 Non utilizzate
 Nessuna
 Non determinata**



TECNOLAB S.r.l.
 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Telefono 085.903 9193 r.a.
 Fax 085.903 9202
 www.tecnolab.org
 e-mail info@tecnolab.org

sede legale 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Reg. Trib. di Chieti 6084
 CCIAA di Chieti 99996
 P. IVA 01626100695

Concessione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti
 n. 49410 del 02.10.2002 (art. 20 L. 1086/71)



**PROVE, RICERCHE
 E SPERIMENTAZIONI
 SUI MATERIALI
 DA COSTRUZIONE**

DATI INERENTI LA PROVA

Variazioni rispetto alla specifica di prova
 Identificazione procedure non normalizzate
 Anomalie riscontrate
 Incertezza dei risultati delle misure

| 10.4.1 GEOTECNICA - Terre e Aggregati | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------------------|-------------------|
| Determinazione della distribuzione granulometrica mediante setacciatura e sedimentazione | | | |
| Codice | Pag. | Rev. | Norma |
| Rp_P10.4.1.38 | 1 di 3 | 4 del 10/07/2014 | Raccorm. AGI 1994 |

Rapporto di prova n°: **12876-17-22**
 Data emissione: **11/09/2017**
 Carico n°: **12876**
 Descrizione campione: **Campione rimaneggiato - PLT2-CR2**
 Data carico: **31/08/2017**
 Data esecuzione prova: **06/09/2017**
 Richiedente: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTRE(PE)
 Proprietario: **ZAPPA BENEDETTO SRL**
STRADA STATALE 17 KM. 95,5 SNC - SULMONA(AQ)
 Prelievo effettuato da: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTRE(PE)
 Procedura di campionamento: **N.D.**



**Nessuna
 Non utilizzate
 Nessuna
 Non determinata**

| Attrezzature utilizzate | | | | | | | | |
|-------------------------|-----------------------------------------------|--------------|-------------|----------------|------------|---------------|-----------------|---------------|
| Cod. Att. | Descrizione Attrezzatura | Matricola | Costruttore | Tipologia n. | Del | Effettuato da | Pros. Tipologia | Effettuato da |
| TAR_28 | Termometro digitale | 33737514/705 | PCE | 051 C116186D40 | 20/07/2016 | Trescal Srl | 20/07/2016 | Centro Lat |
| GEO_04/01 | Cilindro graduato per analisi granulometrica | --- | Controls | --- | --- | --- | --- | --- |
| GEO_05/01 | Vasca termostatica per analisi granulometrica | --- | Matest | --- | --- | --- | --- | --- |
| GEO_15/01 | Bilancia | 117826 | Gilbertini | 152/2017 | 11/04/2017 | Tecnolab Srl | 10/10/2017 | Tecnolab Srl |
| GEO_15/07 | Bilancia contapezzi | --- | PCE | 183/2017 | 03/07/2017 | Tecnolab Srl | 01/01/2018 | Tecnolab Srl |
| GEO_06/05 | Densimetro per analisi granulometrica | 252 | Controls | --- | --- | --- | --- | --- |
| GEO_02/26-37 | Serie Setacci in lamiera forata Ø 300 | --- | Controls | 151/2017 | 11/04/2017 | Tecnolab Srl | 10/10/2017 | Tecnolab Srl |
| GEO_19/03 | Stufa a ventilazione forzata | 10001685 | Controls | 153/2017 | 11/04/2017 | Tecnolab Srl | 11/04/2018 | Tecnolab Srl |
| GEO_02/18-25 | Serie Setacci UNI Ø 300 | --- | Controls | 150/2017 | 11/04/2017 | Tecnolab Srl | 10/10/2017 | Tecnolab Srl |

DATI DICHIARATI DAL CLIENTE

Oggetto/Cantiere

BRETELLA DI SULMONA

| Sigla | Verbale Prelievo | Data | Ubicazione prelievo | Sondaggio numero | Profondità da - a | Prelievo | |
|-------|------------------|------|---------------------|------------------|-------------------|--------------|----------|
| | | | | | | tipo | campione |
| 7 | - | - | - | PLT2 | 1,00 m - 1,00 m | rimaneggiato | CR2 |

ESPRESSIONE DEI RISULTATI: Analisi granulometrica per setacciatura

Massa iniziale g 729,44

| Setacci UNI mm | Tratt. Netto al vaglio [g] | Tratt. Netto Progressivo [g] | Trattenuto Progressivo % | Passante Progressivo % |
|----------------|----------------------------|------------------------------|--------------------------|------------------------|
| 31,5 | | | | |
| 25 | | | | |
| 20 | | | | |
| 16 | 0 | 0 | 0 | 100,0 |
| 12,5 | 11,67 | 11,67 | 1,6 | 98,4 |
| 10 | 8,10 | 19,77 | 2,7 | 97,3 |
| 8 | 8,39 | 28,16 | 3,9 | 96,1 |
| 4 | 12,40 | 40,56 | 5,6 | 94,4 |
| 2 | 3,87 | 44,43 | 6,1 | 93,9 |
| 1 | 3,28 | 47,71 | 6,5 | 93,5 |
| 0,425 | 6,35 | 54,06 | 7,4 | 92,6 |
| 0,250 | 4,01 | 58,07 | 8,0 | 92,0 |
| 0,125 | 8,68 | 66,75 | 9,2 | 90,8 |
| 0,075 | 10,72 | 77,47 | 10,6 | 89,4 |
| fondo | 0,76 | | | |

Metodo di prova : per via secca per via umida
 Pretrattamento per materiale organico : si no

Note

Lo Sperimentatore
 Geol. *Andrea Bentivoglio*

Il Direttore di Laboratorio
 Ing. *Marco Di Pietro*

TECNOLAB S.R.L.
 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Telefono 085.903 9193 r.a.
 Fax 085.903 9202
 www.tecnolab.org
 e-mail info@tecnolab.org

sede legale 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Reg. Trib. di Chieti 6084
 CCIAA di Chieti 99996
 P. IVA 01626100695

Concessione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti
 n. 49410 del 02.10.2002 (art. 20 L. 1086/71)



**PROVE, RICERCHE
 E SPERIMENTAZIONI
 SUI MATERIALI
 DA COSTRUZIONE**

| 10.4.1 GEOTECNICA - Terre e Aggregati | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------------------|------------------|
| Determinazione della distribuzione granulometrica mediante setacciatura e sedimentazione | | | |
| Codice | Pag. | Rev. | Norma |
| Rp_ P10.4.1.38 | 2 di 3 | 4 del 10/07/2014 | Raccom. AGI 1994 |

Rapporto di prova n°: **12876-17-22**
 Data emissione: **11/09/2017**
 Carico n°: **12876**
 Descrizione campione: **Campione rimaneggiato - PLT2-CR2**
 Data carico: **31/08/2017**
 Data esecuzione prova: **06/09/2017**
 Richiedente: **TECHNOSOIL S.R.L.
 VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)**
 Proprietario: **ZAPPA BENEDETTO SRL
 STRADA STATALE 17 KM. 95,5 SNC - SULMONA(AQ)**
 Prelievo effettuato da: **TECHNOSOIL S.R.L.
 VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)**
 Procedura di campionamento: **N.D.**



DATI INERENTI LA PROVA

Variazioni rispetto alla specifica di prova
 Identificazione procedure non normalizzate
 Anomalie riscontrate
 Incertezza dei risultati delle misure

**Nessuna
 Non utilizzate
 Nessuna
 Non determinata**

ESPRESSIONE DEI RISULTATI: Analisi granulometrica per sedimentazione

$\gamma_s = 2,700$ g/cm³ Peso specifico dei grani* $C_m = 0,50$ $X = 89,38$ % passante allo 0.075
 $P_s = 42,19$ g Peso secco del camp. $C_d = 3,00$ $H_R = 17,713-0.2733 (R + C_m)$

*= dato presupposto ove non richiesto

C_m = correzione menisco

C_d = correzione per agente disperdente (esametafostato 40g/l)

H_r = Profondità effettiva

| Tempo | Temperatura | Lettura | Correz.menisco | Correz. Temp. | Diametro equiv. | Lettura.Corretta | Passante | Passante |
|-------|-------------|---------|----------------|---------------|-----------------|------------------|--------------|------------|
| min. | °C | R'h | Rh | Ct | mm | R | Parziale (%) | Totale (%) |
| 0,5 | 25,0 | 27,5 | 28,0 | 1,05 | 0,053497 | 25,50 | 98,05 | 87,64 |
| 1,0 | 25,0 | 26,2 | 26,7 | 1,05 | 0,038549 | 29,70 | 93,16 | 83,27 |
| 2,0 | 25,0 | 24,8 | 25,3 | 1,05 | 0,027796 | 25,30 | 87,89 | 78,56 |
| 4,0 | 25,0 | 23,0 | 23,5 | 1,05 | 0,020133 | 23,50 | 81,11 | 72,50 |
| 8,0 | 25,0 | 21,0 | 21,5 | 1,05 | 0,014603 | 21,50 | 73,58 | 65,77 |
| 15 | 25,0 | 19,0 | 19,5 | 1,05 | 0,010926 | 19,50 | 66,06 | 59,04 |
| 30 | 25,0 | 16,5 | 17,0 | 1,05 | 0,007951 | 17,00 | 56,64 | 50,63 |
| 60 | 25,0 | 14,0 | 14,5 | 1,05 | 0,005777 | 14,50 | 47,23 | 42,22 |
| 120 | 25,0 | 12,0 | 12,5 | 1,05 | 0,004170 | 12,50 | 39,70 | 35,49 |
| 240 | 25,0 | 10,0 | 10,5 | 1,05 | 0,003008 | 10,50 | 32,18 | 28,76 |
| 480 | 25,0 | 8,5 | 9,0 | 1,05 | 0,002158 | 9,00 | 26,53 | 23,71 |
| 1440 | 25,0 | 6,5 | 7,0 | 1,05 | 0,001269 | 7,00 | 19,00 | 16,98 |

Note

| |
|--|
| |
|--|

Lo Sperimentatore
 Geol. *Andrea Bontivoglio*

Il Direttore di Laboratorio
 Ing. *Marco Di Pietro*

TECNOLAB S.R.L.
 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Telefono 085.903 9193 r.a.
 Fax 085.903 9202
 www.tecnolab.org
 e-mail info@tecnolab.org

sede legale 66026 ORTONA (CH)
 Zona Industriale C.da Cucullo
 Reg. Trib. di Chieti 6084
 CCIAA di Chieti 99996
 P. IVA 01626100695

Concessione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti
 n. 49410 del 02.10.2002 (art. 20 L. 1086/71)



**PROVE, RICERCHE
 E SPERIMENTAZIONI
 SUI MATERIALI
 DA COSTRUZIONE**

DATI INERENTI LA PROVA

Variazioni rispetto alla specifica di prova
 Identificazione procedure non normalizzate
 Anomalie riscontrate
 Incertezza dei risultati delle misure

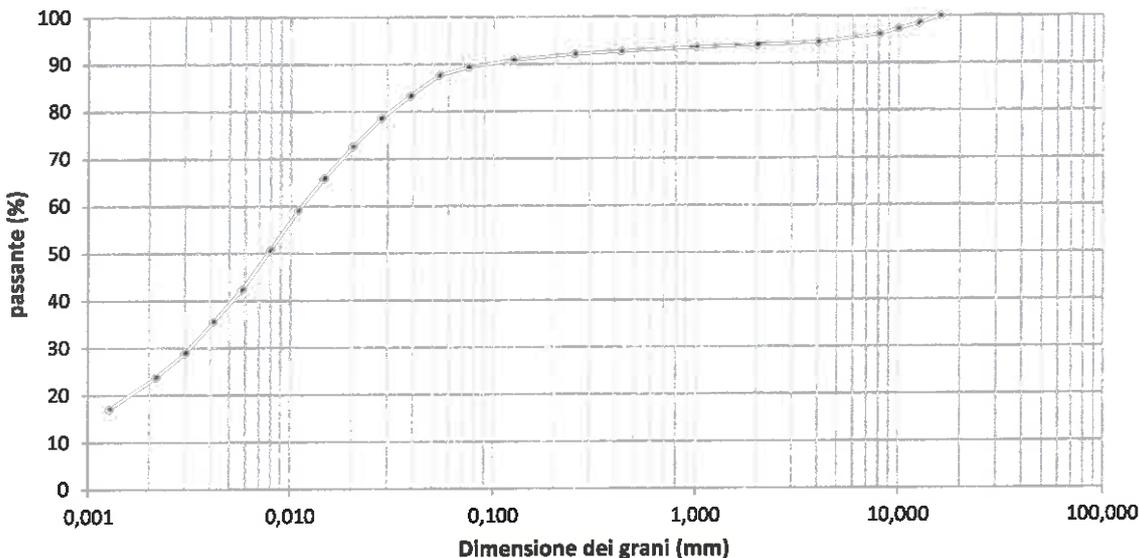
| 10.4.1 GEOTECNICA - Terre e Aggregati | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------------------|------------------|
| Determinazione della distribuzione granulometrica mediante setacciatura e sedimentazione | | | |
| Codice | Pag. | Rev. | Norma |
| Rp_P10.4.1.38 | 3 di 3 | 4 del 10/07/2014 | Raccom. AGI 1994 |

Rapporto di prova n°: **12876-17-22**
 Data emissione: **11/09/2017**
 Carico n°: **12876**
 Descrizione campione: **Campione rimaneggiato - PLT2-CR2**
 Data carico: **31/08/2017**
 Data esecuzione prova: **06/09/2017**
 Richiedente: **TECHNOSOIL S.R.L.**
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
ZAPPA BENEDETTO SRL
STRADA STATALE 17 KM. 95,5 SNC - SULMONA(AQ)
 Proprietario:
TECHNOSOIL S.R.L.
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
 Prelievo effettuato da:
TECHNOSOIL S.R.L.
VIA FONTEVECCHIA 4/B - SPOLTORE(PE)
 Procedura di campionamento: **N.D.**



**Nessuna
 Non utilizzate
 Nessuna
 Non determinata**

GRAFICO DEI RISULTATI



Ghiaia (>2mm)= 6 % Sabbia (0,06-2 mm)= 6 % Limo (0,002-0,06 mm)= 65 % Argilla (< 0,002 mm)= 23 %
 Classifica granulometrica (AGI - Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche 1977):

LIMO ARGILLOSO DEBOLMENTE SABBIOSO DEBOLMENTE GHIAIOSO

Note

| |
|--|
| |
|--|

Lo Sperimentatore
 Geol. *Andrea Bertivoglio*

Il Direttore di Laboratorio
 Ing. *Marco Di Pietro*

COMMITTENTE:



DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE DI ANCONA

SOGGETTO TECNICO: RFI – DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE DI ANCONA
 S. O. INGEGNERIA

PROGETTAZIONE: RFI – DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE DI ANCONA
 S. O. INGEGNERIA MICROSTRUTTURA CIVILE

PROGETTO DEFINITIVO

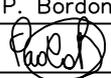
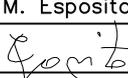
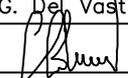
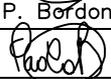
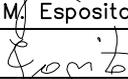
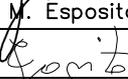
Linea : PESCARA –SULMONA–L'AQUILA–TERNI Comune : SULMONA

RIPRISTINO COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELLA LINEA PESCARA–SULMONA–TERNI
 TRA LE PROGRESSIVE KM.66+300/69+000, CON REALIZZAZIONE DELLA NUOVA
 FERMATA DI SULMONA S.RUFINA ED ADEGUAMENTO DELL'ASSETTO VIARIO DI VIA
 PARADISO CON OPERE SOSTITUTIVE DELL'EX PL KM.66+767

RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOVIA KM 66+775

| | | | |
|--|--------|----|--|
| | Foglio | di | |
|--|--------|----|--|

| PROGETTO/ANNO | SOTTOPR. | LIVELLO | NOME DOC. | PROGR.OP. | FASE FUNZ. | NUMERAZ. |
|---------------|----------|---------|-----------|-----------|------------|----------|
| 17 | | PD | T G | 00 | 00 | 1005 |

| Revis. | Descrizione | Progettista | Data | Verificato | Data | Approvato | Data | Autorizzato | Data |
|--------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 0 | Prima emissione | P. Bordoni  | | M. Esposito  | | G. Del Vasto  | | S. Morellina  | |
| A | 1^Revisione giugno 2018 | P. Bordoni  | 18/06/2018 | M. Esposito  | 19/06/2018 | M. Esposito  | 19/06/2018 | G. Del Vasto  | 22/06/2018 |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

| POSIZIONE ARCHIVIO | LINEA | SEDE TECN. | NOME DOC. | NUMERAZ. |
|--------------------|------------------------|------------|-------------|----------|
| | L506 | TR4995 | | |
| | Verificato e trasmesso | Data | Convalidato | Data |
| | | | | |
| | | | Archiviato | Data |
| | | | | |

File: 0.05

| | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------|
|  <p>Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOVIA km 66+775 | | REV 0 | PAG 1 di 30 |

INDICE

| | |
|--------------------------------------------------------------------|-----------|
| PARTE I : CALCOLO DEL SOTTOVIA SCATOLARE IN C.A. | 2 |
| 1. Premessa | 2 |
| 2. Materiali | 3 |
| 3. Analisi dei carichi | 4 |
| 4. Combinazioni di carico | 11 |
| 5. Modellazione adottata | 18 |
| 6. Verifiche strutture | 19 |
| 6.1 VERIFICHE A PRESSOFLESSIONE | 23 |
| 6.2 VERIFICHE A TAGLIO | 25 |
| 7. Verifica terreno | 28 |
| 7.1 VERIFICHE SLU | 28 |
| 7.2 VERIFICHE SLE | 29 |
| 8. Conclusioni | 29 |
| ALLEGATO 1 : OUTPUT DEL CALCOLO STRUTTURALE DELLO SCATOLARE | 30 |

| | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------|
|  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | REV 0 | PAG 2 di 30 |
| RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOVIA km 66+775 | | | |

PARTE I : CALCOLO DEL SOTTOVIA SCATOLARE IN C.A.

1. Premessa

Nel presente capitolo viene riportato il calcolo per il dimensionamento e le verifiche relative del sottopasso realizzato con una struttura scatolare. Il calcolo viene effettuato in conformità al D.M. 14/01/2008, alla Circolare 02/02/2009 n. 617 e alla Istruzione per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari.

Si riportano di seguito una sezione trasversale dello scatolare.

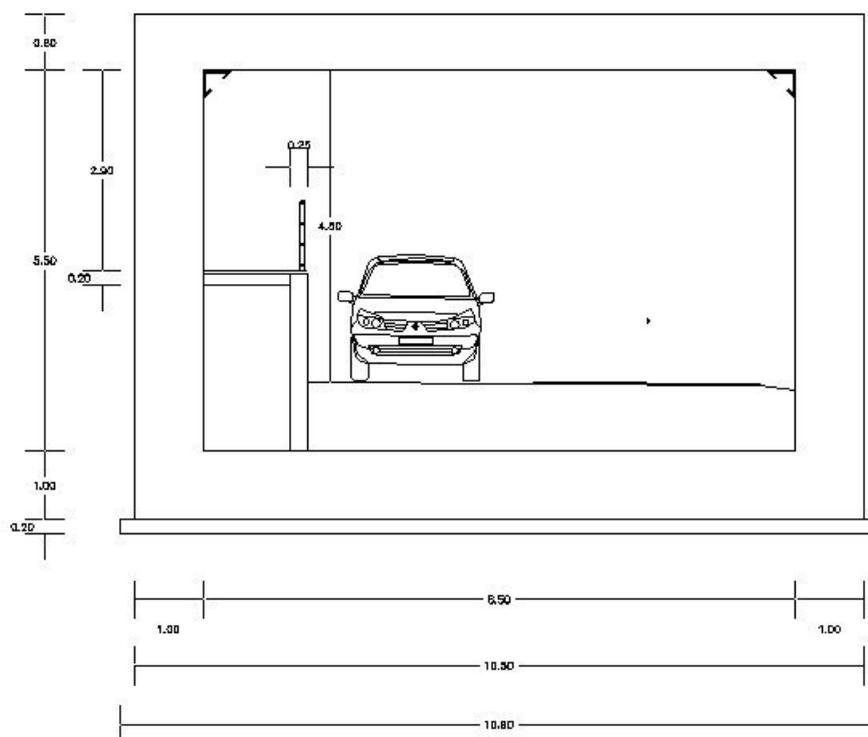


Figura 2. Sezione trasversale dello scatolare

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------------|
|  | <p>PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767</p> | | |
| <p>RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOVIA km 66+775</p> | <table border="1"> <tr> <td data-bbox="1189 190 1316 244"> <p>REV 0</p> </td> <td data-bbox="1316 190 1477 244"> <p>PAG 3 di 30</p> </td> </tr> </table> | <p>REV 0</p> | <p>PAG 3 di 30</p> |
| <p>REV 0</p> | <p>PAG 3 di 30</p> | | |

Le caratteristiche geometriche risultano:

| | | |
|-------------------------------------------|-----------|--------------|
| Spessore medio del ballast+ armamento | H_b | 0,9 m |
| Spessore traversina + rotaie (35 cm) | H_{tb} | 0,35 m |
| Spessore del sub ballast | H_{sb} | 0 m |
| Spessore del supercompattato | H_{sc} | 0 m |
| Spessore del rinterro | H_r | 0 m |
| Larghezza totale del sottopasso | L_{tot} | 10,5 m |
| Larghezza utile del sottopasso | L_{int} | 8,5 m |
| Spessore della soletta | S_s | 0,8 m |
| Spessore della finitura soletta superiore | S_{fs} | 0 m |
| Spessore piedritti | S_p | 1 m |
| Spessore fondazione | S_f | 1 m |
| Spessore finitura fondazione (medio) | S_{ff} | 0,2 m |
| Altezza libera del sottopasso | H_{int} | 5,5 m |
| Altezza totale del sottopasso | H_{tot} | 7,3 m |
| Larghezza striscia di calcolo | b | 1 m |
| profondità falda | d | 2,9 m |
| Altezza filo struttura (per modello) | h_{mod} | 6,4 m |
| Larghezza filo struttura (per modello) | L_{mod} | 9,5 m |

2. Materiali

Per le opere in c.a. si adotta nel calcolo:

- un calcestruzzo C (28/35) le cui caratteristiche principali sono:

Resistenza cilindrica caratteristica: $f_{ck} = 28 \text{ N/mm}^2$

Resistenza di calcolo a compressione semplice: $f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_m$,

dove:

$$\alpha_{cc} = 0.85 \text{ e } \gamma_m = 1.5;$$

$$f_{cd} = 15.87 \text{ Nmm}^{-2}$$

Resistenza di calcolo a trazione semplice: $f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_m$,

dove $\gamma_m = 1.5$;

$$f_{ctd} = 1.29 \text{ Nmm}^{-2}.$$

Modulo elastico: $E_c = 32300 \text{ Nmm}^{-2}$.

Modulo di Poisson: $\nu = 0.20$

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------|
|  | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOVIA km 66+775 | <table border="1"> <tr> <td data-bbox="1187 190 1315 244">REV 0</td> <td data-bbox="1315 190 1477 244">PAG 4 di 30</td> </tr> </table> | REV 0 | PAG 4 di 30 |
| REV 0 | PAG 4 di 30 | | |

Densità di Massa: $\rho = 25 \text{ kN/m}^3$

Coefficiente di Espansione Termica: $\alpha = 1.00\text{E-}05 \text{ m/ } ^\circ\text{C}$

- acciaio da cemento armato normale B450C controllato in stabilimento. Le barre sono ad aderenza migliorata. Le caratteristiche meccaniche sono:

tensione caratteristica di snervamento: $f_{yk} = 450 \text{ Nmm}^{-2}$

resistenza di calcolo dell'acciaio: $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s \text{ dove } \gamma_s = 1.15 = 391 \text{ Nmm}^{-2}$

Allungamento $D_1 \geq 12\%$

Modulo di elasticità: $E_s = 206000 \text{ Nmm}^{-2}$

3. Analisi dei carichi

Si riportano di seguito i carichi utilizzati per il calcolo delle sollecitazioni e le verifiche delle sezioni della struttura in esame.

I pesi dei materiali da costruzione e del terreno sono indicati nella tabella seguente. I parametri del terreno sono:

| PESI | Φ' | kN/m ³ |
|-------------------------------------------|---------|-------------------|
| calcestruzzo armato | . | 25 |
| ballast + armamento | . | 18 |
| Terreno a ridosso dei piedritti (unità A) | 32 | 20 |
| Terreno di fondazione (unità C) | 24 | 19 |

Peso proprio della struttura e carichi permanenti portati (condizione PERM)

Il *peso proprio* delle solette e dei piedritti viene calcolato automaticamente dal programma di calcolo utilizzato considerando per il calcestruzzo $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$.

Peso permanenti portati soletta superiore (ballast, sub-ballast, supercompattato, rinterro):

Peso ballast: $p_b = h_b * \gamma_B = 16,20 \text{ kN/m}$

In più, viene aggiunto, come carico concentrato nei nodi 1 e 2 (i nodi tra la soletta superiore e i piedritti), il carico permanente sulla soletta di copertura dovuto al peso della zona sovrastante la metà dello spessore del piedritto (la modellazione dello scatolare è stata fatta in asse piedritto).

Peso ricoprimento per metà spessore piedritto: $P_p = p_b * (S_p / 2) * b = 8,1 \text{ kN/m}$

PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767

| | | | |
|------------------------------------------------|--|----------|----------------|
| RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOVIA km 66+775 | | REV 0 | PAG 5 di 30 |
|------------------------------------------------|--|----------|----------------|

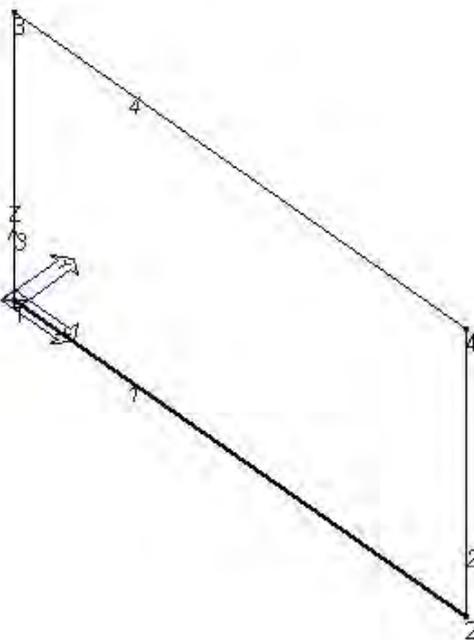


Figura 4. Numerazione dei nodi ed aste nel modello strutturale.

Spinta del terreno (condizioni SPTSX e SPTDX)

A vantaggio di sicurezza si considera che il terreno sottostante la ferrovia abbia un angolo di attrito $\phi = 32^\circ$ ed un peso di volume $\gamma_A = 20 \text{ kN/m}^3$, lungo tutta l'altezza del sottopasso. Il coefficiente di spinta a riposo viene calcolato utilizzando la formula $K_0 = 1 - \sin \phi'$, per cui si ottiene il valore $K_0 = 0,470$.

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------|
|  | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOVIA km 66+775 | | REV 0 | PAG 6 di 30 |

La pressione del terreno viene applicata come un trapezio di valore:

$$P_2 = 11,38 \text{ KN/m}$$

$$P_3 = 71,55 \text{ KN/m}$$

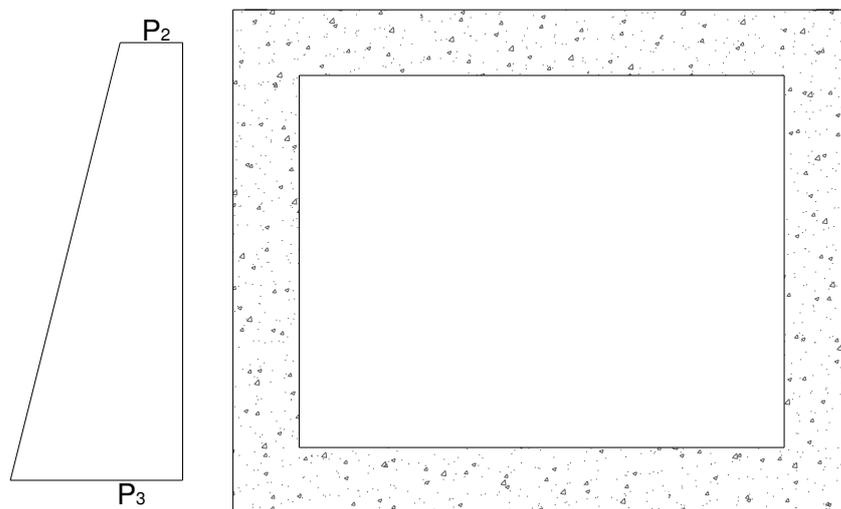


Figura 5. Spinte del terreno

Carichi accidentali, ripartizione carichi verticali (condizione SW2)

In funzione delle caratteristiche geometriche dell'opera risulta più sfavorevole il carico dovuto al treno SW/2 71 rispetto al carico dovuto al treno LM.

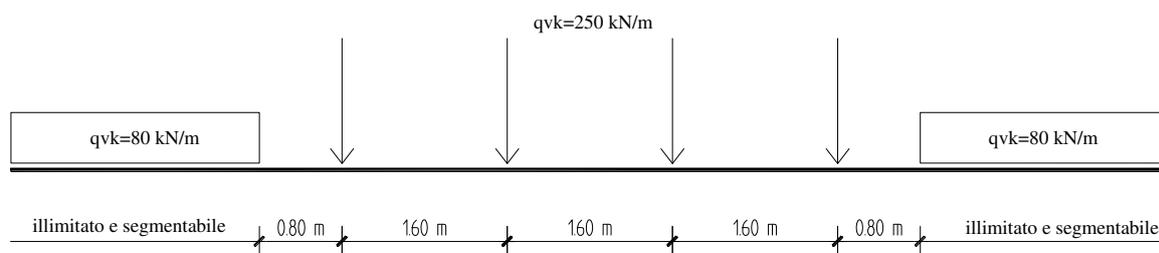


Figura 6. Treno
LM71

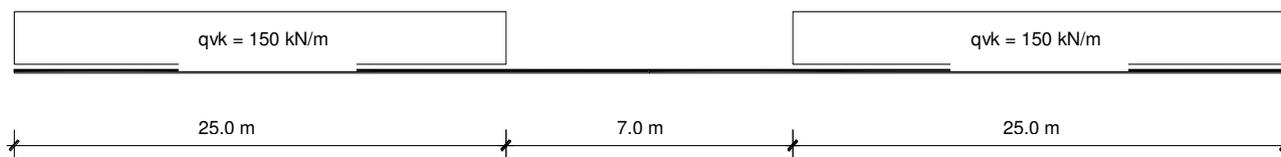


Figura 7. Treno SW/2

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------------|
|  <p>Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | <p>PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767</p> | | |
| <p>RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOVIA km 66+775</p> | <table border="1"> <tr> <td data-bbox="1189 190 1316 248"> <p>REV 0</p> </td> <td data-bbox="1316 190 1495 248"> <p>PAG 7 di 30</p> </td> </tr> </table> | <p>REV 0</p> | <p>PAG 7 di 30</p> |
| <p>REV 0</p> | <p>PAG 7 di 30</p> | | |

Per il calcolo del coefficiente dinamico Φ si fa riferimento al paragrafo 1.4.2 “effetti dinamici” delle istruzioni per la progettazione e l’esecuzione dei ponti ferroviari.

Secondo quanto riportato al punto 5.4 della tab. 5.2.II, nel caso in cui l’altezza libera è >5,0m e la luce libera è >8,0m, si calcola Φ come fosse un portale a luce singola, considerando una trave continua a tre luci ed usando la 5.2 e la lunghezza del traverso.

$$L_m = 1/n * (L_1 + L_2 + \dots + L_n)$$

$$L_0 = k * L_m$$

Se $n=33$, $k=1.3$

$$\Phi_3 = 2.16 / (\sqrt{L_0 - 0.2}) + 0.73$$

In accordo alla normativa ponti al punto 1.4.2.5.2. tale coefficiente dinamico non verrà ridotto in quanto il ricoprimento è inferiore ad un metro.

I sovraccarichi ferroviari (LM71 e SW2) si distribuiscono attraverso il ricoprimento con una pendenza 1 a 4 all’interno del ballast, con un angolo di diffusione pari all’angolo di attrito interno del terreno nel sub-ballast, super compattato, rinterro e con la pendenza a 45° all’interno del CLS, per cui la diffusione del carico in senso trasversale all’asse binario risulta pari a:

$$L_d = 2.30 + [(H_b - H_{tb}) / 4 + S_{ss} / 2] * 2 = 3.38 \text{ m}$$

Pertanto il carico ripartito a metro di profondità dovuto al treno LM 71 risulta (considerando il coefficiente di adattamento $\alpha=1.1$ e il coefficiente dinamico $\Phi_3 = 1.36$) risulta:

$$\text{Carico ripartito} = (150 * \alpha * \Phi) / L_d = 67.23 \text{ kN/m}$$

Sia per il calcolo delle sollecitazioni massime in mezzera della soletta superiore che per quelle massime all’incastro con i piedritti di detta soletta, il carico dovuto al treno SW2 viene distribuito per tutta la larghezza dello scatolare. La verifica viene inoltre eseguita considerando il carico applicato solo su metà della soletta (carico asimmetrico)

Spinta sui piedritti prodotta dal sovraccarico (condizioni SPACCSX e SPACCDX)

SW2

$$\text{Carico distribuito (150 kN/m)} = (150 * \alpha / L_d) * K_0 = 22.98 \text{ kN/m}$$

Frenatura e avviamento (condizione AVV)

La forza di frenatura del modello SW/2 agente su tutta la larghezza dello scatolare è pari a 35 kN/m, mentre quella di avviamento del modello LM71 è di 33 kN/m. Visto che il treno sfavorevole è quello SW/2, anche per il calcolo della frenatura si considera il carico SW/2 in avviamento. Distribuendo tale forza sulla larghezza di diffusione del carico si avrà:

| | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------------|
|  <p>Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | | |
| | RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOVIA km 66+775 | REV 0 | PAG 8 di 30 |

LM 71

Avviamento $A_v = 35 \text{ kN/m}$

Carico distribuito su L_d :

$$q_{Av} = A_v / L_d = 10.37 \text{ kN/m}$$

Azioni termiche (condizione: TERM)

Alla soletta superiore si applica una variazione termica uniforme pari a $\Delta t = \pm 15^\circ\text{C}$ ed una variazione nello spessore tra estradosso ed intradosso pari a $\Delta t = \pm 5^\circ\text{C}$,

Ritiro (condizione: RITIRO)

Gli effetti del ritiro vanno valutati a "lungo termine" attraverso il calcolo dei coefficienti di ritiro finale $\epsilon_{cs}(t, t_0)$ e di viscosità $\phi(t, t_0)$, come definiti nell'EUROCODICE 2- UNI EN 1992-1-1 Novembre 2005 e D. M. 14-01-200.

I fenomeni di ritiro vengono considerati agenti solo sulla soletta di copertura ed applicati nel modello come una variazione termica uniforme equivalente agli effetti del ritiro: $\Delta T_{\text{ritiro}} = -10.67^\circ\text{C}$.



PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767

| | | | |
|------------------------------------------------|--|----------|----------------|
| RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOVIA km 66+775 | | REV 0 | PAG 9 di 30 |
|------------------------------------------------|--|----------|----------------|

AZIONI SISMICHE

Per il calcolo dell'azione sismica si utilizza il metodo dell'analisi pseudostatica in cui l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico k . Le forze sismiche sono pertanto le seguenti:

$$\text{Forza sismica orizzontale} \quad F_h = k_h * W$$

$$\text{Forza sismica verticale} \quad F_v = k_v * W$$

I valori dei coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v possono essere valutati mediante le espressioni:

$$k_h = a_{max} * \beta_m / g$$

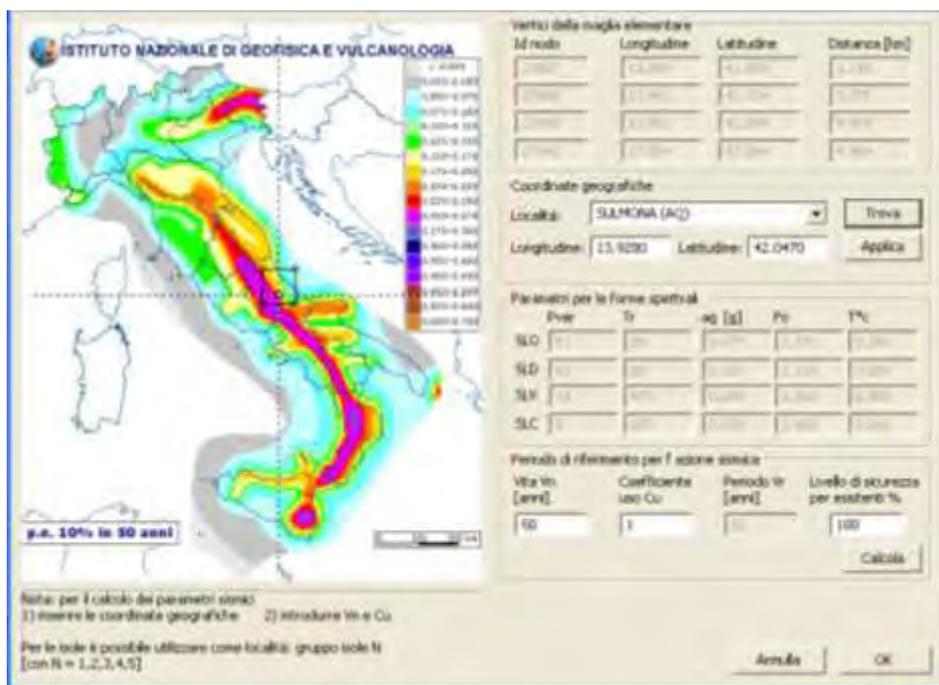
$$k_v = \pm 0,5 * k_h$$

Trattandosi di opera non in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno (§7.11.6.2.1), si assume $\beta_m=1$.

In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale, l'accelerazione massima può essere valutata con la relazione:

$$a_{max} = S * a = S_s * S_r * a_g$$

Si riportano di seguito le analisi che portano a stimare K_h e K_v





PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767

| | | |
|------------------------------------------------|----------|-----------------|
| RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOVIA km 66+775 | REV 0 | PAG 10 di 30 |
|------------------------------------------------|----------|-----------------|

Calcolo Coefficienti Sismici

| | SLO | SLD | SLV | SLC |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Coefficienti | | | | |
| kh | 0,022 | 0,121 | 0,290 | 0,387 |
| kv | 0,046 | 0,061 | 0,149 | 0,179 |
| Amax (m/s ²) | 0,900 | 1,187 | 2,907 | 3,497 |
| Beta | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_1 + G_2 + \psi_2 Q_{kj}$$

Dove nel caso specifico si assumerà per i carichi dovuti al transito dei convogli ferroviari $\psi_2 = 0,2$.

Pertanto avremo che:

Massa associata al peso proprio: $G_t = S_s \cdot 25 \cdot 0,9 = 20 \text{ kN/m}$

Massa associata al carico permanente $G_2 = 16,20 \text{ kN/m}$

Massa treno $Q_k = 67,23 \text{ kN/m}$

SismaH

Forza orizzontale sulla soletta di copertura totale:

$$F_h^s = (G_t + G_2 + \psi_2 \cdot Q_k) \cdot K_h = 17,03 \text{ kN/m}$$

Forza Orizzontale sui Piedritti:

$$F_h^p = G_t \cdot k_h = 6,86 \text{ kN/m}$$

SismaV

Per la forza sismica verticale avremo analogamente:

Forza verticale sulla soletta di copertura:

$$F_v^s = (G_t + G_2 + \psi_2 \cdot Q_k) \cdot K_v = 8,49 \text{ kN/m}$$



Direzione Territoriale Produzione Ancona
 S.O. Ingegneria e Tecnologie

PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara Sulmona Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767

| | | | |
|------------------------------------------------|--|----------|-----------------|
| RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOVIA km 66+775 | | REV 0 | PAG 11 di 30 |
|------------------------------------------------|--|----------|-----------------|

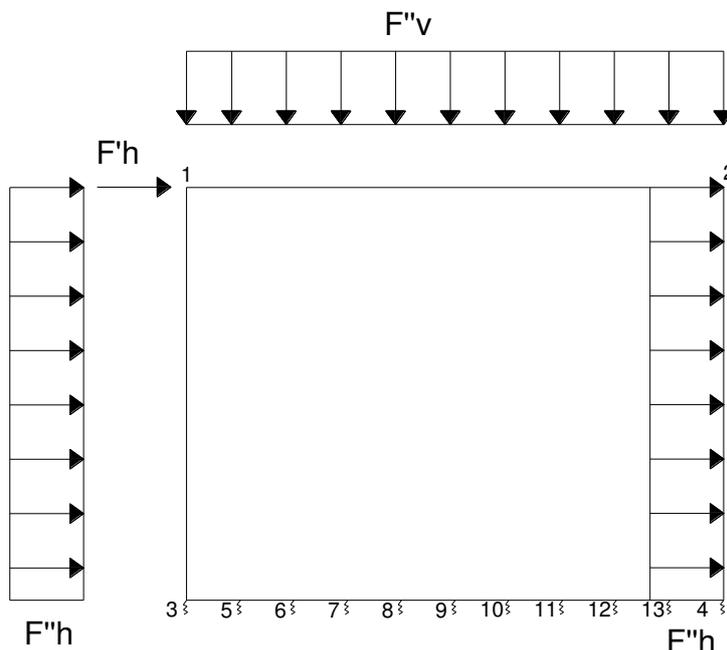


Figura 9. Forze sismiche agenti sulla struttura

Spinta sismica terreno SPSDX e SPSSX

Le spinte delle terre potranno essere determinate secondo la teoria di Wood, secondo la quale la risultante dell'incremento di spinta per effetto del sisma su una parete di altezza H viene determinato con la seguente espressione:

$$\Delta S_E = SPSDX = (a_{max}/g) \cdot \gamma \cdot H_{tot} = 49.99 \text{ KN/m}$$

Tale carico distribuito uniformemente sull'altezza del piedritto, sarà considerato agente su uno solo dei piedritti dell'opera.

4. Combinazioni di carico

Ai fini delle verifiche degli stati limite si riportano per comodità le combinazioni delle azioni riportate nella normativa ponti alla quale è possibile fare riferimento per la simbologia adottata:

– Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------------|
|  | <p>PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767</p> | | |
| <p>RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOVIA km 66+775</p> | <table border="1"> <tr> <td data-bbox="1189 190 1316 244"> <p>REV 0</p> </td> <td data-bbox="1316 190 1476 244"> <p>PAG 12 di 30</p> </td> </tr> </table> | <p>REV 0</p> | <p>PAG 12 di 30</p> |
| <p>REV 0</p> | <p>PAG 12 di 30</p> | | |

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

– Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

– Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

– Combinazione quasi permanente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) a lungo termine;

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

– Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

dove:

$$E = \pm 1.00 \times E_Y \pm 0.30 \times E_Z \quad \text{oppure} \quad E = \pm 0.30 \times E_Y \pm 1.00 \times E_Z$$

avendo indicato con E_Y e E_Z rispettivamente le componenti orizzontale e verticale dell'azione sismica.

Gli effetti dei carichi verticali, dovuti alla presenza dei convogli, vengono sempre combinati con le altre azioni derivanti dal traffico ferroviario, adottando i coefficienti di cui alla Tabella 5.2.IV del DM 14/01/2008 di seguito riportata. In particolare, per ogni gruppo viene individuata una azione dominante che verrà considerata per intero; per le altre azioni, vengono definiti diversi coefficienti di combinazione. Ogni gruppo massimizza una particolare condizione alla quale la struttura dovrà essere verificata.

PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara Sulmona Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767

| | | | |
|------------------------------------------------|--|----------|-----------------|
| RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOVIA km 66+775 | | REV 0 | PAG 13 di 30 |
|------------------------------------------------|--|----------|-----------------|

Tabella 5.2.III - Carichi mobili in funzione del numero di binari presenti sul ponte

| Numero di binari | Binari Carichi | Traffico normale | | Traffico pesante ⁽²⁾ |
|------------------|----------------|-----------------------|------------------------|---------------------------------|
| | | caso a ⁽¹⁾ | caso b ⁽¹⁾ | |
| 1 | Primo | 1,0 (LM 71''+"SW/0'') | - | 1,0 SW/2 |
| | Primo | 1,0 (LM 71''+"SW/0'') | - | 1,0 SW/2 |
| 2 | secondo | 1,0 (LM 71''+"SW/0'') | - | 1,0 (LM 71''+"SW/0'') |
| | Primo | 1,0 (LM 71''+"SW/0'') | 0,75 (LM 71''+"SW/0'') | 1,0 SW/2 |
| ≥ 3 | secondo | 1,0 (LM 71''+"SW/0'') | 0,75 (LM 71''+"SW/0'') | 1,0 (LM 71''+"SW/0'') |
| | Altri | - | 0,75 (LM 71''+"SW/0'') | - |

Tabella 5.2.IV - Valutazione dei carichi da traffico (da DM 14/01/2008)

| TIPO DI CARICO | Azioni verticali | | Azioni orizzontali | | | COMMENTI |
|-----------------|----------------------|---------------|-------------------------|----------------|----------------|-------------------------------------|
| | Carico Verticale (1) | Treno Scarico | Frenatura ed Avviamento | Centrifuga | Serpeggio | |
| Gruppo 1 (2) | 1.0 | - | 0.5 (0.0) | 1.0 (0.0) | 1.0 (0.0) | massima azione verticale e laterale |
| Gruppo 2 (2) | - | 1.0 | 0.0 | 1.0 (0.0) | 1.0 (0.0) | stabilità laterale |
| Gruppo 3 (2) | 1.0 (0.5) | - | 1.0 | 0.5 (0.0) | 0.5 (0.0) | massima azione longitudinale |
| Gruppo 4 | 0.8 (0.6; 0.4) | - | 0.8 (0.6; 0.4) | 0.8 (0.6; 0.4) | 0.8 (0.6; 0.4) | fessurazione |

 Azione dominante

(1) Includendo tutti i fattori ad essi relativi (Φ, α , ecc.)

(2) La simultaneità di due o tre valori caratteristici interi (assunzione di diversi coefficienti pari ad 1), sebbene improbabile, è stata considerata come semplificazione per i gruppi di carico 1, 2, 3 senza che ciò abbia significative conseguenze progettuali.

Nelle tabelle sopra riportate è indicato un coefficiente per gli effetti a sfavore di sicurezza e, tra parentesi, un coefficiente, minore del precedente, per gli effetti a favore di sicurezza.

In fase di combinazione, ai fini delle verifiche degli SLU e SLE per la verifica delle tensioni, si sono considerati i soli Gruppo 1 e 3, mentre per la verifica a fessurazione è stato utilizzato il Gruppo 4. Nella tabella 5.2.III vengono riportati i carichi da utilizzare in caso di impalcato con due, tre o più binari carichi.

I Gruppi definiscono le azioni che nelle diverse combinazioni sono generalmente definite come Q_{ki} .



Direzione Territoriale Produzione Ancona
S.O. Ingegneria e Tecnologie

PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767

| | | |
|------------------------------------------------|----------|-----------------|
| RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOVIA km 66+775 | REV 0 | PAG 14 di 30 |
|------------------------------------------------|----------|-----------------|

I coefficienti di amplificazione dei carichi γ e i coefficienti di combinazione ψ sono riportati nelle tabelle seguenti.
 In particolare nel calcolo della struttura scatolare si fa riferimento alla combinazione A1 STR.

Tabella 5.2.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU, eccezionali e sismica (da DM 14/01/2008)

| | | Coefficiente | EQU ⁽¹⁾ | A1 STR | A2 GEO | Combinazione eccezionale | Combinazione Sismica |
|---------------------------------------------------|-------------|---------------|---------------------|---------------------|--------|--------------------------|----------------------|
| Carichi permanenti | favorevoli | γ_{G1} | 0,90 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| | sfavorevoli | | 1,10 | 1,35 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾ | favorevoli | γ_{G2} | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 1,00 |
| | sfavorevoli | | 1,50 | 1,50 | 1,30 | 1,00 | 1,00 |
| Ballast ⁽³⁾ | favorevoli | γ_B | 0,90 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| | sfavorevoli | | 1,50 | 1,50 | 1,30 | 1,00 | 1,00 |
| Carichi variabili da traffico ⁽⁴⁾ | favorevoli | γ_Q | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | sfavorevoli | | 1,45 | 1,45 | 1,25 | 0,20 ⁽⁵⁾ | 0,20 ⁽⁵⁾ |
| Carichi variabili | favorevoli | γ_{Qi} | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | sfavorevoli | | 1,50 | 1,50 | 1,30 | 1,00 | 0,00 |
| Precompressione | favorevole | γ_P | 0,90 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| | sfavorevole | | 1,00 ⁽⁶⁾ | 1,00 ⁽⁷⁾ | 1,00 | 1,00 | 1,00 |

- (1) Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.
- (2) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.
- (3) Quando si prevedano variazioni significative del carico dovuto al ballast, se ne dovrà tener conto esplicitamente nelle verifiche.
- (4) Le componenti delle azioni da traffico sono introdotte in combinazione considerando uno dei gruppi di carico gr della Tab. 5.2.IV.
- (5) Aliquota di carico da traffico da considerare.
- (6) 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna
- (7) 1,20 per effetti locali

Tabella 5.2.VI - Coefficienti di combinazione ψ delle azioni (da DM 14/01/2008)



Direzione Territoriale Produzione Ancona
S.O. Ingegneria e Tecnologie

PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767

| | | | |
|------------------------------------------------|--|----------|-----------------|
| RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOVIA km 66+775 | | REV 0 | PAG 15 di 30 |
|------------------------------------------------|--|----------|-----------------|

| Azioni | | Ψ_0 | Ψ_1 | Ψ_2 |
|----------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------|---------------------|----------|
| Azioni singole da traffico | Carico sul rilevato a tergo delle spalle | 0,80 | 0,50 | 0,0 |
| | Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli | 0,80 | 0,50 | 0,0 |
| Gruppi di carico | gr1 | 0,80 ⁽²⁾ | 0,80 ⁽¹⁾ | 0,0 |
| | gr2 | 0,80 ⁽²⁾ | 0,80 ⁽¹⁾ | - |
| | gr3 | 0,80 ⁽²⁾ | 0,80 ⁽¹⁾ | 0,0 |
| | gr4 | 1,00 | 1,00 ⁽¹⁾ | 0,0 |
| Azioni del vento | F _{Wk} | 0,60 | 0,50 | 0,0 |
| Azioni da neve | in fase di esecuzione | 0,80 | 0,0 | 0,0 |
| | SLU e SLE | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Azioni termiche | T _k | 0,60 | 0,60 | 0,50 |

Nella combinazione sismica le azioni indotte dal traffico ferroviario sono combinate con un coefficiente $\Psi_2 = 0.2$ (punto 3.2.4 del DM 14/01/2008) coerentemente con l'aliquota di massa afferente ai carichi da traffico.

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  <p>Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | <p>PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767</p> | | |
| <p>RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOVIA km 66+775</p> | <table border="1"> <tr> <td data-bbox="1189 190 1316 246">REV 0</td> <td data-bbox="1316 190 1484 246">PAG 16 di 30</td> </tr> </table> | REV 0 | PAG 16 di 30 |
| REV 0 | PAG 16 di 30 | | |

Le azioni descritte nel paragrafo precedente ed utilizzate nelle combinazioni di carico vengono di seguito riassunte:

| | |
|----------------------------------------------|----------|
| Peso proprio | DEAD |
| Carichi permanenti | PERM |
| Spinta del terreno sulla parete sinistra | SPTSX |
| Spinta del terreno sulla parete destra | SPTDX |
| Carico Accidentale LM71 | ACCM |
| Spinta del carico acc. (LM71)Sulla parete Sx | SPACCSX |
| Spinta del carico acc. (LM71)Sulla parete Dx | SPACCDX |
| Avviamento e frenatura | AVV |
| Variazione termica sulla soletta superiore | Term |
| Ritiro | Ritiro |
| Azione sismica orizzontale | Sisma H |
| Azione sismica Verticale | Sisma V |
| Incremento sismico della spinta sul terreno | SPSDX/SX |

Si riportano di seguito le combinazioni allo SLU di carico ritenute più significative in base all'esperienza.

Combinazione fondamentale

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

| Combinazioni di carico SLU (non sismiche) | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|--------|--------|--------|
| | 1slu | 2slu | 3slu | 4slu | 5slu | 6slu | 7slu | 8 slu | 9 slu | 10 slu | 11 slu | 12 slu |
| DEAD | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 |
| PERM | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 |
| SPTSX | 1 | 1 | 1 | 1 | 1.35 | 1.35 | 1 | 1 | 1 | 1.35 | 1.35 | 1.35 |
| SPTDX | 1 | 1 | 1 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1 | 1 | 1 |
| ACCM | 1.45 | 1.45 | 1.45 | 1.45 | 1.45 | 0 | 1.45 | 0 | 1.45 | 1.45 | 1.16 | 1.16 |
| SPACCSX | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.45 | 0 | 0 |
| SPACCDX | 1.45 | 0 | 0 | 1.45 | 1.45 | 1.45 | 1.45 | 1.45 | 1.45 | 0 | 1.16 | 1.16 |
| AVV | 1.45 | 1.45 | 1.45 | 1.45 | 1.45 | 0 | 1.45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Term | 0 | -0.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.9 | 0 | 0.9 | -0.9 | -1.5 | 1.5 |
| Ritiro | 0 | 1.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.2 |

Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

dove:

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------------|
|  <p>Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | <p>PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara Sulmona Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767</p> | | |
| <p>RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOVIA km 66+775</p> | <table border="1"> <tr> <td data-bbox="1189 190 1316 244"> <p>REV 0</p> </td> <td data-bbox="1316 190 1476 244"> <p>PAG 17 di 30</p> </td> </tr> </table> | <p>REV 0</p> | <p>PAG 17 di 30</p> |
| <p>REV 0</p> | <p>PAG 17 di 30</p> | | |

$$E = \pm 1.00 \times E_Y \pm 0.30 \times E_Z \quad \text{oppure} \quad E = \pm 0.30 \times E_Y \pm 1.00 \times E_Z$$

avendo indicato con E_Y e E_Z rispettivamente le componenti orizzontale e verticale dell'azione sismica.

| | SH1 | SH2 | SV1 | SV2 |
|---------|------|------|------|------|
| DEAD | 1 | 1 | 1 | 1 |
| PERM | 1 | 1 | 1 | 1 |
| SPTSX | 1 | 1 | 1 | 1 |
| SPTDX | 1 | 1 | 1 | 1 |
| ACCM | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| SPACCSX | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SPACCDX | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| AVV | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| Term | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 |
| Ritiro | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sisma H | 1 | 1 | 0.3 | 0.3 |
| Sisma V | 0.3 | -0.3 | -1 | 1 |
| SPSDX | 1 | 1 | 0.3 | 0.3 |

Combinazioni di Carico Sismiche

Le combinazioni sismiche vanno eseguite in entrambe le direzioni pertanto le combinazioni SH vanno ripetute per Sisma H = -1 e le combinazioni SV per Sisma V = -0.3.

Si riportano infine, le combinazioni di carico agli stati limite di esercizio SLE ritenute più significative.

Combinazione rara

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

| Combinazioni di carico SLE | | | |
|----------------------------|-------|-------|-------|
| | 1 sle | 2 sle | 3 sle |
| DEAD | 1 | 1 | 1 |
| PERM | 1 | 1 | 1 |
| SPTSX | 1 | 1 | 1 |
| SPTDX | 0.8 | 0.8 | 0.8 |
| ACCM | 0.8 | 0.8 | 0.8 |
| SPACCSX | 0.8 | 0.8 | 0 |
| SPACCDX | 0.8 | 0.8 | 0.8 |
| AVV | -0.8 | 0.8 | -0.8 |
| Term | -0.6 | 0.6 | -0.6 |
| Ritiro | 0 | 0 | 1 |

| | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  <p>Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOVIA km 66+775 | | REV 0 | PAG 18 di 30 |

5. Modellazione adottata

Il modello di calcolo attraverso il quale viene schematizzata la struttura è quello di telaio chiuso su letto di molle alla Winkler. Il programma di calcolo utilizzato è un programma ad elementi finiti, il Prosap.

Le caratteristiche delle aste modellate con elementi frame sono le seguenti:

Asta 1 = Sezione 100 x 80 cmq (soletta superiore)

Aste 2,3 = Sezione 100 x 100 cmq (piedritti)

Aste 4,15 = Sezione 100 x 100 cmq (soletta inferiore)

L'opera è stata considerata vincolata alla base mediante dei vincoli cedevoli in funzione delle caratteristiche elastiche del terreno di sottofondo.

Per la rigidità delle molle si assume cautelativamente un valore del Modulo di reazione verticale $K_s = 5 \text{ Kg/cm}$

In merito alla modellazione va sottolineato che un approccio tridimensionale rispetto ad un approccio piano a telaio consentirebbe di cogliere gli effetti trasversali (eccentricità del treno di carico SW2, forza centrifuga, serpeggio, ecc.) che verranno invece ora trascurati.

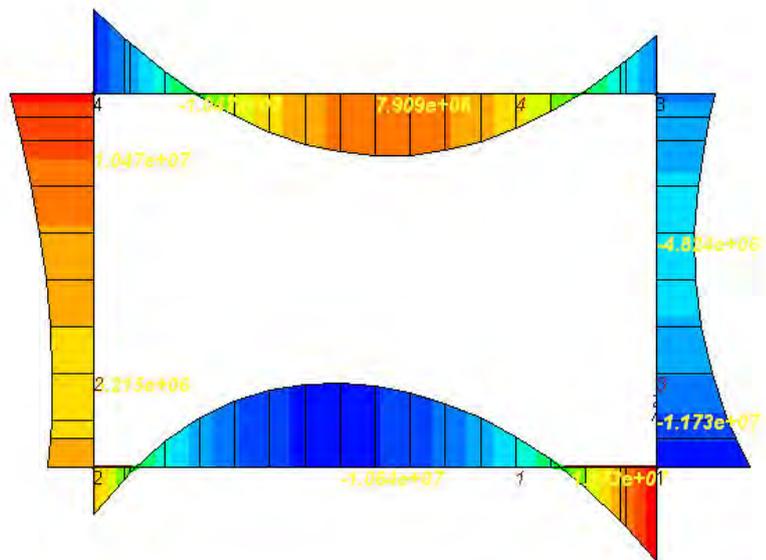
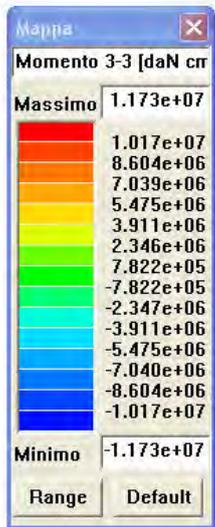


PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara Sulmona Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767

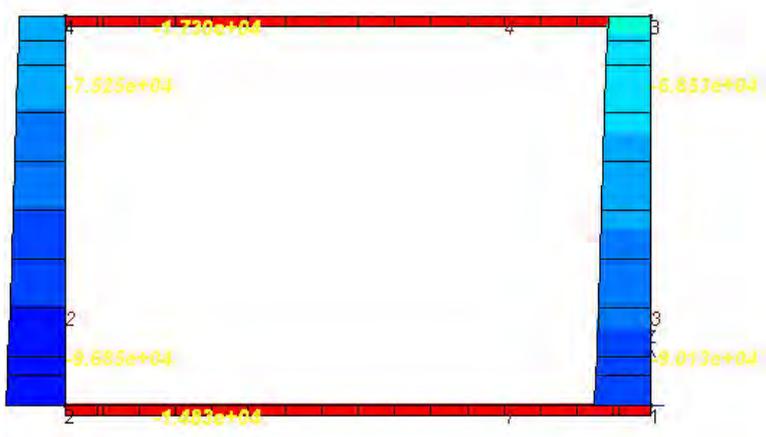
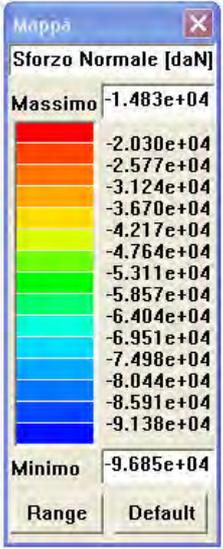
| | | | |
|------------------------------------------------|--|----------|-----------------|
| RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOVIA km 66+775 | | REV 0 | PAG 19 di 30 |
|------------------------------------------------|--|----------|-----------------|

6. Verifiche strutture

Si riportano i principali risultati dell'analisi effettuata sul modello FEM. Per i tabulati completi si rimanda all'allegato 1 contenente i dati in INPU ed OUTPUT.



Momenti M3 max (combinazione 10)

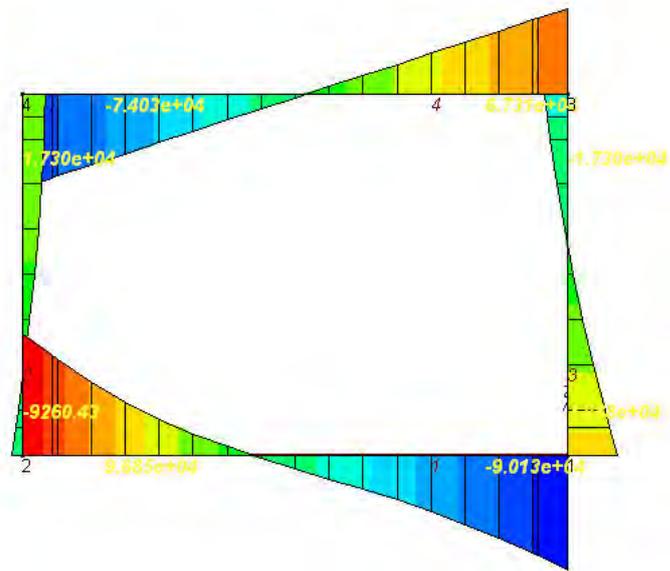
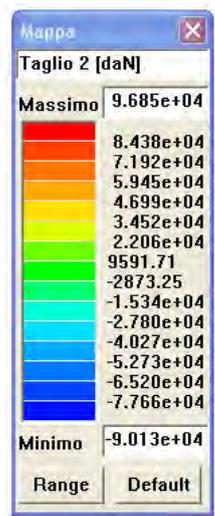


Sforzo normale max

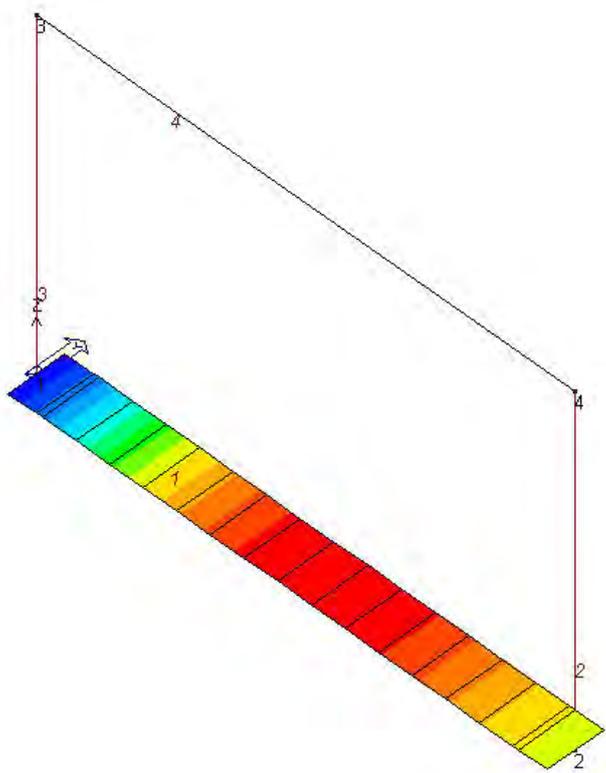
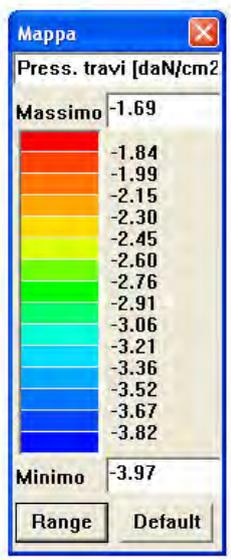


PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767

| | | |
|-----------------------------------------|----------|-----------------|
| RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOVIA km 66+775 | REV 0 | PAG 20 di 30 |
|-----------------------------------------|----------|-----------------|



Taglio max (combinazione 10)

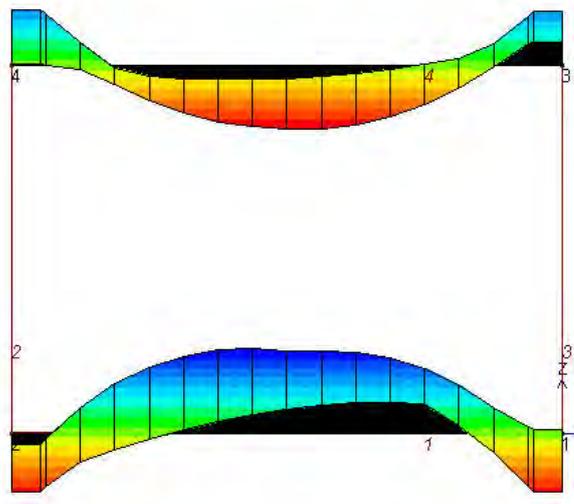
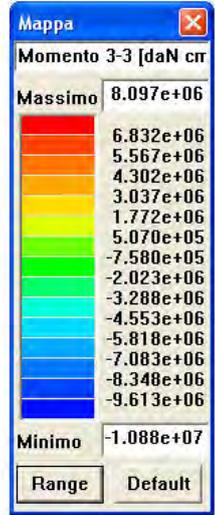


Pressioni min terreno (combinazione 9).

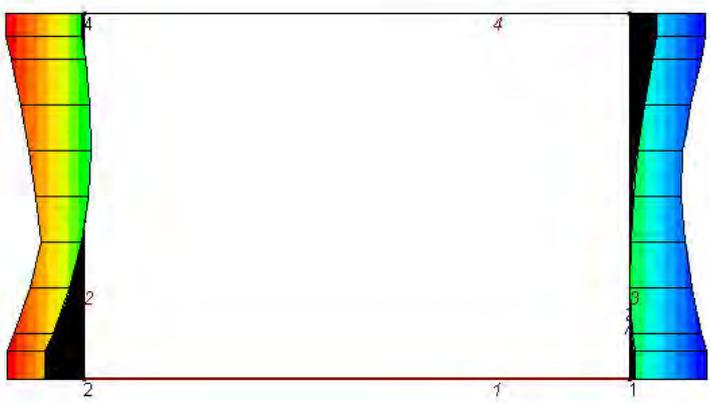
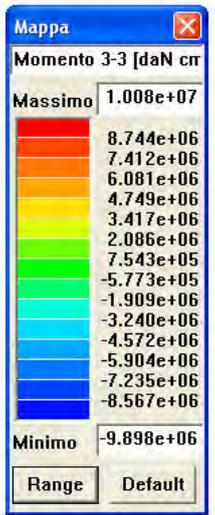


PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767

| | | |
|-----------------------------------------|----------|-----------------|
| RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOVIA km 66+775 | REV 0 | PAG 21 di 30 |
|-----------------------------------------|----------|-----------------|



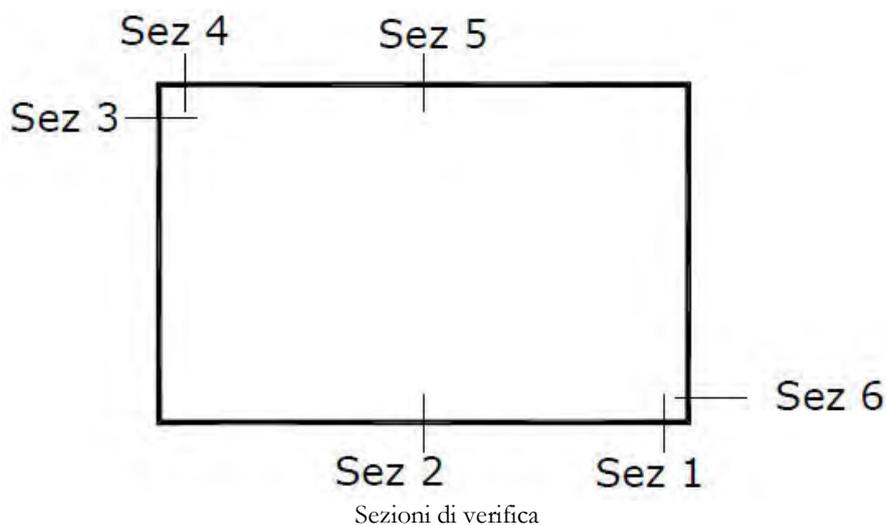
Inviluppo M3 soletta



Inviluppo M3 piedritti

| | | |
|------------------------------------------------|----------|-----------------|
| RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOVIA km 66+775 | REV 0 | PAG 22 di 30 |
|------------------------------------------------|----------|-----------------|

In tabella sono riportati i valori delle sollecitazioni massime desunti dai tabulati del programma di calcolo utilizzato, mentre nella figura vengono rappresentate le sezioni dimensionate e verificate dello scatolare.



Sollecitazioni per la verifica agli SLU

| SEZIONE | Altezza H(cm) | Larghezza B(cm) | Copriferro c(cm) | Alt. Utile d(cm) | Mmax kN m | Ncorrisp. kN | Comb | Tmax kN |
|---------|------------------|--------------------|----------------------|----------------------|--------------|-----------------|-------|------------|
| 1 | 100 | 100 | 4 | 96 | 750 | ---- | 10slu | 794 |
| 2 | 100 | 100 | 4 | 96 | -1088 | ---- | 10slu | |
| 3 | 100 | 100 | 4 | 96 | 1008 | 146 | 10slu | 335 |
| 4 | 80 | 100 | 4 | 76 | -696 | ---- | 10slu | -666 |
| 5 | 80 | 100 | 4 | 76 | 809.7 | ---- | 2slu | |
| 6 | 100 | 100 | 4 | 96 | -989 | 978 | 10slu | 363 |

Per la verifica della sezione 6 si riporta anche la combinazione con N_{min} e M_{ass} .

| SEZIONE | Altezza H(cm) | Larghezza B(cm) | Copriferro c(cm) | Alt. Utile d(cm) | Mass kN m | Nmin kN | Comb | Tmax kN |
|---------|------------------|--------------------|----------------------|----------------------|--------------|------------|------|------------|
| 6 | 100 | 100 | 4 | 96 | -63.6 | 374 | 8slu | |

| | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
|  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANO DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE ANCONA S.O. INGEGNERIA E TECNOLOGIE | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | |
| RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOVIA km 66+775 | REV 0 | PAG 23 di 30 |

6.1 VERIFICHE A PRESSOFLESSIONE

PIEDRITTI

Considerando la sezione di larghezza 100cm ed altezza 100cm, agli incastri si considera $A's=10\Phi22$ ed $A_s=5\Phi22$.

Con $N=146KN$, $M_{res}=1441KNm > M_{sol}=1008 KNm$

Con $N=978KN$, $M_{res}=1780KNm > M_{sol}=989KNm$

Verifica soddisfatta

Inoltre vengono calcolate le sezioni in corrispondenza delle quali non si ha l'armatura aggiuntiva.

A distanza 80 cm dall'asse x si ha $N=941KN$, $M_{sol}=925KNm$.

A distanza 560cm dall'asse x si ha $N=779KN$, $M_{sol}=914KNm$

$A_s=5\Phi22$ ed $A's=5\Phi22$, per $N=779KN$, $M_{res}=975,2KNm$

Verifica soddisfatta

L'ancoraggio dell'armatura aggiuntiva è di $40\Phi=88cm$ (arrotondato a 90cm)

SOLETTA SUPERIORE

Considerando la sezione di larghezza 100cm ed altezza 80cm, in mezzeria si considera $A_s=5\Phi22$ ed $A's=10\Phi22$.

Con $N=0$; $M_{res}=1078KNm > M_{sol}=809KNm$

Verifica soddisfatta

Inoltre vengono calcolate le sezioni in corrispondenza delle quali non si ha l'armatura aggiuntiva.

A distanza 118cm dall'asse y, $M=274KNm$ (tese le fibre superiori)

A distanza 178m dall'asse y, $M=284KNm$ (tese le fibre inferiori)

A distanza 772m dall'asse y (178 dall'altro asse), $M=234KNm$ (tese le fibre inferiori)

A distanza 832cm dall'asse y (118 dall'altro asse), $M=291KNm$ (tese le fibre superiori)

$A_s=5\Phi22$ ed $A's=5\Phi22$, per $N=0KN$, $M_{res}=546 KNm$

Verifica soddisfatta

SOLETTA INFERIORE

Considerando la sezione di larghezza 100cm ed altezza 100cm, in mezzeria si considera $A_s=5\Phi22$ ed $A's=10\Phi22$.

Con $N=0$; $M_{res}=1376KNm > M_{sol}=1088$

Verifica soddisfatta

All'estremità considerando la sezione di larghezza 100cm ed altezza 100cm, $A_s=5\Phi22$ ed $A's=6\Phi22$.

Con $N=0$; $M_{res}=832KNm > M_{sol}=750$

| | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  <p>Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOVIA km 66+775 | | REV 0 | PAG 24 di 30 |

Inoltre vengono calcolate le sezioni in corrispondenza delle quali non si ha l'armatura aggiuntiva.

A distanza 178cm dall'asse y, $M=628\text{KNm}$ (tese le fibre superiori)

A distanza 772m dall'asse y (178 dall'altro bordo) $M=636\text{KNm}$

$A_s=5\Phi 24$ ed $A'_s=6\Phi 24$, per $N=0\text{KN}$, $M_{res}=832\text{KNm}$

Verifica soddisfatta

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara Sulmona Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 |
| RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOVIA km 66+775 | REV 0 PAG 25 di 30 |

6.2 VERIFICHE A TAGLIO

PIEDRITTI

VERIFICA A TAGLIO DI ELEMENTO SENZA ARMATURA A TAGLIO

MATERIALI

| | | | | | | | |
|-----|---------|-----------|-----|---------|-------|-----|-----|
| CLS | C 28/35 | 35 | Mpa | ACCIAIO | B450C | | |
| | f_cd | 16.461667 | Mpa | | f_yk | 450 | Mpa |
| | | | | | f_yd | 391 | MPa |
| | | | | | | | |

GEOMETRIA SEZIONE

| | | | | | |
|----|----|------|-------------|------------|--------|
| n | Ø | B | 1000 mm | Copriferro | 40 mm |
| 10 | 22 | H | 1000 mm | d | 960 mm |
| 0 | 12 | Af | 3801.33 mmq | k | 1.456 |
| 5 | 22 | A'f | 1900.66 mmq | kcalc | 1.456 |
| 0 | 0 | Atot | 5701.99 mmq | pl | 0.006 |

| | |
|--|--------------------|
| | Armatura tesa |
| | Armatura compressa |

SOLLECITAZIONI AGENTI

| | | |
|-----|----------|-----|
| N | 146 | KN |
| M | 1 008.00 | KNm |
| Ved | 335.00 | KN |

RISULTATI ANALISI

verifica di resistenza della sezione fessurata

| | |
|------|-------|
| vmin | 0.364 |
| σcp | 0.146 |

| | |
|------|-----------|
| Vmin | 349.39 KN |
| Vrd | 476.13 KN |

$Vrd > Vmin$ verifica soddisfatta

verifica di resistenza rispetto al taglio agente

$Vrd > Ved$ verifica soddisfatta

non occor armatura a taglio



Direzione Territoriale Produzione Ancona
 S.O. Ingegneria e Tecnologie

PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767

| | | |
|------------------------------------------------|----------|-----------------|
| RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOVIA km 66+775 | REV 0 | PAG 26 di 30 |
|------------------------------------------------|----------|-----------------|

SOLETTA SUPERIORE

VERIFICA A TAGLIO DI ELEMENTO SENZA ARMATURA A TAGLIO

MATERIALI

| | | | | | | |
|-----|---------|-----------|-----|---------|-------|-----|
| CLS | C 28/35 | 35 | Mpa | ACCIAIO | B450C | |
| | f_cd | 16.461667 | Mpa | | f_yk | 450 |
| | | | | | f_yd | 391 |
| | | | | | | MPa |

GEOMETRIA SEZIONE

| | | | | | | | |
|----|----|------|---------|-----|------------|-------|----|
| n | Ø | B | 1000 | mm | Copriferro | 40 | mm |
| | | H | 800 | mm | d | 760 | mm |
| 10 | 22 | Af | 3801.33 | mmq | k | 1.513 | |
| 0 | 12 | A'f | 1900.66 | mmq | kcalc | 1.513 | |
| 5 | 22 | Atot | 5701.99 | mmq | pl | 0.007 | |
| 0 | 0 | | | | | | |

| |
|--------------------|
| Armatura tesa |
| Armatura compressa |

SOLLECITAZIONI AGENTI

| | | |
|-----|--------|-----|
| N | 0 | KN |
| M | 696.00 | KNm |
| Ved | 666.00 | KN |

RISULTATI ANALISI

verifica di resistenza della sezione fessurata

| | |
|---------------------------------|-----------|
| vmin | 0.385 |
| Vmin | 292.87 KN |
| Vrd | 403.18 KN |
| Vrd > Vmin verifica soddisfatta | |

verifica di resistenza rispetto al taglio agente

Vrd < Ved verifica non soddisfatta

occorre armatura a taglio

VERIFICA A TAGLIO DI ELEMENTO CON ARMATURA A TAGLIO

MATERIALI

| | | | | | | |
|-----|---------|-----------|-----|---------|-------|-----|
| CLS | C 28/35 | 35 | Mpa | ACCIAIO | B450C | |
| | f_cd | 16.461667 | Mpa | | f_yk | 450 |
| | | | | | f_yd | 391 |
| | | | | | | Mpa |

GEOMETRIA SEZIONE

| | | | | | |
|-----------|------|-----|-------------|--------|------------------------------|
| B | 1000 | mm | Copriferro | 40 | mm |
| H | 800 | mm | d | 760 | mm |
| n° bracci | 2 | | α | 0.8 | rad (armatura inclinata a 6) |
| φ | 22 | mm | θ | 1 | rad |
| s (passo) | 400 | mm | cotgα+cotgθ | 2.00 | |
| Asw | 380 | mmq | sinα | 0.7071 | |
| f'cd | 8.23 | Mpa | 1+cig'θ | 2 | |
| | | | ac | 1 | |

SOLLECITAZIONI AGENTI

| | | |
|-----|-----|-----|
| N | 0 | KN |
| M | 696 | KNm |
| Ved | 666 | KN |

RISULTATI ANALISI

verifica di resistenza a "taglio trazione"

| | | |
|-------|-----|----|
| Vrds= | 719 | KN |
|-------|-----|----|

verifica di resistenza a "taglio compressione"

| | | |
|-------|------|----|
| Vrcd= | 5630 | KN |
|-------|------|----|

| | | |
|---------------------|-----|--|
| Vrd=min(Vrds;Vrcd)= | 719 | |
|---------------------|-----|--|

Vrd > Ved verifica soddisfatta



GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Direzione Territoriale Produzione Ancona
S.O. Ingegneria e Tecnologie

PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767

| | | |
|------------------------------------------------|----------|-----------------|
| RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOVIA km 66+775 | REV 0 | PAG 27 di 30 |
|------------------------------------------------|----------|-----------------|

SOLETTA INFERIORE

VERIFICA A TAGLIO DI ELEMENTO SENZA ARMATURA A TAGLIO

MATERIALI

| | | | | | | | |
|------------|---------|-----------|-----|----------------|-------|-----|-----|
| CLS | C 28/35 | 35 | Mpa | ACCIAIO | B450C | | |
| | f_cd | 16.461667 | Mpa | | f_yk | 450 | Mpa |
| | | | | | f_yd | 391 | MPa |

GEOMETRIA SEZIONE

| | | | | | |
|------|---------|-----|------------|-------|----|
| B | 1000 | mm | Copriferro | 40 | mm |
| H | 1000 | mm | d | 960 | mm |
| Af | 3801.33 | mmq | k | 1.456 | |
| A'f | 1900.66 | mmq | kcalc | 1.456 | |
| Atot | 5701.99 | mmq | pl | 0.006 | |

| |
|--------------------|
| Armatura tesa |
| Armatura compressa |

SOLLECITAZIONI AGENTI

| | | |
|-----|--------|-----|
| N | 0 | KN |
| M | 750.00 | KNm |
| Ved | 794.00 | KN |

RISULTATI ANALISI

verifica di resistenza della sezione fessurata

| | |
|---------------------------------|-----------|
| vmin | 0.364 |
| Vmin | 349.39 KN |
| Vrd | 455.10 KN |
| Vrd > Vmin verifica soddisfatta | |

verifica di resistenza rispetto al taglio agente

Vrd < Ved verifica non soddisfatta

occorre armatura a taglio

VERIFICA A TAGLIO DI ELEMENTO CON ARMATURA A TAGLIO

MATERIALI

| | | | | | | | |
|------------|---------|-----------|-----|----------------|-------|-----|-----|
| CLS | C 28/35 | 35 | Mpa | ACCIAIO | B450C | | |
| | f_cd | 16.461667 | Mpa | | f_yk | 450 | Mpa |
| | | | | | f_yd | 391 | MPa |

GEOMETRIA SEZIONE

| | | | | | |
|-----------|------|-----|-----------------------|--------|-----|
| B | 1000 | mm | Copriferro | 40 | mm |
| H | 1000 | mm | d | 960 | mm |
| n° bracci | 2 | | α | 1.0 | rad |
| φ | 22 | mm | θ | 1 | rad |
| s (passo) | 400 | mm | cotgα+cotgθ | 1.58 | |
| Asw | 380 | mmq | sinα | 0.8660 | |
| f'cd | 8.23 | Mpa | 1+cotg ² θ | 2 | |
| | | | αc | 1 | |

SOLLECITAZIONI AGENTI

| | | |
|-----|-----|-----|
| N | 0 | KN |
| M | 750 | KNm |
| Ved | 794 | KN |

RISULTATI ANALISI

verifica di resistenza a "taglio trazione"

Vrsd = 878 KN

verifica di resistenza a "taglio compressione"

Vrcd = 5609 KN

Vrd = min(Vrsd; Vrcd) = 878

Vrd > Ved verifica soddisfatta

| | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | | |
| | RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOVIA km 66+775 | REV 0 | PAG 28 di 30 |

7. Verifica terreno

7.1 VERIFICHE SLU

Si è proceduto alla verifica del collasso per carico limite del terreno di fondazione nei confronti dello stato limite ultimo (SLU), secondo quanto stabilito dalle norme tecniche del D.M.14.01.2008; in particolare, deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq C_d$$

dove E_d è il valore dell'azione di progetto e R_d il valore di progetto della resistenza del terreno. Sono definiti tre gruppi di coefficienti: i coefficienti tipo A (A1 e A2) per le azioni (o i loro effetti), i coefficienti M (M1 ed M2) per i parametri geotecnici del terreno, ed i coefficienti R (R1, R2 ed R3) per le resistenze del terreno.

La normativa prevede due possibili approcci per la verifica di tale stato limite ultimo: un approccio 1, nel quale si utilizza la combinazione 1 (A1 – M1 – R1) per il dimensionamento strutturale e la combinazione 2 (A2 – M2 – R2) per quello geotecnico; un approccio 2 nel quale la combinazione (A1 – M1 – R3) è valevole per entrambe tali verifiche.

Per la verifica della soletta inferiore è stato scelto di applicare l'approccio 2, il quale prevede di combinare le azioni secondo i coefficienti γ del gruppo A1, di ridurre i parametri geotecnici del terreno secondo i coefficienti M1 e di dividere la capacità portante del terreno secondo il coefficiente R3, pari a 2.3.

Dall'analisi FEM, si ha che la pressione massima agente è $q_{sol} = 3,98 \text{ Kg/cmq}$.

Calcolando il carico limite Q_{lim} con la formula di Brinch Hansen si ha:

| Calcolo portanza del terreno Brinch-Hansen | | | | | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------------|-------|--|----------|------|-------------|------------|--|
| Terreno | | | | | | | | | |
| ϕ | N_c | N_γ | N_q | | γ | C' | $\tan \phi$ | ϕ rad | |
| 24 | 19.32 | 9.44 | 9.60 | | 2070 | 0 | 0.45 | 0.4189 | |
| Geometria | | | | | | | | | |
| L | 100 | m | | | | | | | |
| B | 1 | m | | | | | | | |
| D | 6.4 | m | | | | | | | |
| con $B < L$ | | | | | | | | | |
| Fattori forma | | | | | | | | | |
| S_c | 1.00 | | | | | | | | |
| S_γ | 1.00 | | | | | | | | |
| S_q | 1.00 | | | | | | | | |
| approccio 2 | | | | | | | | | |
| coeff | 2.3 | | | | | | | | |
| $Q_{lim} = 1/2 \gamma' B N_\gamma s_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma + c' N_c s_c d_c i_c b_c g_c + q' N_q s_q d_q i_q b_q g_q$ | | | | | | | | | |
| Q_lim | | 5.98 kg/cmq | | | | | | | |

Dato che $Q_{lim} > q_{sol}$, la verifica è soddisfatta

Si sottolinea che nel calcolo a favore di sicurezza non è stato considerato il contributo positivo della coesione.

| | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
|  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | |
| RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOVIA km 66+775 | REV 0 | PAG 29 di 30 |

Il D.M.2008 prevede, al capitolo 6 relativo alle opere geotecniche, che vadano effettuate anche delle verifiche nei confronti degli stati limite ultimi idraulici, in particolare nei confronti dei possibili fenomeni di sollevamento o di sifonamento. Tali verifiche dovranno essere eseguite in sede di progetto esecutivo.

Infine, sempre nei confronti delle verifiche SLU, è stata omessa la verifica a liquefazione in base a quanto previsto al paragrafo 7.11.3.4.2 del D.M.2008.

7.2 VERIFICHE SLE

Per quanto concerne le verifiche agli stati limite di esercizio SLE, il D.M.2008 prevede che venga rispettata la condizione:

$$Ed < Cd$$

dove Ed è il valore dell'azione di progetto e Cd il valore limite dell'effetto delle azioni.

A tale scopo sono state applicate alla struttura le combinazioni previste per la verifica degli stati limite di esercizio (rara, frequente e quasi permanente) ed anche la combinazione sismica per la verifica SLD (tutte riportate nella relazione di calcolo); il programma F.E.M. utilizzato per il calcolo ha di conseguenza stimato spostamenti e distorsioni verificandone la compatibilità con i requisiti prestazionali della struttura in elevazione.

Eventuali cedimenti delle strutture di fondazione sono compatibili con i prefissati livelli di sicurezza e con la funzionalità delle strutture in elevazione. In fase esecutiva dovranno essere fatti ulteriori studi sull'interazione con le strutture esistenti e le relative fondazioni.

Il sito indagato non presenta segni di cedimento in atto o potenziale, non sono presenti segni di dissesto idrogeologico o di movimenti franosi pregressi e i fabbricati posti nelle immediate vicinanze non mostrano fenomeni di cedimenti strutturali.

8. Conclusioni

La struttura risulta verificata nei confronti degli stati limite indagati. In fase di progettazione esecutiva si dovranno approfondire le verifiche SLE al fine di valutare se gli spostamenti delle strutture sono compatibili con i prefissati livelli di sicurezza e con la funzionalità delle strutture in elevazione preesistenti.

| | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  <p>Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOVIA km 66+775 | | REV 0 | PAG 30 di 30 |

PARTE III - ALLEGATI

ALLEGATO 1 : OUTPUT DEL CALCOLO STRUTTURALE DELLO SCATOLARE

COMMITTENTE:



DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE DI ANCONA

SOGGETTO TECNICO: RFI – DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE DI ANCONA
 S. O. INGEGNERIA

PROGETTAZIONE: RFI – DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE DI ANCONA
 S. O. INGEGNERIA MICROSTRUTTURA CIVILE

PROGETTO DEFINITIVO

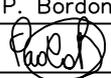
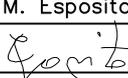
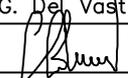
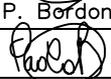
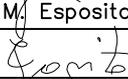
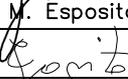
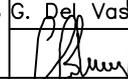
Linea : PESCARA –SULMONA–L'AQUILA–TERNI Comune : SULMONA

RIPRISTINO COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELLA LINEA PESCARA–SULMONA–TERNI
 TRA LE PROGRESSIVE KM.66+300/69+000, CON REALIZZAZIONE DELLA NUOVA
 FERMATA DI SULMONA S.RUFINA ED ADEGUAMENTO DELL'ASSETTO VIARIO DI VIA
 PARADISO CON OPERE SOSTITUTIVE DELL'EX PL KM.66+767

RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOVIA KM 66+775 – All A

| | | | |
|--|--------|----|--|
| | Foglio | di | |
|--|--------|----|--|

| PROGETTO/ANNO | SOTTOPR. | LIVELLO | NOME DOC. | PROGR.OP. | FASE FUNZ. | NUMERAZ. |
|---------------|----------|---------|-----------|-----------|------------|----------|
| 17 | | PD | T G | 00 | 00 | 105A |

| Revis. | Descrizione | Progettista | Data | Verificato | Data | Approvato | Data | Autorizzato | Data |
|--------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 0 | Prima emissione | P. Bordoni  | | M. Esposito  | | G. Del Vasto  | | S. Morellina  | |
| A | 1^Revisione giugno 2018 | P. Bordoni  | 18/06/2018 | M. Esposito  | 19/06/2018 | M. Esposito  | 19/06/2018 | G. Del Vasto  | 22/06/2018 |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

| POSIZIONE ARCHIVIO | LINEA | SEDE TECN. | NOME DOC. | NUMERAZ. |
|--------------------|-------|------------|-----------|----------|
| | L506 | TR4995 | | |

| Verificato e trasmesso | Data | Convalidato | Data | Archiviato | Data |
|------------------------|------|-------------|------|------------|------|
| | | | | | |



Software e Servizi
per l'Ingegneria s.r.l.

PRO_SAP

PROfessional **S**tructural **A**nalysis **P**rogram

Relazione di calcolo strutturale impostata e redatta secondo le modalità previste nel D.M. 14 Gennaio 2008 cap. 10 “Redazione dei progetti strutturali esecutivi e delle relazioni di calcolo”.

2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria S.r.l.

Via Garibaldi, 90

44121 Ferrara FE (Italy)

Tel. +39 0532 200091

Fax +39 0532 200086

www.2si.it

info@2si.it

D.M. 14/01/08 cap. 10.2 Affidabilità dei codici utilizzati

<http://www.2si.it/software/Affidabilità.htm>

INTESTAZIONE E CONTENUTI DELLA RELAZIONE

Contenuti della relazione:

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

- *Origine e Caratteristiche dei Codici di Calcolo*

- *Affidabilità dei codici utilizzati*

- *Validazione dei codici*

- *Tipo di analisi svolta*

- *Modalità di presentazione dei risultati*

- *Informazioni generali sull'elaborazione*

- *Giudizio motivato di accettabilità dei risultati*

STAMPA DEI DATI DI INGRESSO

- *Normative prese a riferimento*

- *Criteri adottati per le misure di sicurezza*

- *Criteri seguiti nella schematizzazione della struttura, dei vincoli e delle sconessioni*

- *Interazione tra terreno e struttura*

- *Legami costitutivi adottati per la modellazione dei materiali e dei terreni*

- *Schematizzazione delle azioni, condizioni e combinazioni di carico*

- *Metodologie numeriche utilizzate per l'analisi strutturale*

- *Metodologie numeriche utilizzate per la progettazione e la verifica degli elementi strutturali*

STAMPA DEI RISULTATI

17 ottobre 2017

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE | 6 |
| Premessa | 6 |
| Analisi storico-critica ed esito del rilievo geometrico-strutturale | Errore. Il segnalibro non è definito. |
| Analisi storico-critica | Errore. Il segnalibro non è definito. |
| Esito del rilievo geometrico-strutturale | Errore. Il segnalibro non è definito. |
| Descrizione generale dell'opera | Errore. Il segnalibro non è definito. |
| Descrizione generale dell'opera | Errore. Il segnalibro non è definito. |
| Principali caratteristiche della struttura | Errore. Il segnalibro non è definito. |
| Parametri della struttura | Errore. Il segnalibro non è definito. |
| Fattore di struttura | Errore. Il segnalibro non è definito. |
| Quadro normativo di riferimento adottato | 6 |
| Progetto-verifica degli elementi | 6 |
| Azione sismica | 6 |
| Livelli di conoscenza e fattori di confidenza | Errore. Il segnalibro non è definito. |
| Azioni di progetto sulla costruzione | 6 |
| Modello numerico | 7 |
| Tipo di analisi strutturale | 8 |
| Informazioni sul codice di calcolo | Errore. Il segnalibro non è definito. |
| Modellazione della geometria e proprietà meccaniche: | 9 |
| Tipo di vincoli: | 9 |
| Modellazione delle azioni | 10 |
| Combinazioni e/o percorsi di carico | 10 |
| Principali risultati | 11 |
| Informazioni generali sull'elaborazione e giudizio motivato di accettabilità dei risultati. | 12 |
| Verifiche agli stati limite ultimi | 12 |
| Verifiche agli stati limite di esercizio | 12 |
| RELAZIONE SUI MATERIALI | 12 |
| NORMATIVA DI RIFERIMENTO | 13 |
| MATERIALI E COPRIFERRI PER STRUTTURE IN CA | 14 |
| DURABILITA' | 15 |
| CARATTERISTICHE MATERIALI UTILIZZATI | 17 |

| | |
|----------------------------------------------|----|
| LEGENDA TABELLA DATI MATERIALI | 17 |
| MODELLAZIONE DELLE SEZIONI | 21 |
| LEGENDA TABELLA DATI SEZIONI..... | 21 |
| MODELLAZIONE STRUTTURA: NODI | 23 |
| LEGENDA TABELLA DATI NODI..... | 23 |
| TABELLA DATI NODI | 23 |
| MODELLAZIONE STRUTTURA: ELEMENTI TRAVE..... | 24 |
| TABELLA DATI TRAVI | 24 |
| MODELLAZIONE DELLE AZIONI | 27 |
| LEGENDA TABELLA DATI AZIONI | 27 |
| SCHEMATIZZAZIONE DEI CASI DI CARICO | 31 |
| LEGENDA TABELLA CASI DI CARICO | 31 |
| DEFINIZIONE DELLE COMBINAZIONI..... | 32 |
| LEGENDA TABELLA COMBINAZIONI DI CARICO | 32 |
| RISULTATI NODALI | 35 |
| LEGENDA RISULTATI NODALI..... | 35 |
| RISULTATI OPERE DI FONDAZIONE | 37 |
| LEGENDA RISULTATI OPERE DI FONDAZIONE..... | 37 |
| RISULTATI ELEMENTI TIPO TRAVE | 40 |
| LEGENDA RISULTATI ELEMENTI TIPO TRAVE | 40 |

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

Premessa

La presente relazione di calcolo strutturale, in conformità al punto §10.1 del DM 14/01/08, è comprensiva di una descrizione generale dell'opera e dei criteri generali di analisi e verifica. Segue inoltre le indicazioni fornite al §10.2 del DM stesso per quanto concerne analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo.

Nella presente parte sono riportati i principali elementi di inquadramento del progetto esecutivo riguardante le strutture, in relazione agli strumenti urbanistici, al progetto architettonico, al progetto delle componenti tecnologiche in generale ed alle prestazioni attese dalla struttura.

Quadro normativo di riferimento adottato

Le norme ed i documenti assunti quale riferimento per la progettazione strutturale vengono indicati di seguito.

Nel capitolo "normativa di riferimento" è comunque presente l'elenco completo delle normative disponibili.

| Progetto-verifica degli elementi | |
|--------------------------------------|-----------------|
| Progetto cemento armato | D.M. 14-01-2008 |
| Progetto acciaio | D.M. 14-01-2008 |
| Progetto legno | D.M. 14-01-2008 |
| Progetto muratura | D.M. 14-01-2008 |
| Azione sismica | |
| Norma applicata per l'azione sismica | D.M. 14-01-2008 |

Azioni di progetto sulla costruzione

Nei capitoli "modellazione delle azioni" e "schematizzazione dei casi di carico" sono indicate le azioni sulla costruzioni.

Nel prosieguo si indicano tipo di analisi strutturale condotta (statico,dinamico, lineare o non lineare) e il metodo adottato per la risoluzione del problema strutturale nonché le metodologie seguite per la verifica o per il progetto-verifica delle sezioni. Si riportano le combinazioni di carico adottate e, nel caso di calcoli non lineari, i percorsi di carico seguiti; le configurazioni studiate per la struttura in esame **sono risultate effettivamente esaustive per la progettazione-verifica.**

La verifica della sicurezza degli elementi strutturali avviene con i metodi della scienza delle costruzioni. L'analisi strutturale è condotta con il metodo degli spostamenti per la valutazione dello stato tensodeformativo indotto da carichi statici. L'analisi strutturale è condotta con il metodo dell'analisi modale e dello spettro di risposta in termini di accelerazione per la valutazione dello stato tensodeformativo indotto da carichi dinamici (tra cui quelli di tipo sismico).

L'analisi strutturale viene effettuata con il metodo degli elementi finiti. Il metodo sopraindicato si basa sulla schematizzazione della struttura in elementi connessi solo in corrispondenza di un numero prefissato di punti denominati nodi. I nodi sono definiti dalle tre coordinate cartesiane in un sistema di riferimento globale. Le incognite del problema (nell'ambito del metodo degli spostamenti) sono le componenti di spostamento dei nodi riferite al sistema di riferimento globale (traslazioni secondo X, Y, Z, rotazioni attorno X, Y, Z). La soluzione del problema si ottiene con un sistema di equazioni algebriche lineari i cui termini noti sono costituiti dai carichi agenti sulla struttura opportunamente concentrati ai nodi:

$\mathbf{K} * \mathbf{u} = \mathbf{F}$ dove \mathbf{K} = matrice di rigidezza

\mathbf{u} = vettore spostamenti nodali

\mathbf{F} = vettore forze nodali

Dagli spostamenti ottenuti con la risoluzione del sistema vengono quindi dedotte le sollecitazioni e/o le tensioni di ogni elemento, riferite generalmente ad una terna locale all'elemento stesso.

Il sistema di riferimento utilizzato è costituito da una terna cartesiana destrorsa XYZ. Si assume l'asse Z verticale ed orientato verso l'alto.

Gli elementi utilizzati per la modellazione dello schema statico della struttura sono i seguenti:

- Elemento tipo **TRUSS** (biella-D2)
- Elemento tipo **BEAM** (trave-D2)
- Elemento tipo **MEMBRANE** (membrana-D3)
- Elemento tipo **PLATE** (piastra-guscio-D3)
- Elemento tipo **BOUNDARY** (molla)
- Elemento tipo **STIFFNESS** (matrice di rigidezza)
- Elemento tipo **BRICK** (elemento solido)
- Elemento tipo **SOLAIO** (macro elemento composto da più membrane)

Modello numerico

In questa parte viene descritto il modello numerico utilizzato (o i modelli numerici utilizzati) per l'analisi della struttura. La presentazione delle informazioni deve essere, coerentemente con le prescrizioni del paragrafo 10.2 delle NTC-08, tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità

| Tipo di analisi strutturale | |
|---------------------------------------------|----|
| Statica lineare | SI |
| Statica non lineare | NO |
| Sismica statica lineare | NO |
| Sismica dinamica lineare | NO |
| Sismica statica non lineare (prop. masse) | NO |
| Sismica statica non lineare (prop. modo) | NO |
| Sismica statica non lineare (triangolare) | NO |
| Non linearità geometriche (fattore P delta) | NO |

Di seguito si indicano l'origine e le caratteristiche dei codici di calcolo utilizzati riportando titolo, produttore e distributore, versione, estremi della licenza d'uso:

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software **ha consentito di valutarne l'affidabilità e soprattutto l'idoneità al caso specifico**. La documentazione, fornita dal produttore e distributore del software, contiene una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, l'individuazione dei campi d'impiego, nonché casi prova interamente risolti e commentati, corredati dei file di input necessari a riprodurre l'elaborazione:

| Affidabilità dei codici utilizzati |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2S.I. ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche. E' possibile reperire la documentazione contenente alcuni dei più significativi casi trattati al seguente link: http://www.2si.it/Software/Affidabilità.htm |

| Modellazione della geometria e proprietà meccaniche: | |
|-------------------------------------------------------------|--------|
| nodi | 4 |
| elementi D2 (per aste, travi, pilastri...) | 4 |
| elementi D3 (per pareti, platee, gusci...) | 0 |
| elementi solaio | 0 |
| elementi solidi | 0 |
| Dimensione del modello strutturale [cm]: | |
| X min = | 0.00 |
| Xmax = | 950.00 |
| Ymin = | 0.00 |
| Ymax = | 0.00 |
| Zmin = | 0.00 |
| Zmax = | 640.00 |
| Strutture verticali: | |
| Elementi di tipo asta | NO |
| Pilastri | SI |
| Pareti | NO |
| Setti (a comportamento membranale) | NO |
| Strutture non verticali: | |
| Elementi di tipo asta | NO |
| Travi | SI |
| Gusci | NO |
| Membrane | NO |
| Orizzontamenti: | |
| Solai con la proprietà piano rigido | NO |
| Solai senza la proprietà piano rigido | NO |
| Tipo di vincoli: | |
| Nodi vincolati rigidamente | NO |

| | |
|---------------------------------------------|----|
| Nodi vincolati elasticamente | NO |
| Nodi con isolatori sismici | NO |
| Fondazioni puntuali (plinti/plinti su palo) | NO |
| Fondazioni di tipo trave | SI |
| Fondazioni di tipo platea | NO |
| Fondazioni con elementi solidi | NO |

Modellazione delle azioni

Si veda il capitolo **“Schematizzazione dei casi di carico”** per le informazioni necessarie alla comprensione ed alla ricostruzione delle azioni applicate al modello numerico, coerentemente con quanto indicato nella parte **“2.6. Azioni di progetto sulla costruzione”**.

Combinazioni e/o percorsi di carico

Si veda il capitolo **“Definizione delle combinazioni”** in cui sono indicate le combinazioni di carico adottate e, nel caso di calcoli non lineari, i percorsi di carico seguiti.

| Combinazioni dei casi di carico | |
|-------------------------------------|-------------|
| APPROCCIO PROGETTUALE | Approccio 2 |
| Tensioni ammissibili | NO |
| SLU | SI |
| SLV (SLU con sisma) | NO |
| SLC | NO |
| SLD | SI |
| SLO | NO |
| SLU GEO A2 (per approccio 1) | NO |
| SLU EQU | NO |
| Combinazione caratteristica (rara) | SI |
| Combinazione frequente | NO |
| Combinazione quasi permanente (SLE) | NO |

| | |
|----------------------------------|----|
| SLA (accidentale quale incendio) | NO |
|----------------------------------|----|

Principali risultati

I risultati devono costituire una sintesi completa ed efficace, presentata in modo da riassumere il comportamento della struttura, per ogni tipo di analisi svolta.

2.8.1. Risultati dell'analisi modale

Viene riportato il tipo di analisi modale condotta, restituiti i risultati della stessa e valutate le informazioni desumibili in merito al comportamento della struttura.

2.8.2. Deformate e sollecitazioni per condizioni di carico

Vengono riportati i principali risultati atti a descrivere il comportamento della struttura, in termini di stati di sollecitazione e di deformazione generalizzata, distinti per condizione elementare di carico o per combinazioni omogenee delle stesse.

2.8.3. Inviluppo delle sollecitazioni maggiormente significativeL'analisi e la restituzione degli involuppi (nelle combinazioni considerate agli SLU e agli SLE) delle caratteristiche di sollecitazione devono essere finalizzate alla valutazione dello stato di sollecitazione nei diversi elementi della struttura.

2.8.4. Reazioni vincolari

Vengono riportate le reazioni dei vincoli nelle singole condizioni di carico e/o nelle combinazioni considerate.

2.8.5. Altri risultati significativi

La presente relazione, oltre a illustrare in modo esaustivo i dati in ingresso e i risultati delle analisi in forma tabellare, riporta una serie di immagini:

per i dati in ingresso:

- modello solido della struttura
- numerazione di nodi e ed elementi
- configurazioni di carico statiche
- configurazioni di carico sismiche con baricentri delle masse e eccentricità

per le combinazioni più significative (statisticamente più gravose per la struttura)

- configurazioni deformate
- diagrammi e involuppi delle azioni interne
- mappe delle tensioni
- reazioni vincolari
- mappe delle pressioni sul terreno

per il progetto-verifica degli elementi

- diagrammi di armatura
- percentuali di sfruttamento
- mappe delle verifiche più significative per i vari stati limite

Informazioni generali sull'elaborazione e giudizio motivato di accettabilità dei risultati.

Il programma prevede una serie di controlli automatici (check) che consentono l'individuazione di errori di modellazione. Al termine dell'analisi un controllo automatico identifica la presenza di spostamenti o rotazioni anormali. Si può pertanto asserire che l'elaborazione sia corretta e completa. I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli che ne comprovano l'attendibilità. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali e adottati, anche in fase di primo proporzionamento della struttura. Inoltre, sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni. Si allega al termine della presente relazione elenco sintetico dei controlli svolti (verifiche di equilibrio tra reazioni vincolari e carichi applicati, comparazioni tra i risultati delle analisi e quelli di valutazioni semplificate, etc.) .

Verifiche agli stati limite ultimi

Nel capitolo relativo alla progettazione degli elementi strutturali agli SLU vengono indicate, con riferimento alla normativa adottata, le modalità ed i criteri seguiti per valutare la sicurezza della struttura nei confronti delle possibili situazioni di crisi ed i risultati delle valutazioni svolte. In via generale, oltre alle verifiche di resistenza e di spostamento, devono essere prese in considerazione verifiche nei confronti dei fenomeni di instabilità, locale e globale, di fatica, di duttilità, di degrado.

Verifiche agli stati limite di esercizio

Nel capitolo relativo alla progettazione degli elementi strutturali agli SLU vengono indicate, con riferimento alla normativa adottata, le modalità seguite per valutare l'affidabilità della struttura nei confronti delle possibili situazioni di perdita di funzionalità (per eccessive deformazioni, fessurazioni, vibrazioni, etc.) ed i risultati delle valutazioni svolte.

RELAZIONE SUI MATERIALI

Il capitolo Materiali riporta informazioni esaustive relative all'elenco dei materiali impiegati e loro modalità di posa in opera e ai valori di calcolo.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

1. D.Min. Infrastrutture Min. Interni e Prot. Civile 14 Gennaio 2008 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni".
 2. D.Min. Infrastrutture e trasporti 14 Settembre 2005 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni".
 3. D.M. LL.PP. 9 Gennaio 1996 "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche".
 4. D.M. LL.PP. 16 Gennaio 1996 "Norme tecniche relative ai <<Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi>>".
 5. D.M. LL.PP. 16 Gennaio 1996 "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche".
 6. Circolare 4/07/96, n.156AA.GG./STC. istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai <<Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi>>" di cui al D.M. 16/01/96.
 7. Circolare 10/04/97, n.65AA.GG. istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al D.M. 16/01/96.
 8. D.M. LL.PP. 20 Novembre 1987 "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento".
 9. Circolare 4 Gennaio 1989 n. 30787 "Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento".
 10. D.M. LL.PP. 11 Marzo 1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".
 11. D.M. LL.PP. 3 Dicembre 1987 "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate".
 12. UNI 9502 - Procedimento analitico per valutare la resistenza al fuoco degli elementi costruttivi di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso - edizione maggio 2001
 13. Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" e successive modificazioni e integrazioni.
 14. UNI EN 1990:2006 13/04/2006 Eurocodice 0 - Criteri generali di progettazione strutturale.
 15. UNI EN 1991-1-1:2004 01/08/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-1: Azioni in generale - Pesì per unità di volume, pesì propri e sovraccarichi per gli edifici.
 16. UNI EN 1991-2:2005 01/03/2005 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 2: Carichi da traffico sui ponti.
 17. UNI EN 1991-1-3:2004 01/10/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-3: Azioni in generale - Carichi da neve.
 18. UNI EN 1991-1-4:2005 01/07/2005 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-4: Azioni in generale - Azioni del vento.
 19. UNI EN 1991-1-5:2004 01/10/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-5: Azioni in generale - Azioni termiche.
 20. UNI EN 1992-1-1:2005 24/11/2005 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
 21. UNI EN 1992-1-2:2005 01/04/2005 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio.
 22. UNI EN 1993-1-1:2005 01/08/2005 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
 23. UNI EN 1993-1-8:2005 01/08/2005 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-8: Progettazione dei collegamenti.
 24. UNI EN 1994-1-1:2005 01/03/2005 Eurocodice 4 - Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
 25. UNI EN 1994-2:2006 12/01/2006 Eurocodice 4 - Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo - Parte 2: Regole generali e regole per i ponti.
 26. UNI EN 1995-1-1:2005 01/02/2005 Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno - Parte 1-1: Regole generali - Regole comuni e regole per gli edifici.
 27. UNI EN 1995-2:2005 01/01/2005 Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno - Parte 2: Ponti.
 28. UNI EN 1996-1-1:2006 26/01/2006 Eurocodice 6 - Progettazione delle strutture di muratura - Parte 1-1: Regole generali per strutture di muratura armata e non armata.
 29. UNI EN 1996-3:2006 09/03/2006 Eurocodice 6 - Progettazione delle strutture di muratura - Parte 3: Metodi di calcolo semplificato per strutture di muratura non armata.
 30. UNI EN 1997-1:2005 01/02/2005 Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali.
 31. UNI EN 1998-1:2005 01/03/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici.
 32. UNI EN 1998-3:2005 01/08/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 3: Valutazione e adeguamento degli edifici.
- UNI EN 1998-5:2005 01/01/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.

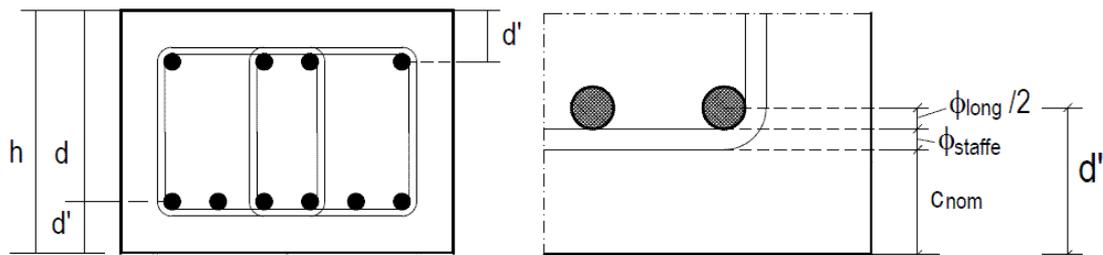
NOTA sul capitolo "normativa di riferimento": riporta l'elenco delle normative implementate nel software. Le norme utilizzate per la struttura oggetto della presente relazione sono indicate nel precedente capitolo "RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE" "ANALISI E VERIFICHE SVOLTE CON L'AUSILIO DI CODICI DI CALCOLO". Laddove nei capitoli successivi vengano richiamate norme antecedenti al DM 14.01.08 è dovuto a una progettazione simulata di edificio esistente o ad applicazione del punto 2.7 del DM 14.01.08

MATERIALI E COPRIFERRI PER STRUTTURE IN CA

| Classe di esposizione ambientale | Copriferro $c_{min,dur}$ [mm] | | | | | | | |
|----------------------------------|-------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|
| | 15 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 |
| XC1 | C25/30, 0.60, 300 | | | | | | | |
| XC2 | C25/30, 0.60, 300 | | | | | | | |
| XC3 | C28/35, 0.55, 320 | | | | | | | |
| XC4 | C32/40, 0.50, 340 | | | | | | | |
| XD1 | C28/35, 0.55, 320 | | | | | | | |
| XD2 | C35/45, 0.45, 360 | | | | | | | |
| XD3 | C35/45, 0.45, 360 | | | | | | | |
| XS1 | C28/35, 0.55, 320 | | | | | | | |
| XS2 | C35/45, 0.45, 360 | | | | | | | |
| XS3 | C35/45, 0.45, 360 | | | | | | | |
| XF1 | C28/35, 0.50, 320 | | | | | | | |
| XF2 – XF3 | C25/30, 0.50, 340 | | | | | | | |
| XF4 | C28/35, 0.45, 360 | | | | | | | |
| XA1 | C28/35, 0.55, 320 | | | | | | | |
| XA2 | C32/40, 0.50, 340 | | | | | | | |
| XA3 | C35/45, 0.45, 360 | | | | | | | |

$$c_{nom} = \max(c_{min,b}, c_{min,dur}) + 10 \text{ (mm)} \geq 20 \text{ mm}$$

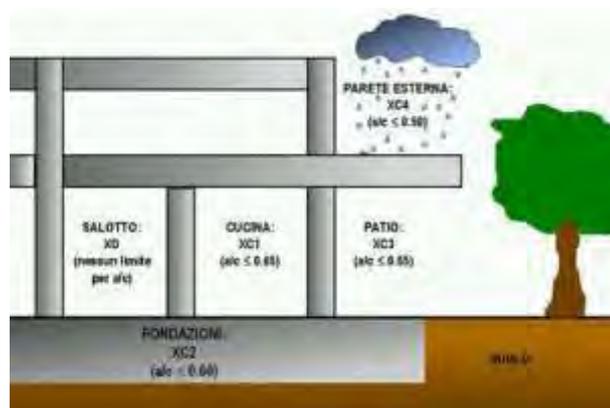
$c_{min,b} = \phi \sqrt{n_b}$ n_b numero di barre di un eventuale gruppo di barre; per barra singola $n_b = 1$.

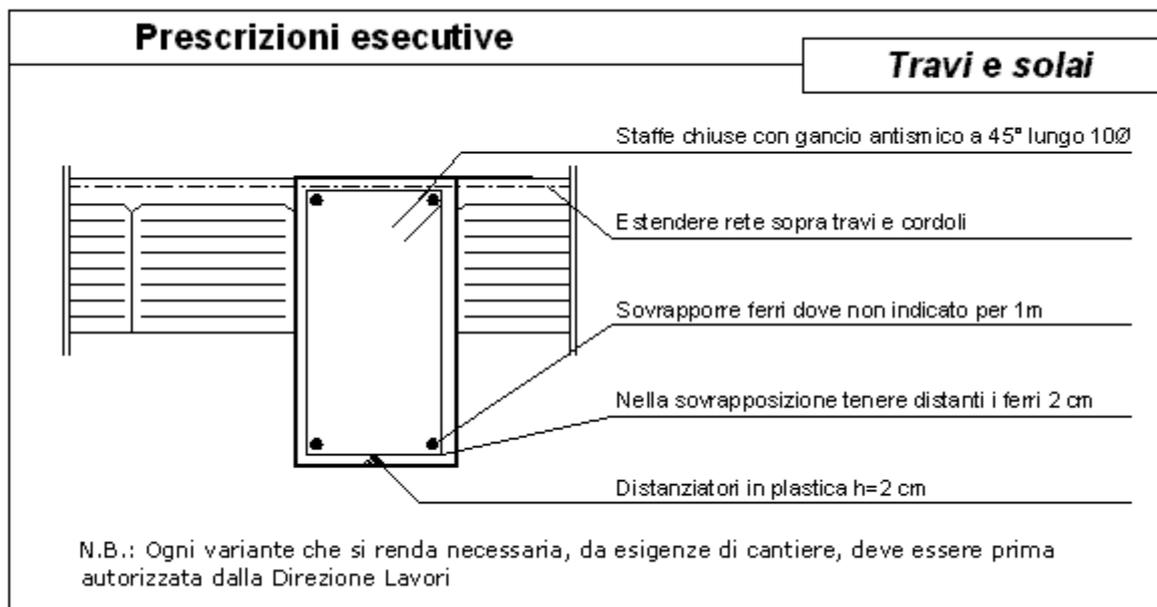


Altezze d e d'

DURABILITA'

| 1 Nessun rischio di corrosione o di attacco | | |
|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| X0 | Calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelodisgelo, abrasione o attacco chimico. Calcestruzzo con armatura o inserti metallici molto asciutto. | Calcestruzzo all'interno di edifici con umidità dell'aria molto bassa. |
| 2 Corrosione indotta da carbonatazione | | |
| XC1 | Asciutto o permanentemente bagnato | Calcestruzzo all'interno di edifici con bassa umidità relativa. Calcestruzzo costantemente immerso in acqua |
| XC2 | Bagnato, raramente asciutto | Superfici di calcestruzzo a contatto con acqua per lungo tempo. Molte fondazioni |
| XC3 | Umidità moderata | Calcestruzzo all'interno di edifici con umidità dell'aria moderata oppure elevata. Calcestruzzo esposto all'esterno protetto dalla pioggia |
| XC4 | Ciclicamente bagnato e asciutto | Superfici di calcestruzzo soggette al contatto con acqua non nella classe di esposizione XC2 |
| 3 Corrosione indotta da cloruri | | |
| XD1 | Umidità moderata | Superfici di calcestruzzo esposte a nebbia salina. |
| XD2 | Bagnato, raramente asciutto | Piscine. Calcestruzzo esposto ad acque industriali contenenti cloruri |
| XD3 | Ciclicamente bagnato ed asciutto | Parti di ponti esposte a spruzzi contenenti cloruri Pavimentazioni stradali e di parcheggi |
| 4 Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare | | |
| XS1 | Esposto a nebbia salina ma non in contatto diretto con acqua di mare | Strutture prossime oppure sulla costa |
| XS2 | Permanentemente sommerso | Parti di strutture marine |
| XS3 | Zone esposte alle onde, agli spruzzi oppure alle maree | Parti di strutture marine |
| 5 Attacco di cicli gelo/disgelo | | |
| XF1 | Moderata saturazione d'acqua, senza impiego di agente antigelo | Superfici verticali di calcestruzzo esposte alla pioggia e al gelo |
| XF2 | Moderata saturazione d'acqua, con uso di agente antigelo | Superfici verticali di calcestruzzo di strutture stradali esposte al gelo e nebbia di agenti antigelo |
| XF3 | Elevata saturazione d'acqua, senza antigelo | Superfici orizzontali di calcestruzzo esposte alla pioggia e al gelo |
| XF4 | Elevata saturazione d'acqua, con antigelo oppure acqua di mare | Strade e impalcati da ponte esposti agli agenti antigelo Superfici di calcestruzzo esposte direttamente a nebbia contenente agenti antigelo e al gelo |
| 6. Attacco chimico | | |
| XA1 | Ambiente chimico debolmente aggressivo | Suoli naturali ed acqua del terreno |
| XA2 | Ambiente chimico moderatamente aggressivo | Suoli naturali ed acqua del terreno |
| XA3 | Ambiente chimico fortemente aggressivo | Suoli naturali ed acqua del terreno |





- Sovrapporre i ferri nelle riprese per almeno 60 diametri ;
- Impiegare distanziatori in plastica o pasta di cemento per garantire un copriferro (misurato dall'esterno ferro e non dal baricentro ferro) di almeno cm 2,5 per le travi e cm 3 per i pilastri (a meno di prescrizioni superiori per esigenze di REI) ;
- Estendere la rete nella soletta dei solai fino all'esterno cordolo o travi ;
- Sovrapporre le reti di cui sopra per almeno cm 20 ;
- Ancorare i ferri aggiuntivi superiori dei solai all'esterno delle travi di bordo, curando di tenere il baricentro a circa 2.5 cm dal filo superiore del getto della caldana del solaio ;
- Nella giunzione per sovrapposizione dei ferri, non legare i due ferri fra loro, ma tenerli distanziati di almeno cm 2 (interferro).

CARATTERISTICHE MATERIALI UTILIZZATI

LEGENDA TABELLA DATI MATERIALI

Il programma consente l'uso di materiali diversi. Sono previsti i seguenti tipi di materiale:

| | |
|---|-------------------------------|
| 1 | materiale tipo cemento armato |
| 2 | materiale tipo acciaio |
| 3 | materiale tipo muratura |
| 4 | materiale tipo legno |
| 5 | materiale tipo generico |

I materiali utilizzati nella modellazione sono individuati da una sigla identificativa ed un codice numerico (gli elementi strutturali richiamano quest'ultimo nella propria descrizione). Per ogni materiale vengono riportati in tabella i seguenti dati:

| | |
|----------------|-----------------------------------------|
| <i>Young</i> | modulo di elasticità normale |
| <i>Poisson</i> | coefficiente di contrazione trasversale |
| <i>G</i> | modulo di elasticità tangenziale |
| <i>Gamma</i> | peso specifico |
| <i>Alfa</i> | coefficiente di dilatazione termica |

I dati soprariportati vengono utilizzati per la modellazione dello schema statico e per la determinazione dei carichi inerziali e termici. In relazione al tipo di materiale vengono riportati inoltre:

| | | | |
|---|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | cemento armato | Rck Fctm | resistenza caratteristica cubica resistenza media a trazione semplice |
| 2 | acciaio | Ft Fy Fd Fdt Sadm Sadmt | tensione di rottura a trazione tensione di snervamento resistenza di calcolo resistenza di calcolo per spess. $t > 40$ mm tensione ammissibile tensione ammissibile per spess. $t > 40$ mm |
| 3 | muratura | Resist. Fk Resist. Fvko | resistenza caratteristica a compressione resistenza caratteristica a taglio |
| 4 | legno | Resist. fc0k Resist. ft0k Resist. fmk Resist. fvk Modulo E0,05 Lamellare | Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per compressione Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per trazione Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per flessione Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per taglio Modulo elastico parallelo caratteristico lamellare o massiccio |

Con riferimento al **Documento di Affidabilità** "Test di validazione del software di calcolo PRO_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO_SAP Modulo Geotecnico, PRO_CAD nodi acciaio e PRO_MST" - versione Maggio 2011, disponibile per il download sul sito **www.2si.it**, si segnalano i seguenti esempi applicativi:

Modellazione di strutture in c.a.

| Test N° | Titolo |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 41 | GERARCHIA DELLE RESISTENZE PER TRAVI IN C.A. |
| 42 | GERARCHIA DELLE RESISTENZE PER PILASTRI IN C.A. |
| 43 | VERIFICA ALLE TA DI STRUTTURE IN C.A. |
| 44 | VERIFICA AGLI SLU DI STRUTTURE IN C.A. |
| 45 | VERIFICA A PUNZONAMENTO ALLO SLU DI PIASTRE IN C.A. |
| 46 | VERIFICA A PUNZONAMENTO ALLO SLU DI TRAVI IN C.A. |
| 47 | PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 9/1/96 |
| 48 | PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 14/1/2008 |
| 49 | VERIFICA ALLO SLE (TENSIONI E FESSURAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A. |
| 50 | VERIFICA ALLO SLE (DEFORMAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A. |
| 51 | FATTORE DI STRUTTURA |
| 52 | SOVRARESISTENZE |
| 53 | DETTAGLI COSTRUTTIVI C.A.: LIMITI D'ARMATURA PILASTRI E NODI TRAVE-PILASTRO |
| 54 | PARETI IN C.A. SNELLE IN ZONA SISMICA |
| 80 | ANALISI PUSHOVER DI UN EDIFICIO IN C.A. |
| 120 | PROGETTO E VERIFICA DI TRAVI PREM |

Modellazione di strutture in acciaio

| Test N° | Titolo |
|---------|--------------------------------------------------------------------|
| 55 | VERIFICA DI STABILITA' DI ASTE COMPRESSE IN ACCIAIO – METODO OMEGA |
| 56 | LUCE LIBERA DI TRAVI E ASTE IN ACCIAIO |
| 57 | LUCE LIBERA DI COLONNE IN ACCIAIO |
| 58 | SVERGOLAMENTO DI TRAVI IN ACCIAIO |
| 59 | FATTORE DI STRUTTURA |

| | |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 60 | ACCIAIO D.M.2008 |
| 61 | ACCIAIO EC3 |
| 62 | GERARCHIA RESISTENZE STRUTTURE IN ACCIAIO |
| 63 | STABILITA' DI ASTE COMPOSTE IN ACCIAIO |
| 73 | COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO CON PRESENZA IRRIGIDIMENTI TRASVERSALI |
| 74 | COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO CON PRESENZA DI UN PIATTO DI RINFORZO SALDATO ALL'ANIMA DELLA COLONNA |
| 75 | COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO CON PRESENZA DI DUE PIATTI DI RINFORZO SALDATI ALL'ANIMA DELLA COLONNA |
| 76 | COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO A DUE VIE SU ALI COLONNA |
| 77 | COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO A UNA VIA CON DUE COMBINAZIONI DI CARICO |
| 78 | COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO SU ANIMA SENZA RINFORZI A QUATTRO FILE DI BULLONI DI CUI UNA SU PIASTRA INFERIORE E UNA SU PIASTRA SUPERIORE |
| 79 | VERIFICA DELLA PIASTRA NODO TRAVE COLONNA |
| 85 | TELAIO ACCIAIO: CONTROVENTI CONCENTRICI |

Modellazione di strutture in muratura

| Test N° | Titolo |
|-----------|----------------------------------------------------------|
| 81 | ANALISI PUSHOVER DI UNA STRUTTURA IN MURATURA |
| 84 | ANALISI ELASTO PLASTICA INCREMENTALE, PARETE IN MURATURA |
| 86 | VERIFICA NON SISMICA DELLE MURATURE (D.M. 87 TA) |
| 87 | VERIFICA NON SISMICA DELLE MURATURE (D.M. 2005 SL) |
| 88 | FATTORE DI STRUTTURA |

Modellazione di strutture in legno

| Test N° | Titolo |
|---------|--------|
|---------|--------|

| | |
|------------|-------------------------------------------------------------------------|
| 17 | SOLAIO: MISTO LEGNO-CALCESTRUZZO |
| 89 | VERIFICA ALLO SLU DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5 |
| 90 | VERIFICA ALLO SLE DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5 |
| 91 | FATTORE DI STRUTTURA |
| 92 | VERIFICHE EC5 |
| 93 | SNELLEZZE EC5 |
| 94 | VERIFICA AL FUOCO DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5 |
| 117 | PROGETTO E VERIFICA DI GUSCI IN MATERIALE XLAM |
| 118 | PROGETTO E VERIFICA DI PARETI IN MATERIALE XLAM E RELATIVI COLLEGAMENTI |
| 119 | PROGETTO E VERIFICA DI SOLAI IN MATERIALE XLAM |

| Id | Tipo / Note | | Young | Poisson | G | Gamma | Alfa |
|----|----------------------------|---------|-----------|---------|-----------|----------|----------|
| | | daN/cm2 | daN/cm2 | | daN/cm2 | daN/cm3 | |
| 1 | Calcestruzzo Classe C28/35 | | 3.260e+05 | 0.12 | 1.455e+05 | 2.50e-03 | 1.00e-05 |
| | Rck | 350.0 | | | | | |
| | fctm | 28.4 | | | | | |

MODELLAZIONE DELLE SEZIONI

LEGENDA TABELLA DATI SEZIONI

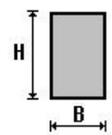
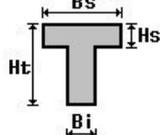
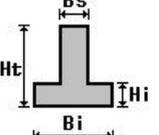
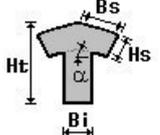
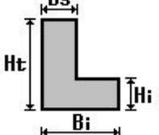
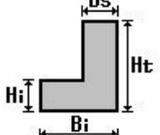
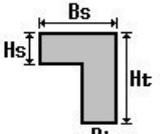
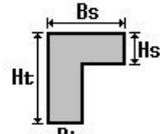
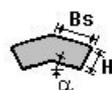
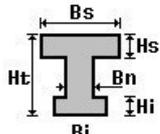
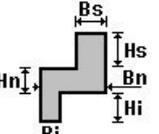
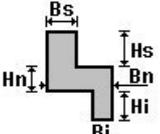
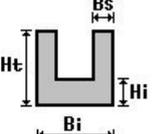
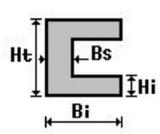
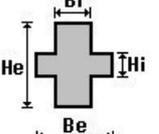
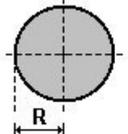
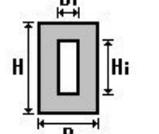
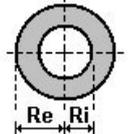
Il programma consente l'uso di sezioni diverse. Sono previsti i seguenti tipi di sezione:

- 1 sezione di tipo generico
- 2 profilati semplici
- 3 profilati accoppiati e speciali

Le sezioni utilizzate nella modellazione sono individuate da una sigla identificativa ed un codice numerico (gli elementi strutturali richiamano quest'ultimo nella propria descrizione). Per ogni sezione vengono riportati in tabella i seguenti dati:

| | |
|--------------|---------------------------------------------------------------------|
| Area | area della sezione |
| A V2 | area della sezione/fattore di taglio (per il taglio in direzione 2) |
| A V3 | area della sezione/fattore di taglio (per il taglio in direzione 3) |
| Jt | fattore torsionale di rigidezza |
| J2-2 | momento d'inerzia della sezione riferito all'asse 2 |
| J3-3 | momento d'inerzia della sezione riferito all'asse 3 |
| W2-2 | modulo di resistenza della sezione riferito all'asse 2 |
| W3-3 | modulo di resistenza della sezione riferito all'asse 3 |
| Wp2-2 | modulo di resistenza plastico della sezione riferito all'asse 2 |
| Wp3-3 | modulo di resistenza plastico della sezione riferito all'asse 3 |

I dati soprariportati vengono utilizzati per la determinazione dei carichi inerziali e per la definizione delle rigidezze degli elementi strutturali; qualora il valore di Area V2 (e/o Area V3) sia nullo la deformabilità per taglio V2 (e/o V3) è trascurata. La valutazione delle caratteristiche inerziali delle sezioni è condotta nel riferimento 2-3 dell'elemento.

| | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  rettangolare |  a T |  a T rovescia |  a T di colmo |  a L |  a L specchiata |
|  a L specchiata rovescia |  a L rovescia |  a L di colmo |  a doppio T |  a quattro specchiata |  a quattro |
|  a U |  a C |  a croce |  circolare |  rettangolare cava |  circolare cava |

Per quanto concerne i profilati semplici ed accoppiati l'asse 2 del riferimento coincide con l'asse x riportato nei più diffusi profilati.

Per quanto concerne le sezioni di tipo generico (tipo 1.):
 i valori dimensionali con prefisso B sono riferiti all'asse 2
 i valori dimensionali con prefisso H sono riferiti all'asse 3

Con riferimento al **Documento di Affidabilità "Test di validazione del software di calcolo PRO_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO_SAP Modulo Geotecnico, PRO_CAD nodi acciaio e PRO_MST"** - versione Maggio 2011, disponibile per il download sul sito **www.2si.it**, si segnalano i seguenti esempi applicativi:

| Test N° | Titolo |
|---------|-----------------------------------------------------------------------|
| 1 | CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI |
| 44 | VERIFICA AGLI SLU DI STRUTTURE IN C.A. |
| 47 | PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 9/1/96 |
| 48 | PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 14/1/2008 |
| 49 | VERIFICA ALLO SLE (TENSIONI E FESSURAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A. |
| 50 | VERIFICA ALLO SLE (DEFORMAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A. |
| 95 | ANALISI DI RESISTENZA AL FUOCO |

| Id | Tipo | Area | A V2 | A V3 | Jt | J 2-2 | J 3-3 | W 2-2 | W 3-3 | Wp 2-2 | Wp 3-3 |
|----|-------------------------------------|-----------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1 | Rettangolare: b=100.00 h =80.00 | 8000.00 | 6666.67 | 6666.67 | 8.797e+06 | 6.667e+06 | 4.267e+06 | 1.333e+05 | 1.067e+05 | 2.000e+05 | 1.600e+05 |
| 2 | Rettangolare: b=100.00 h =100.00 | 1.000e+04 | 8333.33 | 8333.33 | 1.406e+07 | 8.333e+06 | 8.333e+06 | 1.667e+05 | 1.667e+05 | 2.500e+05 | 2.500e+05 |

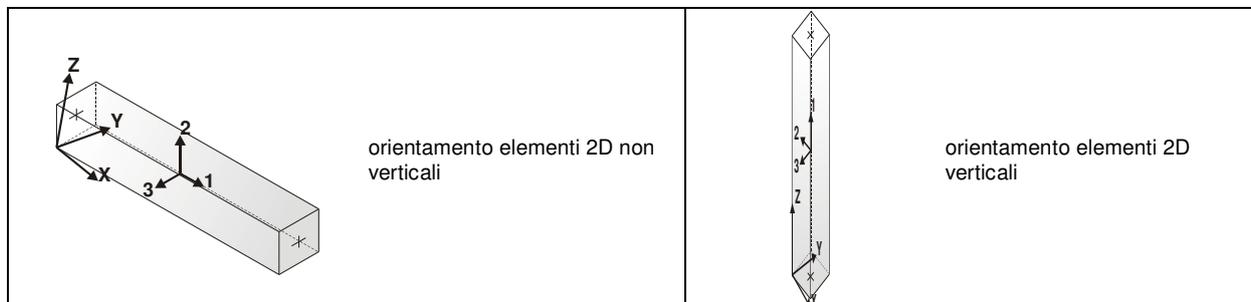
MODELLAZIONE STRUTTURALE: ELEMENTI TRAVE

TABELLA DATI TRAVI

Il programma utilizza per la modellazione elementi a due nodi denominati in generale travi.

Ogni elemento trave è individuato dal nodo iniziale e dal nodo finale.

Ogni elemento è caratterizzato da un insieme di proprietà riportate in tabella che ne completano la modellazione.



orientamento elementi 2D non verticali

orientamento elementi 2D verticali

In particolare per ogni elemento viene indicato in tabella:

| | |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Elem. | numero dell'elemento |
| Note | codice di comportamento: trave, trave di fondazione, pilastro, asta, asta tesa, asta compressa |
| Nodo I (J) | numero del nodo iniziale (finale) |
| Mat. | codice del materiale assegnato all'elemento |
| Sez. | codice della sezione assegnata all'elemento |
| Rotaz. | valore della rotazione dell'elemento, attorno al proprio asse, nel caso in cui l'orientamento di default non sia adottabile; l'orientamento di default prevede per gli elementi non verticali l'asse 2 contenuto nel piano verticale e l'asse 3 orizzontale, per gli elementi verticali l'asse 2 diretto secondo X negativo e l'asse 3 diretto secondo Y negativo |
| Svincolo I (J) | codici di svincolo per le azioni interne; i primi sei codici si riferiscono al nodo iniziale, i restanti sei al nodo finale (il valore 1 indica che la relativa azione interna non è attiva) |
| Wink V | costante di sottofondo (coefficiente di Winkler) per la modellazione della trave su suolo elastico |
| Wink O | costante di sottofondo (coefficiente di Winkler) per la modellazione del suolo elastico orizzontale |

Con riferimento al **Documento di Affidabilità** "Test di validazione del software di calcolo PRO_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO_SAP Modulo Geotecnico, PRO_CAD nodi acciaio e PRO_MST" - versione Maggio 2011, disponibile per il download sul sito **www.2si.it**, si segnalano i seguenti esempi applicativi:

| Test N° | Titolo |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 2 | TRAVI A UNA CAMPATA |
| 3 | TRAVE A PIU' CAMPATE |
| 4 | TRAVE A UNA CAMPATA SU TERRENO ALLA WINKLER |
| 5 | TRAVI SU TERRENO ALLA WINKLER CON CARICO TRASVERSALE |
| 6 | TELAI PIANI CON CERNIERE ALLA BASE |
| 7 | TELAI PIANI CON INCASTRI ALLA BASE |
| 11 | STRUTTURE SOGGETTE A VARIAZIONI TERMICHE |
| 12 | STRUTTURE SU TERRENO ALLA WINKLER SOTTOPOSTE A CARICHI DISTRIBUITI TRIANGOLARI |
| 21 | DRILLING |
| 24 | TENSIONI E ROTAZIONI RISPETTO ALLA CORDA DI ELEMENTI TRAVE |
| 27 | FRECCIA DI ELEMENTI TRAVE |
| 41 | GERARCHIA DELLE RESISTENZE PER TRAVI IN C.A. |
| 42 | GERARCHIA DELLE RESISTENZE PER PILASTRI IN C.A. |
| 43 | VERIFICA ALLE TA DI STRUTTURE IN C.A. |
| 44 | VERIFICA AGLI SLU DI STRUTTURE IN C.A. |
| 46 | VERIFICA A PUNZONAMENTO ALLO SLU DI TRAVI IN C.A. |
| 47 | PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 9/1/96 |
| 48 | PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 14/1/2008 |
| 49 | VERIFICA ALLO SLE (TENSIONI E FESSURAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A. |
| 50 | VERIFICA ALLO SLE (DEFORMAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A. |
| 51 | FATTORE DI STRUTTURA |
| 52 | SOVRARESISTENZE |
| 53 | DETTAGLI COSTRUTTIVI C.A.: LIMITI D'ARMATURA PILASTRI E NODI TRAVE-PILASTRO |

| | |
|------------|--------------------------------------------------------------------|
| 55 | VERIFICA DI STABILITA' DI ASTE COMPRESSE IN ACCIAIO – METODO OMEGA |
| 56 | LUCE LIBERA DI TRAVI E ASTE IN ACCIAIO |
| 57 | LUCE LIBERA DI COLONNE IN ACCIAIO |
| 58 | SVERGOLAMENTO DI TRAVI IN ACCIAIO |
| 63 | STABILITA' DI ASTE COMPOSTE IN ACCIAIO |
| 68 | VALUTAZIONE EFFETTO P- δ SU PILASTRATA |
| 69 | VALUTAZIONE EFFETTO P- δ SU TELAIO 3D |
| 80 | ANALISI PUSHOVER DI UN EDIFICIO IN C.A. |
| 82 | ANALISI ELASTO PLASTICA INCREMENTALE |
| 83 | ANALISI ELASTO PLASTICA INCREMENTALE |
| 89 | VERIFICA ALLO SLU DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5 |
| 90 | VERIFICA ALLO SLE DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5 |
| 93 | SNELLEZZE EC5 |
| 120 | PROGETTO E VERIFICA DI TRAVI PREM |

| Elem. | Note | Nodo I | Nodo J | Mat. | Sez. | Rotaz. gradi | Svincolo I | Svincolo J | Wink V daN/cm3 | Wink O daN/cm3 |
|-------|----------|--------|--------|------|------|-----------------|------------|------------|-------------------|-------------------|
| 1 | Trave f. | 1 | 2 | 1 | 2 | | | | 5.00 | 5.00 |
| 2 | Pilas. | 2 | 4 | 1 | 2 | | | | | |
| 3 | Pilas. | 1 | 3 | 1 | 2 | | | | | |
| 4 | Trave | 3 | 4 | 1 | 1 | | | | | |

MODELLAZIONE DELLE AZIONI

LEGENDA TABELLA DATI AZIONI

Il programma consente l'uso di diverse tipologie di carico (azioni). Le azioni utilizzate nella modellazione sono individuate da una sigla identificativa ed un codice numerico (gli elementi strutturali richiamano quest'ultimo nella propria descrizione). Per ogni azione applicata alla struttura viene di riportato il codice, il tipo e la sigla identificativa. Le tabelle successive dettagliano i valori caratteristici di ogni azione in relazione al tipo. Le tabelle riportano infatti i seguenti dati in relazione al tipo:

| | |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | carico concentrato nodale 6 dati (forza Fx, Fy, Fz, momento Mx, My, Mz) |
| 2 | spostamento nodale impresso 6 dati (spostamento Tx,Ty,Tz, rotazione Rx,Ry,Rz) |
| 3 | carico distribuito globale su elemento tipo trave 7 dati (fx,fy,fz,mx,my,mz,ascissa di inizio carico) 7 dati (fx,fy,fz,mx,my,mz,ascissa di fine carico) |
| 4 | carico distribuito locale su elemento tipo trave 7 dati (f1,f2,f3,m1,m2,m3,ascissa di inizio carico) 7 dati (f1,f2,f3,m1,m2,m3,ascissa di fine carico) |
| 5 | carico concentrato globale su elemento tipo trave 7 dati (Fx,Fy,Fz,Mx,My,Mz,ascissa di carico) |
| 6 | carico concentrato locale su elemento tipo trave 7 dati (F1, F2, F3, M1, M2, M3, ascissa di carico) |
| 7 | variazione termica applicata ad elemento tipo trave 7 dati (variazioni termiche: uniforme, media e differenza in altezza e larghezza al nodo iniziale e finale) |
| 8 | carico di pressione uniforme su elemento tipo piastra 1 dato (pressione) |
| 9 | carico di pressione variabile su elemento tipo piastra 4 dati (pressione, quota, pressione, quota) |
| 10 | variazione termica applicata ad elemento tipo piastra 2 dati (variazioni termiche: media e differenza nello spessore) |

11 carico variabile generale su elementi tipo trave e piastra

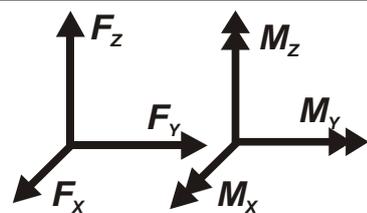
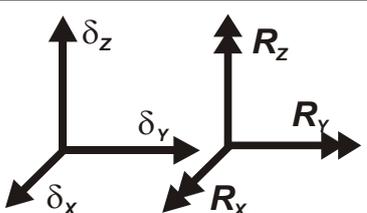
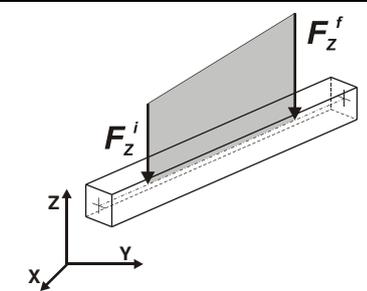
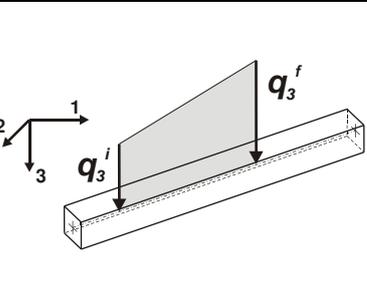
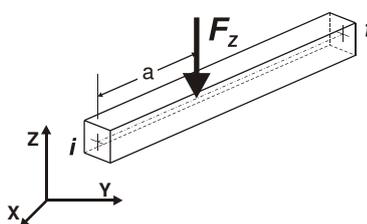
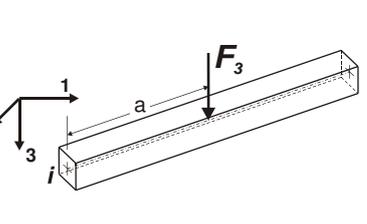
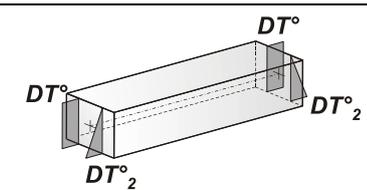
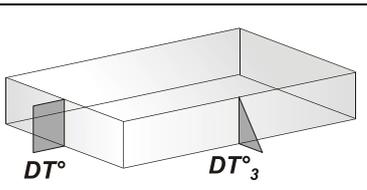
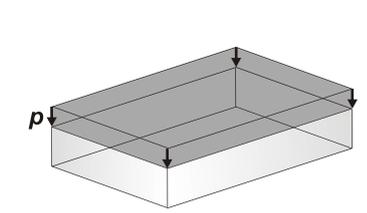
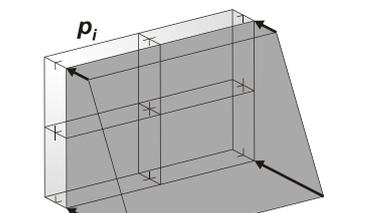
1 dato descrizione della tipologia

4 dati per segmento (posizione, valore, posizione, valore)

la tipologia precisa l'ascissa di definizione, la direzione del carico, la modalità di carico e la larghezza d'influenza per gli elementi tipo trave

12 gruppo di carichi con impronta su piastra

9 dati (numero di ripetizioni in direzione X e Y, valore di ciascun carico, posizione centrale del primo, dimensioni dell'impronta, interasse tra i carichi)

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>Carico concentrato nodale</p> |  <p>Spostamento impresso</p> |
|  <p>Carico distribuito globale</p> |  <p>Carico distribuito locale</p> |
|  <p>Carico concentrato globale</p> |  <p>Carico concentrato locale</p> |
|  <p>Carico termico 2D</p> |  <p>Carico termico 3D</p> |
|  <p>Carico pressione uniforme</p> |  <p>Carico pressione variabile</p> |

Tipo carico concentrato nodale

| Id | Tipo | Fx | Fy | Fz | Mx | My | Mz |
|----|---------------|-----|-----|---------|--------|--------|--------|
| | | daN | daN | daN | daN cm | daN cm | daN cm |
| 2 | CN:Fz=-810.00 | 0.0 | 0.0 | -810.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

Tipo carico distribuito globale su trave

| Id | Tipo | Pos. | fx | fy | fz | mx | my | mz |
|----|------|------|--------|--------|--------|-----|-----|-----|
| | | cm | daN/cm | daN/cm | daN/cm | daN | daN | daN |

| Id | Tipo | Pos. | fx | fy | fz | mx | my | mz |
|----|------------------------------------------------|------|--------|-----|--------|-----|-----|-----|
| 1 | DG:Fzi=-16.20 Fzf=-16.20 PESO BALLAST | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -16.20 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -16.20 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 3 | DG:Fxi=71.60 Fxf=11.40 | 0.0 | 71.60 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | | 0.0 | 11.40 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 4 | DG:Fxi=-71.60 Fxf=-11.40 | 0.0 | -71.60 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | | 0.0 | -11.40 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 5 | DG:Fzi=-67.23 Fzf=-67.23 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -67.23 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -67.23 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 6 | DG:Fxi=22.98 Fxf=22.98 | 0.0 | 22.98 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | | 0.0 | 22.98 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 7 | DG:Fxi=-22.98 Fxf=-22.98 | 0.0 | -22.98 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | | 0.0 | -22.98 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 8 | DG:Fxi=10.37 Fxf=10.37 | 0.0 | 10.37 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | | 0.0 | 10.37 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 9 | DG:Fxi=13.38 Fxf=13.38 f"H | 0.0 | 13.38 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | | 0.0 | 13.38 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 10 | DG:Fxi=5.83 Fxf=5.83 f"H | 0.0 | 5.83 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | | 0.0 | 5.83 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 11 | DG:Fzi=-6.66 Fzf=-6.66 f"V | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -6.66 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -6.66 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 12 | DG:Fxi=36.84 Fxf=36.84 SPINTA TERRENO SISMA SX | 0.0 | 36.84 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | | 0.0 | 36.84 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 13 | DG:Fzi=-50.00 Fzf=-50.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -50.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -50.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

SCHEMATIZZAZIONE DEI CASI DI CARICO

LEGENDA TABELLA CASI DI CARICO

Il programma consente l'applicazione di diverse tipologie di casi di carico.

Sono previsti i seguenti 11 tipi di casi di carico:

| | Sigla | Tipo | Descrizione |
|-----------|--------------|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Ggk | A | caso di carico comprensivo del peso proprio struttura |
| 2 | Gk | NA | caso di carico con azioni permanenti |
| 3 | Qk | NA | caso di carico con azioni variabili |
| 4 | Gsk | A | caso di carico comprensivo dei carichi permanenti sui solai e sulle coperture |
| 5 | Qsk | A | caso di carico comprensivo dei carichi variabili sui solai |
| 6 | Qnk | A | caso di carico comprensivo dei carichi di neve sulle coperture |
| 7 | Qtk | SA | caso di carico comprensivo di una variazione termica agente sulla struttura |
| 8 | Qvk | NA | caso di carico comprensivo di azioni da vento sulla struttura |
| 9 | Esk | SA | caso di carico sismico con analisi statica equivalente |
| 10 | Edk | SA | caso di carico sismico con analisi dinamica |
| 11 | Pk | NA | caso di carico comprensivo di azioni derivanti da coazioni, cedimenti e precompressioni |

Sono di tipo automatico A (ossia non prevedono introduzione dati da parte dell'utente) i seguenti casi di carico: 1-Ggk; 4-Gsk; 5-Qsk; 6-Qnk.

Sono di tipo semi-automatico SA (ossia prevedono una minima introduzione dati da parte dell'utente) i seguenti casi di carico:

7-Qtk, in quanto richiede solo il valore della variazione termica;

9-Esk e 10-Edk, in quanto richiedono il valore dell'angolo di ingresso del sisma e l'individuazione dei casi di carico partecipanti alla definizione delle masse.

Sono di tipo non automatico NA ossia prevedono la diretta applicazione di carichi generici agli elementi strutturali (si veda il precedente punto Modellazione delle Azioni) i restanti casi di carico.

Nella tabella successiva vengono riportati i casi di carico agenti sulla struttura, con l'indicazione dei dati relativi al caso di carico stesso: *Numero Tipo e Sigla identificativa, Valore di riferimento* del caso di carico (se previsto).

In successione, per i casi di carico non automatici, viene riportato l'elenco di nodi ed elementi direttamente caricati con la sigla identificativa del carico.

Per i casi di carico di tipo sismico (9-Esk e 10-Edk), viene riportata la tabella di definizione delle masse: per ogni caso di carico partecipante alla definizione delle masse viene indicata la relativa aliquota (partecipazione) considerata. Si precisa che per i caso di carico 5-Qsk e 6-Qnk la partecipazione è prevista localmente per ogni elemento solaio o copertura presente nel modello (si confronti il valore Sksol nel capitolo relativo agli elementi solaio) e pertanto la loro partecipazione è di norma pari a uno.

| CDC | Tipo | Sigla Id | Note |
|------------|-------------|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Ggk | CDC=Ggk (peso proprio della struttura) | |
| 2 | Gk | permB (ballast) | Nodo:da 3 a 4 Azione : CN:Fz=-810.00 D2 : 4 Azione : DG:Fzi=-16.20 Fzf=-16.20 PESO BALLAST |
| 3 | Gk | SPT spinta terreno statica SX | D2 : 3 Azione : DG:Fxi=71.60 Fxf=11.40 |
| 4 | Qk | ACC SW2 | D2 : 4 Azione : DG:Fzi=-67.23 Fzf=-67.23 |
| 5 | Qk | spinta TERRENO ACC SW2 SX | D2 : 3 Azione : DG:Fxi=22.98 Fxf=22.98 |
| 6 | Qk | AVVIAMENTO | D2 : 4 Azione : DG:Fxi=10.37 Fxf=10.37 |
| 7 | Qtk | CDC=Qtk (carico termico) dT= 15.00 | variazione termica:15.00 |
| 8 | Qtk | CDC=Qtk (RITIRO) dT= -10.00 | variazione termica:-10.00 |
| 9 | Qk | SISMA H | D2 : 2 Azione : DG:Fxi=5.83 Fxf=5.83 f"H D2 : 3 Azione : DG:Fxi=5.83 Fxf=5.83 f"H D2 : 4 Azione : DG:Fxi=13.38 Fxf=13.38 f"H |
| 10 | Qk | SISMA V | D2 : 4 Azione : DG:Fzi=-6.66 Fzf=-6.66 f"V |
| 11 | Qk | SP SISMICA TERRENO | D2 : 3 Azione : DG:Fxi=36.84 Fxf=36.84 SPINTA TERRENO SISMA SX |
| 12 | Gk | SPT spinta terreno statica DX | D2 : 2 Azione : DG:Fxi=-71.60 Fxf=-11.40 |
| 13 | Qk | spinta TERRENO ACC SW2 DX | D2 : 2 Azione : DG:Fxi=-22.98 Fxf=-22.98 |
| 14 | Qk | prova traffico stradale | D2 : 1 Azione : DG:Fzi=-50.00 Fzf=-50.00 |

DEFINIZIONE DELLE COMBINAZIONI

LEGENDA TABELLA COMBINAZIONI DI CARICO

Il programma combina i diversi tipi di casi di carico (CDC) secondo le regole previste dalla normativa vigente. Le combinazioni previste sono destinate al controllo di sicurezza della struttura ed alla verifica degli spostamenti e delle sollecitazioni.

La prima tabella delle combinazioni riportata di seguito comprende le seguenti informazioni: *Numero, Tipo, Sigla identificativa*. Una seconda tabella riporta il *peso nella combinazione*, assunto per ogni caso di carico.

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni:

Combinazione fondamentale SLU

$$\gamma G1 \cdot G1 + \gamma G2 \cdot G2 + \gamma P \cdot P + \gamma Q1 \cdot Qk1 + \gamma Q2 \cdot \psi 02 \cdot Qk2 + \gamma Q3 \cdot \psi 03 \cdot Qk3 + \dots$$

Combinazione caratteristica (rara) SLE

$$G1 + G2 + P + Qk1 + \psi 02 \cdot Qk2 + \psi 03 \cdot Qk3 + \dots$$

Combinazione frequente SLE

$$G1 + G2 + P + \psi 11 \cdot Qk1 + \psi 22 \cdot Qk2 + \psi 23 \cdot Qk3 + \dots$$

Combinazione quasi permanente SLE

$$G1 + G2 + P + \psi 21 \cdot Qk1 + \psi 22 \cdot Qk2 + \psi 23 \cdot Qk3 + \dots$$

Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E

$$E + G1 + G2 + P + \psi 21 \cdot Qk1 + \psi 22 \cdot Qk2 + \dots$$

Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite connessi alle azioni eccezionali

$$G1 + G2 + P + \psi 21 \cdot Qk1 + \psi 22 \cdot Qk2 + \dots$$

Dove:

NTC 2008 Tabella 2.5.I

| Destinazione d'uso/azione | $\psi 0$ | $\psi 1$ | $\psi 2$ |
|------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|
| Categoria A residenziali | 0,70 | 0,50 | 0,30 |
| Categoria B uffici | 0,70 | 0,50 | 0,30 |
| Categoria C ambienti suscettibili di affollamento | 0,70 | 0,70 | 0,60 |
| Categoria D ambienti ad uso commerciale | 0,70 | 0,70 | 0,60 |
| Categoria E biblioteche, archivi, magazzini,... | 1,00 | 0,90 | 0,80 |
| Categoria F Rimesse e parcheggi (autoveicoli ≤ 30 kN) | 0,70 | 0,70 | 0,60 |
| Categoria G Rimesse e parcheggi (autoveicoli > 30 kN) | 0,70 | 0,50 | 0,30 |
| Categoria H Coperture | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Vento | 0,60 | 0,20 | 0,00 |
| Neve a quota ≤ 1000 m | 0,50 | 0,20 | 0,00 |
| Neve a quota > 1000 m | 0,70 | 0,50 | 0,20 |
| Variazioni Termiche | 0,60 | 0,50 | 0,00 |

Nelle verifiche possono essere adottati in alternativa, due diversi approcci progettuali:

- per l'approccio 1 si considerano due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti di sicurezza parziali per le azioni, per i materiali e per la resistenza globale (combinazione 1 con coefficienti A1 e combinazione 2 con coefficienti A2),
- per l'approccio 2 si definisce un'unica combinazione per le azioni, per la resistenza dei materiali e per la resistenza globale (con coefficienti A1).

NTC 2008 Tabella 2.6.1

| | | Coefficiente γ_f | EQU | A1 | A2 |
|--------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------|------------|-----------|-----------|
| Carichi permanenti | Favorevoli | γ_{G1} | 0,9 | 1,0 | 1,0 |
| | Sfavorevoli | | 1,1 | 1,3 | 1,0 |
| Carichi permanenti non strutturali (Non compiutamente definiti) | Favorevoli | γ_{G2} | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | Sfavorevoli | | 1,5 | 1,5 | 1,3 |
| Carichi variabili | Favorevoli | γ_{Qi} | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | Sfavorevoli | | 1,5 | 1,5 | 1,3 |

| Cmb | Tipo | Sigla Id | effetto P-delta |
|-----|----------|-----------------------------|-----------------|
| 1 | SLU | Combinazione 1 da definire | |
| 2 | SLU | Combinazione 2 da definire | |
| 3 | SLU | Combinazione 3 da definire | |
| 4 | SLU | Combinazione 4 da definire | |
| 5 | SLU | Combinazione 5 da definire | |
| 6 | SLU | Combinazione 6 da definire | |
| 7 | SLU | Combinazione 7 da definire | |
| 8 | SLU | Combinazione 8 da definire | |
| 9 | SLU | Combinazione 9 da definire | |
| 10 | SLU | Combinazione 10 da definire | |
| 11 | SLU | Combinazione 11 da definire | |
| 12 | SLU | Combinazione 12 da definire | |
| 13 | SLD(sis) | Combinazione 13 da definire | |
| 14 | SLD(sis) | Combinazione 14 da definire | |
| 15 | SLD(sis) | Combinazione 13 da definire | |
| 16 | SLD(sis) | Combinazione 14 da definire | |
| 17 | SLD(sis) | Combinazione 15 da definire | |
| 18 | SLD(sis) | Combinazione 16 da definire | |
| 19 | SLD(sis) | Combinazione 15 da definire | |
| 20 | SLD(sis) | Combinazione 16 da definire | |
| 21 | SLE(r) | Combinazione 17 da definire | |
| 22 | SLE(r) | Combinazione 18 da definire | |
| 23 | SLE(r) | Combinazione 19 da definire | |

| Cmb | CDC 1/15... | CDC 2/16... | CDC 3/17... | CDC 4/18... | CDC 5/19... | CDC 6/20... | CDC 7/21... | CDC 8/22... | CDC 9/23... | CDC 10/24... | CDC 11/25... | CDC 12/26... | CDC 13/27... | CDC 14/28... |
|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 1.35 | 1.50 | 1.00 | 1.45 | 0.0 | 1.45 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.00 | 1.45 | 0.0 |
| 2 | 1.35 | 1.50 | 1.00 | 1.45 | 0.0 | 1.45 | -0.90 | 1.20 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.00 | 0.0 | 0.0 |
| 3 | 1.35 | 1.50 | 1.00 | 1.45 | 0.0 | 1.45 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.00 | 0.0 | 0.0 |
| 4 | 1.35 | 1.50 | 1.00 | 1.45 | 0.0 | 1.45 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.35 | 1.45 | 0.0 |
| 5 | 1.35 | 1.50 | 1.35 | 1.45 | 0.0 | 1.45 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.35 | 1.45 | 0.0 |
| 6 | 1.35 | 1.50 | 1.35 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.35 | 1.45 | 0.0 |
| 7 | 1.35 | 1.50 | 1.00 | 1.45 | 0.0 | 1.45 | -0.90 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.35 | 1.45 | 0.0 |
| 8 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.35 | 1.45 | 0.0 |
| 9 | 1.35 | 1.50 | 1.00 | 1.45 | 0.0 | 0.0 | 0.90 | 1.20 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.35 | 1.45 | 0.0 |
| 10 | 1.35 | 1.50 | 1.35 | 1.45 | 1.45 | 0.0 | -0.90 | 1.20 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.00 | 0.0 | 0.0 |
| 11 | 1.35 | 1.50 | 1.35 | 1.16 | 0.0 | 0.0 | -1.50 | 1.20 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.00 | 1.16 | 0.0 |
| 12 | 1.35 | 1.50 | 1.35 | 1.16 | 0.0 | 0.0 | 1.50 | 1.20 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.00 | 1.16 | 0.0 |
| 13 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.20 | 0.0 | 0.20 | -0.50 | 0.0 | 1.00 | 0.30 | 1.00 | 1.00 | 0.20 | 0.0 |
| 14 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.20 | 0.0 | 0.20 | -0.50 | 0.0 | 1.00 | -0.30 | 1.00 | 1.00 | 0.20 | 0.0 |
| 15 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.20 | 0.0 | 0.20 | -0.50 | 0.0 | 1.00 | 0.30 | -1.00 | 1.00 | 0.20 | 0.0 |
| 16 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.20 | 0.0 | 0.20 | -0.50 | 0.0 | 1.00 | -0.30 | -1.00 | 1.00 | 0.20 | 0.0 |
| 17 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.20 | 0.0 | 0.20 | -0.50 | 0.0 | 0.30 | -1.00 | 0.30 | 1.00 | 0.20 | 0.0 |
| 18 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.20 | 0.0 | 0.20 | -0.50 | 0.0 | 0.30 | 1.00 | 0.30 | 1.00 | 0.20 | 0.0 |
| 19 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.20 | 0.0 | 0.20 | -0.50 | 0.0 | 0.30 | -1.00 | -0.30 | 1.00 | 0.20 | 0.0 |
| 20 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.20 | 0.0 | 0.20 | -0.50 | 0.0 | 0.30 | 1.00 | -0.30 | 1.00 | 0.20 | 0.0 |
| 21 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.80 | -0.80 | -0.60 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.80 | 0.80 | 0.0 |
| 22 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.80 | 0.80 | 0.60 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.80 | 0.80 | 0.0 |
| 23 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | -0.80 | -0.60 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.80 | 0.80 | 0.0 |

RISULTATI NODALI

LEGENDA RISULTATI NODALI

Il controllo dei risultati delle analisi condotte, per quanto concerne i nodi strutturali, è possibile in relazione alle tabelle sottoriportate.

Una prima tabella riporta infatti per ogni nodo e per ogni combinazione (o caso di carico) gli spostamenti nodali.

Una seconda tabella riporta per ogni nodo a cui sia associato un vincolo rigido e/o elastico o una fondazione speciale e per ogni combinazione (o caso di carico) i valori delle azioni esercitate dalla struttura sui vincoli (reazioni vincolari cambiate di segno).

Una terza tabella, infine riassume per ogni nodo le sei combinazioni in cui si attingono i valori minimi e massimi della reazione Fz, della reazione Mx e della reazione My.

| Nodo | Cmb | Traslazione X cm | Traslazione Y cm | Traslazione Z cm | Rotazione X | Rotazione Y | Rotazione Z |
|------|-----|---------------------|---------------------|---------------------|-------------|-------------|-------------|
| 1 | 1 | -0.01 | 0.0 | -0.62 | 0.0 | -6.82e-04 | 0.0 |
| 1 | 2 | 0.15 | 0.0 | -0.52 | 0.0 | -3.30e-04 | 0.0 |
| 1 | 3 | 0.03 | 0.0 | -0.52 | 0.0 | -3.32e-04 | 0.0 |
| 1 | 4 | -0.03 | 0.0 | -0.65 | 0.0 | -7.95e-04 | 0.0 |
| 1 | 5 | -0.01 | 0.0 | -0.61 | 0.0 | -6.45e-04 | 0.0 |
| 1 | 6 | -0.04 | 0.0 | -0.45 | 0.0 | -6.41e-04 | 0.0 |
| 1 | 7 | 0.03 | 0.0 | -0.65 | 0.0 | -7.94e-04 | 0.0 |
| 1 | 8 | -0.06 | 0.0 | -0.39 | 0.0 | -6.69e-04 | 0.0 |
| 1 | 9 | -0.07 | 0.0 | -0.79 | 0.0 | -1.29e-03 | 0.0 |
| 1 | 10 | 0.19 | 0.0 | -0.51 | 0.0 | -2.42e-04 | 0.0 |
| 1 | 11 | 0.15 | 0.0 | -0.64 | 0.0 | -8.54e-04 | 0.0 |
| 1 | 12 | -0.06 | 0.0 | -0.64 | 0.0 | -8.56e-04 | 0.0 |
| 1 | 13 | 0.13 | 0.0 | -4.52e-03 | 0.0 | 7.88e-04 | 0.0 |
| 1 | 14 | 0.13 | 0.0 | 8.06e-03 | 0.0 | 8.09e-04 | 0.0 |
| 1 | 15 | 0.03 | 0.0 | -0.26 | 0.0 | -1.65e-04 | 0.0 |
| 1 | 16 | 0.03 | 0.0 | -0.24 | 0.0 | -1.45e-04 | 0.0 |
| 1 | 17 | 0.06 | 0.0 | -0.18 | 0.0 | 9.58e-05 | 0.0 |
| 1 | 18 | 0.06 | 0.0 | -0.22 | 0.0 | 2.78e-05 | 0.0 |
| 1 | 19 | 0.03 | 0.0 | -0.26 | 0.0 | -1.90e-04 | 0.0 |
| 1 | 20 | 0.03 | 0.0 | -0.30 | 0.0 | -2.58e-04 | 0.0 |
| 1 | 21 | 0.04 | 0.0 | -0.30 | 0.0 | -3.68e-04 | 0.0 |
| 1 | 22 | -0.01 | 0.0 | -0.15 | 0.0 | 1.75e-04 | 0.0 |
| 1 | 23 | 0.01 | 0.0 | -0.37 | 0.0 | -6.06e-04 | 0.0 |
| 2 | 1 | -0.02 | 0.0 | -0.69 | 0.0 | 8.87e-04 | 0.0 |
| 2 | 2 | -0.09 | 0.0 | -0.80 | 0.0 | 1.32e-03 | 0.0 |
| 2 | 3 | 0.03 | 0.0 | -0.80 | 0.0 | 1.32e-03 | 0.0 |
| 2 | 4 | -0.04 | 0.0 | -0.65 | 0.0 | 7.37e-04 | 0.0 |
| 2 | 5 | -0.02 | 0.0 | -0.68 | 0.0 | 8.50e-04 | 0.0 |
| 2 | 6 | -0.05 | 0.0 | -0.23 | 0.0 | -1.40e-04 | 0.0 |
| 2 | 7 | -0.10 | 0.0 | -0.65 | 0.0 | 7.36e-04 | 0.0 |
| 2 | 8 | -0.07 | 0.0 | -0.10 | 0.0 | -3.76e-04 | 0.0 |
| 2 | 9 | -0.06 | 0.0 | -0.51 | 0.0 | 2.44e-04 | 0.0 |
| 2 | 10 | -0.06 | 0.0 | -0.79 | 0.0 | 1.29e-03 | 0.0 |
| 2 | 11 | -0.18 | 0.0 | -0.54 | 0.0 | 4.92e-04 | 0.0 |
| 2 | 12 | 0.03 | 0.0 | -0.54 | 0.0 | 4.94e-04 | 0.0 |
| 2 | 13 | 0.05 | 0.0 | -0.58 | 0.0 | 1.26e-03 | 0.0 |
| 2 | 14 | 0.05 | 0.0 | -0.57 | 0.0 | 1.23e-03 | 0.0 |
| 2 | 15 | -0.05 | 0.0 | -0.36 | 0.0 | 4.81e-04 | 0.0 |
| 2 | 16 | -0.05 | 0.0 | -0.34 | 0.0 | 4.60e-04 | 0.0 |
| 2 | 17 | -0.01 | 0.0 | -0.36 | 0.0 | 5.37e-04 | 0.0 |
| 2 | 18 | -0.01 | 0.0 | -0.40 | 0.0 | 6.05e-04 | 0.0 |
| 2 | 19 | -0.04 | 0.0 | -0.29 | 0.0 | 3.05e-04 | 0.0 |
| 2 | 20 | -0.04 | 0.0 | -0.33 | 0.0 | 3.73e-04 | 0.0 |
| 2 | 21 | -0.05 | 0.0 | -0.19 | 0.0 | -2.62e-05 | 0.0 |
| 2 | 22 | 0.07 | 0.0 | -0.35 | 0.0 | 5.19e-04 | 0.0 |
| 2 | 23 | -0.08 | 0.0 | -0.13 | 0.0 | -2.19e-04 | 0.0 |
| 3 | 1 | 0.09 | 0.0 | -0.64 | 0.0 | 9.79e-04 | 0.0 |
| 3 | 2 | 0.54 | 0.0 | -0.70 | 0.0 | 1.40e-03 | 0.0 |
| 3 | 3 | 0.42 | 0.0 | -0.53 | 0.0 | 1.39e-03 | 0.0 |
| 3 | 4 | -0.02 | 0.0 | -0.67 | 0.0 | 8.41e-04 | 0.0 |
| 3 | 5 | 0.09 | 0.0 | -0.63 | 0.0 | 9.41e-04 | 0.0 |
| 3 | 6 | -0.33 | 0.0 | -0.46 | 0.0 | -1.83e-04 | 0.0 |
| 3 | 7 | 0.04 | 0.0 | -0.75 | 0.0 | 8.42e-04 | 0.0 |
| 3 | 8 | -0.44 | 0.0 | -0.39 | 0.0 | -3.92e-04 | 0.0 |
| 3 | 9 | -0.45 | 0.0 | -0.80 | 0.0 | 2.99e-04 | 0.0 |
| 3 | 10 | 0.57 | 0.0 | -0.69 | 0.0 | 1.28e-03 | 0.0 |

| | | | | | | | |
|-------------|------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 3 | 11 | 0.01 | 0.0 | -0.88 | 0.0 | 5.06e-04 | 0.0 |
| 3 | 12 | -0.20 | 0.0 | -0.59 | 0.0 | 5.02e-04 | 0.0 |
| 3 | 13 | 0.91 | 0.0 | -0.06 | 0.0 | 1.24e-03 | 0.0 |
| 3 | 14 | 0.91 | 0.0 | -0.04 | 0.0 | 1.22e-03 | 0.0 |
| 3 | 15 | 0.17 | 0.0 | -0.31 | 0.0 | 5.24e-04 | 0.0 |
| 3 | 16 | 0.17 | 0.0 | -0.30 | 0.0 | 5.00e-04 | 0.0 |
| 3 | 17 | 0.31 | 0.0 | -0.23 | 0.0 | 5.11e-04 | 0.0 |
| 3 | 18 | 0.31 | 0.0 | -0.28 | 0.0 | 5.90e-04 | 0.0 |
| 3 | 19 | 0.09 | 0.0 | -0.31 | 0.0 | 2.95e-04 | 0.0 |
| 3 | 20 | 0.09 | 0.0 | -0.35 | 0.0 | 3.75e-04 | 0.0 |
| 3 | 21 | -0.12 | 0.0 | -0.37 | 0.0 | -1.09e-04 | 0.0 |
| 3 | 22 | 0.26 | 0.0 | -0.09 | 0.0 | 4.87e-04 | 0.0 |
| 3 | 23 | -0.31 | 0.0 | -0.43 | 0.0 | -2.88e-04 | 0.0 |
| 4 | 1 | 0.08 | 0.0 | -0.70 | 0.0 | -6.35e-04 | 0.0 |
| 4 | 2 | 0.30 | 0.0 | -0.98 | 0.0 | -3.13e-04 | 0.0 |
| 4 | 3 | 0.42 | 0.0 | -0.82 | 0.0 | -3.10e-04 | 0.0 |
| 4 | 4 | -0.03 | 0.0 | -0.67 | 0.0 | -7.35e-04 | 0.0 |
| 4 | 5 | 0.08 | 0.0 | -0.70 | 0.0 | -5.97e-04 | 0.0 |
| 4 | 6 | -0.33 | 0.0 | -0.24 | 0.0 | -5.57e-04 | 0.0 |
| 4 | 7 | -0.09 | 0.0 | -0.75 | 0.0 | -7.36e-04 | 0.0 |
| 4 | 8 | -0.45 | 0.0 | -0.10 | 0.0 | -5.85e-04 | 0.0 |
| 4 | 9 | -0.44 | 0.0 | -0.51 | 0.0 | -1.28e-03 | 0.0 |
| 4 | 10 | 0.32 | 0.0 | -0.97 | 0.0 | -3.01e-04 | 0.0 |
| 4 | 11 | -0.32 | 0.0 | -0.78 | 0.0 | -8.61e-04 | 0.0 |
| 4 | 12 | -0.11 | 0.0 | -0.49 | 0.0 | -8.57e-04 | 0.0 |
| 4 | 13 | 0.83 | 0.0 | -0.64 | 0.0 | 8.47e-04 | 0.0 |
| 4 | 14 | 0.83 | 0.0 | -0.62 | 0.0 | 8.71e-04 | 0.0 |
| 4 | 15 | 0.10 | 0.0 | -0.41 | 0.0 | -7.16e-05 | 0.0 |
| 4 | 16 | 0.10 | 0.0 | -0.40 | 0.0 | -4.77e-05 | 0.0 |
| 4 | 17 | 0.23 | 0.0 | -0.41 | 0.0 | 1.49e-04 | 0.0 |
| 4 | 18 | 0.23 | 0.0 | -0.46 | 0.0 | 6.95e-05 | 0.0 |
| 4 | 19 | 0.01 | 0.0 | -0.35 | 0.0 | -1.26e-04 | 0.0 |
| 4 | 20 | 0.01 | 0.0 | -0.39 | 0.0 | -2.06e-04 | 0.0 |
| 4 | 21 | -0.21 | 0.0 | -0.25 | 0.0 | -3.53e-04 | 0.0 |
| 4 | 22 | 0.34 | 0.0 | -0.29 | 0.0 | 2.46e-04 | 0.0 |
| 4 | 23 | -0.39 | 0.0 | -0.19 | 0.0 | -5.83e-04 | 0.0 |
| Nodo | | Traslazione X | Traslazione Y | Traslazione Z | Rotazione X | Rotazione Y | Rotazione Z |
| | | -0.45 | 0.0 | -0.98 | 0.0 | -1.29e-03 | 0.0 |
| | | 0.91 | 0.0 | 8.06e-03 | 0.0 | 1.40e-03 | 0.0 |
| Nodo | Cmb | Azione X | Azione Y | Azione Z | Azione RX | Azione RY | Azione RZ |
| | | daN | daN | daN | daN cm | daN cm | daN cm |
| Nodo | | Azione X | Azione Y | Azione Z | Azione RX | Azione RY | Azione RZ |
| Nodo | Cmb | Azione X | Azione Y | Azione Z | Azione RX | Azione RY | Azione RZ |
| | | daN | daN | daN | daN cm | daN cm | daN cm |

RISULTATI OPERE DI FONDAZIONE

LEGENDA RISULTATI OPERE DI FONDAZIONE

Il controllo dei risultati delle analisi condotte, per quanto concerne le opere di fondazione, è possibile in relazione alle tabelle sottoriportate.

La prima tabella è riferita alle fondazioni tipo palo e plinto su pali.

Per questo tipo di fondazione vengono riportate le sei componenti di sollecitazione (espresse nel riferimento globale della struttura) per ogni palo componente l'opera.

In particolare viene riportato:

| | |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nodo | numero del nodo a cui è applicato il plinto |
| Tipo | codice corrispondente al nome assegnato al tipo di plinto di fondazione: 3) palo singolo (<i>PALO</i>) 4) plinto su palo 5) plinto su due pali (<i>PL.2P</i>) 6) plinto su tre pali (<i>PL.3P</i>) 7) plinto su quattro pali (<i>PL.4P</i>) 8) plinto rettangolare su cinque pali (<i>PL.5P.R</i>) 9) plinto pentagonale su cinque pali (<i>PL.5P</i>) 10) plinto su sei pali (<i>PL.6P</i>) |
| Palo | numero del palo |
| Comb. | combinazione di carico in cui si verificano le sei componenti di sollecitazione. |
| Quota | quota assoluta della sezione del palo per cui si riportano le sei componenti di sollecitazione. |

L'azione F_z (corrispondente allo sforzo normale nel palo) è costante poiché il peso del palo stesso non è considerato nella modellazione.

La seconda tabella è riferita alle fondazioni tipo plinto su suolo elastico.

Per questo tipo di fondazione vengono riportate le pressioni nei quattro vertici dell'impronta sul terreno.

In particolare viene riportato:

| | | |
|-------------------------|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| Nodo | numero del nodo a cui è applicato il plinto | |
| Tipo | Codice identificativo del nome assegnato al plinto | |
| area | area dell'impronta del plinto | |
| Wink O | Wink V | coefficienti di Winkler (orizzontale e verticale) adottati |
| Comb | Combinazione di carico in cui si verificano i valori riportati | |
| Pt (P1 P2 P3 P4) | valori di pressione nei vertici | |

La terza tabella è riferita alle fondazioni tipo platea su suolo elastico.

Per questo tipo di fondazione vengono riportate le pressioni in ogni vertice (nodo) degli elementi costituenti la platea.

La quarta tabella è riferita alle fondazioni tipo trave su suolo elastico.

Per questo tipo di fondazione vengono riportate le pressioni alle estremità dell'elemento e la massima (in valore assoluto) pressione lungo lo sviluppo dell'elemento.

Vengono inoltre riportati, con funzione statistica, i valori massimo e minimo delle pressioni che compaiono nella tabella.

Con riferimento al **Documento di Affidabilità** "Test di validazione del software di calcolo PRO_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO_SAP Modulo Geotecnico, PRO_CAD nodi acciaio e PRO_MST" - versione Maggio 2011, disponibile per il download sul sito **www.2si.it**, si segnalano i seguenti esempi applicativi:

| Test N° | Titolo |
|---------|--------------------------|
| 96 | PLINTO SUPERFICIALE |
| 97 | PLINTO SUPERFICIALE |
| 98 | PLINTO SUPERFICIALE |
| 99 | PLINTO SUPERFICIALE |
| 100 | PLINTO SUPERFICIALE |
| 101 | PLINTO SUPERFICIALE |
| 102 | PLINTO SUPERFICIALE |
| 103 | PLINTO SUPERFICIALE |
| 104 | PLINTO SUPERFICIALE |
| 105 | PLINTO SUPERFICIALE |
| 106 | PLINTO SUPERFICIALE |
| 107 | PLINTO SUPERFICIALE |
| 108 | PLINTO SUPERFICIALE |
| 109 | PLINTO SUPERFICIALE |
| 110 | PLINTO SUPERFICIALE |
| 111 | PLINTO SUPERFICIALE |
| 112 | PLINTO SUPERFICIALE |
| 113 | PLINTO SUPERFICIALE |
| 114 | PLINTO SUPERFICIALE |
| 115 | FONDAZIONE NASTRIFORME |
| 116 | CALCOLO DEI K DI WINKLER |

| | | | | | | | | | | | | |
|-------|-----|---------|---------|---------|-----|---------|---------|---------|-----|---------|---------|---------|
| Elem. | Cmb | Pt ini | Pt fin | Pt max | Cmb | Pt ini | Pt fin | Pt max | Cmb | Pt ini | Pt fin | Pt max |
| | | daN/cm2 | daN/cm2 | daN/cm2 | | daN/cm2 | daN/cm2 | daN/cm2 | | daN/cm2 | daN/cm2 | daN/cm2 |

RISULTATI ELEMENTI TIPO TRAVE

LEGENDA RISULTATI ELEMENTI TIPO TRAVE

Il controllo dei risultati delle analisi condotte, per quanto concerne gli elementi tipo trave, è possibile in relazione alle tabelle sottoriportate.

Gli elementi vengono suddivisi, in relazione alle proprietà in elementi:

- tipo **pilastro**
- tipo **trave in elevazione**
- tipo **trave in fondazione**

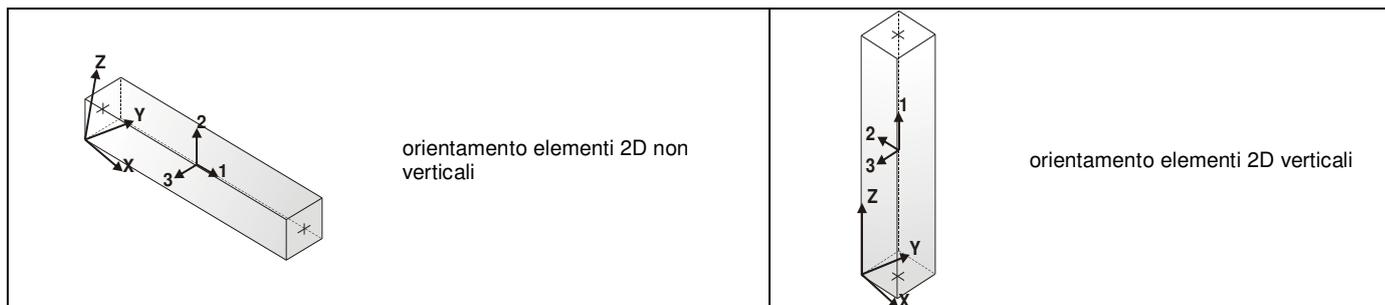
Per ogni elemento, e per ogni combinazione (o caso di carico) vengono riportati i risultati più significativi.

Per gli elementi tipo *pilastro* sono riportati in tabella i seguenti valori:

| | |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Pilas. | numero dell'elemento pilastro |
| Cmb | combinazione in cui si verificano i valori riportati |
| M3 mx/mn | momento flettente in campata M3 max (prima riga) / min (seconda riga) |
| M2 mx/mn | momento flettente in campata M2 max (prima riga) / min (seconda riga) |
| D2/D3 | freccia massima in direzione 2 (prima riga) / direzione 3 (seconda riga) |
| Q2/Q3 | carico totale in direzione 2 (prima riga) / direzione 3 (seconda riga) |
| Pos. | ascissa del punto iniziale e finale dell'elemento |
| N, V2, ecc.. | sei componenti di sollecitazione al piede ed in sommità dell'elemento |

Per gli elementi tipo *trave in elevazione* sono riportati, oltre al numero dell'elemento, i medesimi risultati visti per i pilastri.

Per gli elementi tipo *trave in fondazione* (trave f.) sono riportati, oltre al numero dell'elemento, i medesimi risultati visti per i pilastri e la massima pressione sul terreno.



| Pilas. | Cmb | M3 mx/mn | M2 mx/mn | D 2 / D 3 | Q 2 / Q 3 | Pos. | N | V 2 | V 3 | T | M 2 | M 3 |
|--------|-----|------------|----------|-----------|------------|-------|------------|------------|-----|--------|--------|------------|
| | | daN cm | daN cm | cm | daN | | cm | daN | daN | daN cm | daN cm | daN cm |
| 2 | 1 | 9.681e+06 | 0.0 | -0.17 | 4.789e+04 | 0.0 | -9.529e+04 | -2.507e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 8.348e+06 |
| | | 5.136e+06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 640.0 | -7.369e+04 | 2.282e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 9.681e+06 |
| 2 | 2 | 1.077e+07 | 0.0 | -0.40 | 2.656e+04 | 0.0 | -9.787e+04 | -8880.10 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5.896e+06 |
| | | 5.328e+06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 640.0 | -7.627e+04 | 1.768e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.077e+07 |
| 2 | 3 | 1.077e+07 | 0.0 | -0.40 | 2.656e+04 | 0.0 | -9.787e+04 | -8854.10 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5.886e+06 |
| | | 5.322e+06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 640.0 | -7.627e+04 | 1.771e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.077e+07 |
| 2 | 4 | 9.366e+06 | 0.0 | -0.11 | 5.718e+04 | 0.0 | -9.451e+04 | -3.271e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 9.230e+06 |
| | | 4.724e+06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 640.0 | -7.291e+04 | 2.447e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 9.366e+06 |
| 2 | 5 | 9.791e+06 | 0.0 | -0.16 | 5.718e+04 | 0.0 | -9.529e+04 | -3.106e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 8.599e+06 |
| | | 4.595e+06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 640.0 | -7.369e+04 | 2.612e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 9.791e+06 |
| 2 | 6 | 7.546e+06 | 0.0 | 0.28 | 5.718e+04 | 0.0 | -4.460e+04 | -4.146e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 7.546e+06 |
| | | 7744.52 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 640.0 | -2.300e+04 | 1.572e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.086e+06 |
| 2 | 7 | 9.363e+06 | 0.0 | -0.11 | 5.718e+04 | 0.0 | -9.451e+04 | -3.273e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 9.236e+06 |
| | | 4.725e+06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 640.0 | -7.291e+04 | 2.445e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 9.363e+06 |
| 2 | 8 | 7.037e+06 | 0.0 | 0.38 | 5.718e+04 | 0.0 | -3.065e+04 | -4.260e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 7.037e+06 |
| | | -9.601e+05 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 640.0 | -1.465e+04 | 1.458e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 8.436e+05 |
| 2 | 9 | 1.172e+07 | 0.0 | 0.38 | 5.718e+04 | 0.0 | -9.013e+04 | -3.985e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.172e+07 |
| | | 4.824e+06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 640.0 | -6.853e+04 | 1.733e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 7.287e+06 |
| 2 | 10 | 1.047e+07 | 0.0 | -0.39 | 2.656e+04 | 0.0 | -9.685e+04 | -9260.43 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5.844e+06 |
| | | 5.215e+06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 640.0 | -7.525e+04 | 1.730e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.047e+07 |
| 2 | 11 | 9.021e+06 | 0.0 | 0.14 | 4.362e+04 | 0.0 | -8.294e+04 | -2.800e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 9.021e+06 |
| | | 4.577e+06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 640.0 | -6.134e+04 | 1.562e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 7.112e+06 |
| 2 | 12 | 9.002e+06 | 0.0 | 0.13 | 4.362e+04 | 0.0 | -8.294e+04 | -2.796e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 9.002e+06 |
| | | 4.573e+06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 640.0 | -6.134e+04 | 1.566e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 7.123e+06 |
| 2 | 13 | 7.058e+06 | 0.0 | -0.78 | 2.577e+04 | 0.0 | -4.924e+04 | -3749.63 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -8.435e+05 |
| | | -9.450e+05 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 640.0 | -3.324e+04 | 2.202e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 7.058e+06 |
| 2 | 14 | 6.827e+06 | 0.0 | -0.78 | 2.577e+04 | 0.0 | -4.734e+04 | -3882.97 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -9.888e+05 |
| | | -1.097e+06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 640.0 | -3.134e+04 | 2.189e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 6.827e+06 |
| 2 | 15 | 4.054e+06 | 0.0 | -0.15 | 2.577e+04 | 0.0 | -4.354e+04 | -1.505e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.384e+06 |
| | | 1.582e+06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 640.0 | -2.754e+04 | 1.072e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.054e+06 |
| 2 | 16 | 3.823e+06 | 0.0 | -0.15 | 2.577e+04 | 0.0 | -4.164e+04 | -1.518e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.239e+06 |
| | | 1.405e+06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 640.0 | -2.564e+04 | 1.059e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.823e+06 |
| 2 | 17 | 3.912e+06 | 0.0 | -0.24 | 2.838e+04 | 0.0 | -3.977e+04 | -1.505e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.409e+06 |
| | | 7.234e+05 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 640.0 | -2.377e+04 | 1.333e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.912e+06 |
| 2 | 18 | 4.680e+06 | 0.0 | -0.24 | 2.838e+04 | 0.0 | -4.610e+04 | -1.461e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.893e+06 |
| | | 1.314e+06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 640.0 | -3.010e+04 | 1.377e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.680e+06 |
| 2 | 19 | 3.677e+06 | 0.0 | -0.06 | 2.838e+04 | 0.0 | -3.806e+04 | -1.844e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.677e+06 |
| | | 1.073e+06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 640.0 | -2.206e+04 | 9938.33 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.010e+06 |
| 2 | 20 | 4.161e+06 | 0.0 | -0.07 | 2.838e+04 | 0.0 | -4.439e+04 | -1.800e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.161e+06 |
| | | 1.700e+06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 640.0 | -2.839e+04 | 1.038e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.779e+06 |
| 2 | 21 | 4.870e+06 | 0.0 | 0.16 | 3.301e+04 | 0.0 | -3.204e+04 | -2.445e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.870e+06 |
| | | 3.396e+05 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 640.0 | -1.604e+04 | 8562.59 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.429e+06 |
| 2 | 22 | 3.728e+06 | 0.0 | -0.27 | 3.301e+04 | 0.0 | -3.687e+04 | -1.655e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.113e+06 |
| | | 1.462e+05 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 640.0 | -2.087e+04 | 1.646e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.728e+06 |
| 2 | 23 | 5.924e+06 | 0.0 | 0.32 | 3.301e+04 | 0.0 | -3.061e+04 | -2.727e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5.924e+06 |
| | | 1.640e+05 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 640.0 | -1.461e+04 | 5743.30 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 6.795e+05 |
| 3 | 1 | -6.340e+06 | 0.0 | -0.10 | -2.656e+04 | 0.0 | -9.169e+04 | 1.803e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -8.957e+06 |
| | | -8.957e+06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 640.0 | -7.009e+04 | -8531.19 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -7.973e+06 |
| 3 | 2 | -6.275e+06 | 0.0 | -0.39 | -2.656e+04 | 0.0 | -8.911e+04 | 2.316e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -1.088e+07 |
| | | -1.088e+07 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 640.0 | -6.751e+04 | -3395.23 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -6.608e+06 |
| 3 | 3 | -6.277e+06 | 0.0 | -0.39 | -2.656e+04 | 0.0 | -8.911e+04 | 2.314e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -1.087e+07 |
| | | -1.087e+07 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 640.0 | -6.751e+04 | -3421.23 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -6.614e+06 |
| 3 | 4 | -6.237e+06 | 0.0 | 0.12 | -2.656e+04 | 0.0 | -9.247e+04 | 1.638e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -8.325e+06 |
| | | -8.398e+06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 640.0 | -7.087e+04 | -1.018e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -8.398e+06 |
| 3 | 5 | -5.777e+06 | 0.0 | -0.10 | -3.586e+04 | 0.0 | -9.169e+04 | 2.402e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -9.208e+06 |
| | | -9.208e+06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 640.0 | -7.009e+04 | -1.184e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -8.083e+06 |
| 3 | 6 | -8.326e+05 | 0.0 | 0.29 | -3.586e+04 | 0.0 | -4.976e+04 | 2.013e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -3.173e+06 |
| | | -4.537e+06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 640.0 | -2.816e+04 | -1.572e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -4.537e+06 |
| 3 | 7 | -6.238e+06 | 0.0 | 0.12 | -2.656e+04 | 0.0 | -9.247e+04 | 1.639e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -8.331e+06 |
| | | -8.395e+06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 640.0 | -7.087e+04 | -1.017e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -8.395e+06 |
| 3 | 8 | -8.389e+04 | 0.0 | 0.38 | -2.656e+04 | 0.0 | -3.736e+04 | 1.198e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -1.148e+06 |
| | | -4.035e+06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 640.0 | -2.136e+04 | -1.458e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -4.035e+06 |
| 3 | 9 | -5.208e+06 | 0.0 | 0.39 | -2.656e+04 | 0.0 | -9.685e+04 | 9232.90 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -5.833e+06 |
| | | -1.048e+07 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 640.0 | -7.525e+04 | -1.733e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -1.048e+07 |
| 3 | 10 | -8.824e+06 | 0.0 | -0.38 | -5.718e+04 | 0.0 | -9.013e+04 | 3.988e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -1.173e+07 |
| | | -1.173e+07 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 640.0 | -6.853e+04 | -1.730e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -7.280e+06 |
| 3 | 11 | -4.670e+06 | 0.0 | 0.18 | -3.586e+04 | 0.0 | -8.551e+04 | 2.024e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -7.036e+06 |
| | | -8.332e+06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 640.0 | -6.391e+04 | -1.562e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -8.332e+06 |
| 3 | 12 | -4.663e+06 | 0.0 | 0.18 | -3.586e+04 | 0.0 | -8.551e+04 | 2.019e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -7.018e+06 |
| | | -8.342e+06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 640.0 | -6.391e+04 | -1.566e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -8.342e+06 |
| 3 | 13 | 8.633e+05 | 0.0 | -0.78 | -5.387e+04 | 0.0 | -3.344e+04 | 4.653e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -1.004e+07 |
| | | -1.004e+07 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 640.0 | -1.744e+04 | -7339.31 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.453e+05 |

| | | | | | | | | | |
|---------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------|------------|----------|----------------|
| 3 | 14 | 1.073e+06 | 0.0 | -0.78 -5.387e+04 | 0.0 -3.154e+04 | 4.666e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 -9.895e+06 |
| | | -9.895e+06 | 0.0 | 0.0 0.0 | 640.0 -1.554e+04 | -7205.97 | 0.0 | 0.0 | 0.0 6.759e+05 |
| 3 | 15 | -1.969e+06 | 0.0 | -0.14 -6713.60 | 0.0 -3.915e+04 | 1.067e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 -4.597e+06 |
| | | -4.597e+06 | 0.0 | 0.0 0.0 | 640.0 -2.315e+04 | 3959.94 | 0.0 | 0.0 | 0.0 -1.969e+06 |
| 3 | 16 | -1.739e+06 | 0.0 | -0.14 -6713.60 | 0.0 -3.725e+04 | 1.081e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 -4.452e+06 |
| | | -4.452e+06 | 0.0 | 0.0 0.0 | 640.0 -2.125e+04 | 4093.29 | 0.0 | 0.0 | 0.0 -1.739e+06 |
| 3 | 17 | -5.986e+05 | 0.0 | -0.24 -3.475e+04 | 0.0 -3.469e+04 | 2.721e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 -5.733e+06 |
| | | -5.733e+06 | 0.0 | 0.0 0.0 | 640.0 -1.869e+04 | -7544.51 | 0.0 | 0.0 | 0.0 -1.496e+06 |
| 3 | 18 | -1.261e+06 | 0.0 | -0.24 -3.475e+04 | 0.0 -4.101e+04 | 2.676e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 -6.217e+06 |
| | | -6.217e+06 | 0.0 | 0.0 0.0 | 640.0 -2.501e+04 | -7988.99 | 0.0 | 0.0 | 0.0 -2.264e+06 |
| 3 | 19 | -1.500e+06 | 0.0 | -0.05 -2.061e+04 | 0.0 -3.640e+04 | 1.645e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 -4.100e+06 |
| | | -4.100e+06 | 0.0 | 0.0 0.0 | 640.0 -2.040e+04 | -4154.74 | 0.0 | 0.0 | 0.0 -2.220e+06 |
| 3 | 20 | -2.138e+06 | 0.0 | -0.05 -2.061e+04 | 0.0 -4.272e+04 | 1.601e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 -4.584e+06 |
| | | -4.584e+06 | 0.0 | 0.0 0.0 | 640.0 -2.672e+04 | -4599.22 | 0.0 | 0.0 | 0.0 -2.989e+06 |
| 3 | 21 | -7.693e+04 | 0.0 | 0.16 -3.833e+04 | 0.0 -3.597e+04 | 2.188e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 -2.986e+06 |
| | | -3.300e+06 | 0.0 | 0.0 0.0 | 640.0 -1.997e+04 | -1.644e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 -3.300e+06 |
| 3 | 22 | -2.502e+04 | 0.0 | -0.27 -3.833e+04 | 0.0 -3.114e+04 | 2.974e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 -5.728e+06 |
| | | -5.728e+06 | 0.0 | 0.0 0.0 | 640.0 -1.514e+04 | -8580.94 | 0.0 | 0.0 | 0.0 -1.010e+06 |
| 3 | 23 | -3.683e+05 | 0.0 | 0.32 -2.656e+04 | 0.0 -3.740e+04 | 1.294e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 -1.627e+06 |
| | | -3.903e+06 | 0.0 | 0.0 0.0 | 640.0 -2.140e+04 | -1.362e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 -3.903e+06 |
| Pilas. | M3 mx/mn | M2 mx/mn | D 2 / D 3 | Q 2 / Q 3 | N | V 2 | V 3 | T | |
| | -1.173e+07 | 0.0 | -0.78 -5.718e+04 | | -9.787e+04 | -4.260e+04 | 0.0 | 0.0 | |
| | 1.172e+07 | 0.0 | 0.39 5.718e+04 | | -1.461e+04 | 4.666e+04 | 0.0 | 0.0 | |

| Trave | Cmb | M3 mx/mn daN cm | M2 mx/mn daN cm | D 2 / D 3 cm | Q 2 / Q 3 daN | Pos. cm | N daN | V 2 daN | V 3 daN | T daN cm | M 2 daN cm | M 3 daN cm |
|--------------|-----------------|--------------------|--------------------|------------------|------------------|------------|------------|------------|------------|-------------|----------------|----------------|
| 4 | 1 | 7.958e+06 | 0.0 | -0.46 -1.413e+05 | 0.0 | -8531.19 | 6.887e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 -7.973e+06 | 0.0 -9.681e+06 |
| 4 | 2 | 8.097e+06 | 0.0 | -0.58 -1.413e+05 | 0.0 | -3395.23 | 6.629e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 -6.608e+06 | 0.0 -1.077e+07 |
| 4 | 3 | 8.091e+06 | 0.0 | -0.58 -1.413e+05 | 0.0 | -3421.23 | 6.629e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 -6.614e+06 | 0.0 -1.077e+07 |
| 4 | 4 | 7.903e+06 | 0.0 | -0.42 -1.413e+05 | 0.0 | -1.018e+04 | 6.965e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 -8.398e+06 | 0.0 -9.366e+06 |
| 4 | 5 | 7.848e+06 | 0.0 | -0.45 -1.413e+05 | 0.0 | -1.184e+04 | 6.887e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 -8.083e+06 | 0.0 -9.791e+06 |
| 4 | 6 | 2.539e+06 | 0.0 | 0.22 -4.874e+04 | 0.0 | -1.572e+04 | 2.695e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 -4.537e+06 | 0.0 -2.086e+06 |
| 4 | 7 | 7.906e+06 | 0.0 | -0.42 -1.413e+05 | 0.0 | -1.017e+04 | 6.965e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 -8.395e+06 | 0.0 -9.363e+06 |
| 4 | 8 | 1.788e+06 | 0.0 | 0.29 -3.439e+04 | 0.0 | -1.458e+04 | 2.055e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 -4.035e+06 | 0.0 -8.436e+05 |
| 4 | 9 | 7.902e+06 | 0.0 | 0.29 -1.413e+05 | 0.0 | -1.733e+04 | 7.403e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 -1.048e+07 | 0.0 -7.287e+06 |
| 4 | 10 | 7.909e+06 | 0.0 | -0.57 -1.413e+05 | 0.0 | -1.730e+04 | 6.731e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 -7.280e+06 | 0.0 -1.047e+07 |
| 4 | 11 | 6.863e+06 | 0.0 | -0.32 -1.228e+05 | 0.0 | -1.562e+04 | 6.269e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 -8.332e+06 | 0.0 -7.112e+06 |
| 4 | 12 | 6.852e+06 | 0.0 | -0.32 -1.228e+05 | 0.0 | -1.566e+04 | 6.269e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 -8.342e+06 | 0.0 -7.123e+06 |
| 4 | 13 | 3.107e+06 | 0.0 | -0.58 -4.906e+04 | 0.0 | -7339.31 | 1.663e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 4.453e+05 | 0.0 -7.058e+06 |
| 4 | 14 | 2.951e+06 | 0.0 | -0.58 -4.527e+04 | 0.0 | -7205.97 | 1.473e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 6.759e+05 | 0.0 -6.827e+06 |
| 4 | 15 | 2.854e+06 | 0.0 | -0.20 -4.906e+04 | 0.0 | 3959.94 | 2.234e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 -1.969e+06 | 0.0 -4.054e+06 |
| 4 | 16 | 2.641e+06 | 0.0 | -0.19 -4.527e+04 | 0.0 | 4093.28 | 2.044e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 -1.739e+06 | 0.0 -3.823e+06 |
| 4 | 17 | 2.221e+06 | 0.0 | -0.21 -4.084e+04 | 0.0 | -7544.51 | 1.788e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 -1.496e+06 | 0.0 -3.912e+06 |
| 4 | 18 | 2.932e+06 | 0.0 | -0.25 -5.349e+04 | 0.0 | -7988.99 | 2.420e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 -2.264e+06 | 0.0 -4.680e+06 |
| 4 | 19 | 2.234e+06 | 0.0 | -0.14 -4.084e+04 | 0.0 | -4154.74 | 1.959e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 -2.220e+06 | 0.0 -3.010e+06 |
| 4 | 20 | 2.968e+06 | 0.0 | -0.18 -5.349e+04 | 0.0 | -4599.22 | 2.591e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 -2.989e+06 | 0.0 -3.779e+06 |
| 4 | 21 | 1.772e+06 | 0.0 | 0.12 -3.439e+04 | 0.0 | -1.644e+04 | 1.916e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 -3.300e+06 | 0.0 -1.429e+06 |
| 4 | 22 | 1.821e+06 | 0.0 | -0.20 -3.439e+04 | 0.0 | -8580.95 | 1.433e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 -1.010e+06 | 0.0 -3.728e+06 |
| 4 | 23 | 1.940e+06 | 0.0 | 0.24 -3.439e+04 | 0.0 | -1.362e+04 | 2.059e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 -3.903e+06 | 0.0 -6.795e+05 |
| Trave | M3 mx/mn | M2 mx/mn | D 2 / D 3 | Q 2 / Q 3 | N | V 2 | V 3 | T | | | | |

| | | | | | |
|------------|-----|------------------|-----------------------|-----|-----|
| -1.077e+07 | 0.0 | -0.58 -1.413e+05 | -2.612e+04 -7.505e+04 | 0.0 | 0.0 |
| 8.097e+06 | 0.0 | 0.29 0.0 | 4093.28 7.403e+04 | 0.0 | 0.0 |

| Trave f. | Cmb | M3 mx/mn | M2 mx/mn | D 2 / D 3 | Pt | Pos. | N | V 2 | V 3 | T | M 2 | M 3 |
|-----------------|-----|-----------------|-----------------|------------------|-----------|-------|------------|------------|------------|----------|--------|------------|
| | | daN cm | daN cm | cm | daN/cm2 | cm | daN | daN | daN | daN cm | daN cm | daN cm |
| 1 | 1 | 8.957e+06 | 0.0 | 0.31 | -3.44 | 0.0 | -2.130e+04 | -9.169e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 8.957e+06 |
| | | -1.037e+07 | 0.0 | 0.0 | | 950.0 | -2.130e+04 | 9.529e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 8.348e+06 |
| 1 | 2 | 1.088e+07 | 0.0 | 0.35 | -4.01 | 0.0 | -6381.98 | -8.911e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.088e+07 |
| | | -1.087e+07 | 0.0 | 0.0 | | 950.0 | -6381.98 | 9.786e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5.896e+06 |
| 1 | 3 | 1.087e+07 | 0.0 | 0.35 | -4.01 | 0.0 | -1.581e+04 | -8.911e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.087e+07 |
| | | -1.088e+07 | 0.0 | 0.0 | | 950.0 | -1.581e+04 | 9.786e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5.886e+06 |
| 1 | 4 | 9.230e+06 | 0.0 | 0.31 | -3.26 | 0.0 | -2.427e+04 | -9.247e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 8.325e+06 |
| | | -1.028e+07 | 0.0 | 0.0 | | 950.0 | -2.427e+04 | 9.451e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 9.230e+06 |
| 1 | 5 | 9.208e+06 | 0.0 | 0.31 | -3.41 | 0.0 | -2.723e+04 | -9.169e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 9.208e+06 |
| | | -1.019e+07 | 0.0 | 0.0 | | 950.0 | -2.723e+04 | 9.529e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 8.598e+06 |
| 1 | 6 | 7.547e+06 | 0.0 | 0.22 | -2.25 | 0.0 | -3.044e+04 | -4.976e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.173e+06 |
| | | -4.899e+06 | 0.0 | 0.0 | | 950.0 | -3.044e+04 | 4.460e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 7.547e+06 |
| 1 | 7 | 9.236e+06 | 0.0 | 0.31 | -3.26 | 0.0 | -1.927e+04 | -9.247e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 8.331e+06 |
| | | -1.028e+07 | 0.0 | 0.0 | | 950.0 | -1.927e+04 | 9.451e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 9.236e+06 |
| 1 | 8 | 7.037e+06 | 0.0 | -0.29 | -1.93 | 0.0 | -2.698e+04 | -3.736e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.148e+06 |
| | | -3.962e+06 | 0.0 | 0.0 | | 950.0 | -2.698e+04 | 3.065e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 7.037e+06 |
| 1 | 9 | 1.172e+07 | 0.0 | 0.34 | -3.97 | 0.0 | -2.482e+04 | -9.685e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5.833e+06 |
| | | -1.064e+07 | 0.0 | 0.0 | | 950.0 | -2.482e+04 | 9.013e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.172e+07 |
| 1 | 10 | 1.173e+07 | 0.0 | 0.34 | -3.97 | 0.0 | -1.483e+04 | -9.013e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.173e+07 |
| | | -1.064e+07 | 0.0 | 0.0 | | 950.0 | -1.483e+04 | 9.685e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5.844e+06 |
| 1 | 11 | 9.021e+06 | 0.0 | 0.28 | -3.21 | 0.0 | -1.105e+04 | -8.551e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 7.036e+06 |
| | | -9.179e+06 | 0.0 | 0.0 | | 950.0 | -1.105e+04 | 8.294e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 9.021e+06 |
| 1 | 12 | 9.002e+06 | 0.0 | 0.28 | -3.21 | 0.0 | -2.770e+04 | -8.551e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 7.017e+06 |
| | | -9.192e+06 | 0.0 | 0.0 | | 950.0 | -2.770e+04 | 8.294e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 9.002e+06 |
| 1 | 13 | 1.004e+07 | 0.0 | -0.58 | -2.90 | 0.0 | -2.207e+04 | -3.344e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.004e+07 |
| | | -6.397e+06 | 0.0 | 0.0 | | 950.0 | -2.207e+04 | 4.924e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -8.439e+05 |
| 1 | 14 | 9.896e+06 | 0.0 | -0.58 | -2.84 | 0.0 | -2.220e+04 | -3.155e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 9.896e+06 |
| | | -6.245e+06 | 0.0 | 0.0 | | 950.0 | -2.220e+04 | 4.734e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -9.891e+05 |
| 1 | 15 | 4.597e+06 | 0.0 | 0.14 | -1.78 | 0.0 | -9933.07 | -3.915e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.597e+06 |
| | | -4.528e+06 | 0.0 | 0.0 | | 950.0 | -9933.07 | 4.354e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.384e+06 |
| 1 | 16 | 4.452e+06 | 0.0 | 0.14 | -1.71 | 0.0 | -1.006e+04 | -3.725e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.452e+06 |
| | | -4.301e+06 | 0.0 | 0.0 | | 950.0 | -1.006e+04 | 4.164e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.239e+06 |
| 1 | 17 | 5.733e+06 | 0.0 | 0.18 | -1.80 | 0.0 | -1.811e+04 | -3.469e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5.733e+06 |
| | | -3.987e+06 | 0.0 | 0.0 | | 950.0 | -1.811e+04 | 3.977e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.409e+06 |
| 1 | 18 | 6.217e+06 | 0.0 | 0.18 | -2.01 | 0.0 | -1.767e+04 | -4.101e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 6.217e+06 |
| | | -4.706e+06 | 0.0 | 0.0 | | 950.0 | -1.767e+04 | 4.610e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.893e+06 |
| 1 | 19 | 4.100e+06 | 0.0 | 0.11 | -1.46 | 0.0 | -1.447e+04 | -3.640e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.100e+06 |
| | | -3.819e+06 | 0.0 | 0.0 | | 950.0 | -1.447e+04 | 3.806e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.677e+06 |
| 1 | 20 | 4.584e+06 | 0.0 | 0.14 | -1.67 | 0.0 | -1.403e+04 | -4.272e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.584e+06 |
| | | -4.592e+06 | 0.0 | 0.0 | | 950.0 | -1.403e+04 | 4.439e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.161e+06 |
| 1 | 21 | 4.870e+06 | 0.0 | -0.12 | -1.52 | 0.0 | -1.956e+04 | -3.597e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.986e+06 |
| | | -3.349e+06 | 0.0 | 0.0 | | 950.0 | -1.956e+04 | 3.204e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.870e+06 |
| 1 | 22 | 5.728e+06 | 0.0 | -0.20 | -1.73 | 0.0 | -2.622e+04 | -3.114e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5.728e+06 |
| | | -3.622e+06 | 0.0 | 0.0 | | 950.0 | -2.622e+04 | 3.687e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.113e+06 |
| 1 | 23 | 5.924e+06 | 0.0 | 0.23 | -1.83 | 0.0 | -1.654e+04 | -3.740e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.627e+06 |
| | | -3.874e+06 | 0.0 | 0.0 | | 950.0 | -1.654e+04 | 3.061e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5.924e+06 |
| Trave f. | | M3 mx/mn | M2 mx/mn | D 2 / D 3 | Pt | | N | V 2 | V 3 | T | | |
| | | -1.088e+07 | 0.0 | -0.58 | -4.01 | | -3.044e+04 | -9.685e+04 | 0.0 | 0.0 | | |
| | | 1.173e+07 | 0.0 | 0.35 | -1.46 | | -6381.98 | 9.786e+04 | 0.0 | 0.0 | | |

COMMITTENTE:



DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE DI ANCONA

SOGGETTO TECNICO: RFI – DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE DI ANCONA
 S. O. INGEGNERIA

PROGETTAZIONE: RFI – DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE DI ANCONA
 S. O. INGEGNERIA MICROSTRUTTURA CIVILE

PROGETTO DEFINITIVO

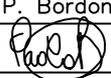
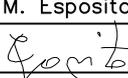
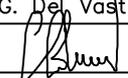
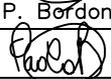
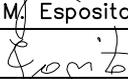
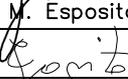
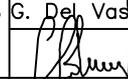
Linea : PESCARA –SULMONA–L'AQUILA–TERNI Comune : SULMONA

RIPRISTINO COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELLA LINEA PESCARA–SULMONA–TERNI
 TRA LE PROGRESSIVE KM.66+300/69+000, CON REALIZZAZIONE DELLA NUOVA
 FERMATA DI SULMONA S.RUFINA ED ADEGUAMENTO DELL'ASSETTO VIARIO DI VIA
 PARADISO CON OPERE SOSTITUTIVE DELL'EX PL KM.66+767

RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOVIA BRETELLA

| | | | |
|--|--------|----|--|
| | Foglio | di | |
|--|--------|----|--|

| PROGETTO/ANNO | SOTTOPR. | LIVELLO | NOME DOC. | PROGR.OP. | FASE FUNZ. | NUMERAZ. |
|---------------|----------|---------|-----------|-----------|------------|----------|
| 17 | | P D | T G | 00 | 00 | 1006 |

| Revis. | Descrizione | Progettista | Data | Verificato | Data | Approvato | Data | Autorizzato | Data |
|--------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 0 | Prima emissione | P. Bordoni  | | M. Esposito  | | G. Del Vasto  | | S. Morellina  | |
| A | 1^Revisione giugno 2018 | P. Bordoni  | 18/06/2018 | M. Esposito  | 19/06/2018 | M. Esposito  | 19/06/2018 | G. Del Vasto  | 22/06/2018 |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

| POSIZIONE ARCHIVIO | LINEA | SEDE TECN. | NOME DOC. | NUMERAZ. |
|--------------------|-------|------------|-----------|----------|
| | L506 | TR4995 | | |

| Verificato e trasmesso | Data | Convalidato | Data | Archiviato | Data |
|------------------------|------|-------------|------|------------|------|
| | | | | | |

File: 0.06

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------|
|  | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOVIA BRETELLA | | REV 0 | PAG 1 di 31 |

INDICE

| | |
|--------------------------------------------------------------------|-----------|
| PARTE I : CALCOLO DEL SOTTOVIA SCATOLARE IN C.A. | 2 |
| 1. Premessa | 2 |
| 2. Materiali | 3 |
| 3. Analisi dei carichi | 3 |
| 4. Combinazioni di carico | 11 |
| 5. Modellazione adottata | 18 |
| 6. Verifiche strutture | 19 |
| 6.1 VERIFICHE A PRESSOFLESSIONE | 24 |
| 6.2 VERIFICHE A TAGLIO | 26 |
| 7. Verifica terreno | 29 |
| 7.1 VERIFICHE SLU | 29 |
| 7.2 VERIFICHE SLE | 30 |
| 8. Conclusioni | 30 |
| ALLEGATO 1 : OUTPUT DEL CALCOLO STRUTTURALE DELLO SCATOLARE | 31 |

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------|
|  <p>Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOVIA BRETELLA | | REV 0 | PAG 2 di 31 |

PARTE I : CALCOLO DEL SOTTOVIA SCATOLARE IN C.A.

1. Premessa

Nel presente capitolo viene riportato il calcolo per il dimensionamento e le verifiche relative del sottopasso realizzato con una struttura scatolare. Il calcolo viene effettuato in conformità al D.M. 14/01/2008, alla Circolare 02/02/2009 n. 617 e alla Istruzione per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari.

Le caratteristiche geometriche risultano:

| | | |
|-------------------------------------------|-----------|---------------|
| Spessore medio del ballast+ armamento | H_b | 0.9 m |
| Spessore traversina + rotaie (35 cm) | H_{tb} | 0.35 m |
| Spessore del sub ballast | H_{sb} | 0 m |
| Spessore del supercompattato | H_{sc} | 0 m |
| Spessore del rinterro | H_r | 0 m |
| Larghezza totale del sottopasso | L_{tot} | 5.7 m |
| Larghezza utile del sottopasso | L_{int} | 4.5 m |
| Spessore della soletta | S_s | 0.5 m |
| Spessore della finitura soletta superiore | S_{fs} | 0 m |
| Spessore piedritti | S_p | 0.6 m |
| Spessore fondazione | S_f | 0.6 m |
| Spessore finitura fondazione (medio) | S_{ff} | 0.2 m |
| Altezza libera del sottopasso | H_{int} | 5 m |
| Altezza totale del sottopasso | H_{tot} | 6.1 m |
| Larghezza striscia di calcolo | b | 1 m |
| profondità falda | d | 2.9 m |
| Altezza filo struttura (per modello) | h_{mod} | 5.55 m |
| Larghezza filo struttura (per modello) | L_{mod} | 5.1 m |

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------|
|  | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOVIA BRETELLA | <table border="1"><tr><td>REV 0</td><td>PAG 3 di 31</td></tr></table> | REV 0 | PAG 3 di 31 |
| REV 0 | PAG 3 di 31 | | |

2. Materiali

Per le opere in c.a. si adotta nel calcolo:

- un calcestruzzo C (28/35) le cui caratteristiche principali sono:

Resistenza cilindrica caratteristica: $f_{ck} = 28 \text{ N/mm}^2$

Resistenza di calcolo a compressione semplice: $f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_m$,

dove:

$$\alpha_{cc} = 0.85 \text{ e } \gamma_m = 1.5;$$

$$f_{cd} = 15.87 \text{ Nmm}^{-2}$$

Resistenza di calcolo a trazione semplice: $f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_m$,

dove $\gamma_m = 1.5$;

$$f_{ctd} = 1.29 \text{ Nmm}^{-2}.$$

Modulo elastico: $E_c = 32300 \text{ Nmm}^{-2}$.

Modulo di Poisson: $\nu = 0.20$

Densità di Massa: $\rho = 25 \text{ kN/m}^3$

Coefficiente di Espansione Termica: $\alpha = 1.00\text{E-}05 \text{ m/ } ^\circ\text{C}$

- acciaio da cemento armato normale B450C controllato in stabilimento. Le barre sono ad aderenza migliorata. Le caratteristiche meccaniche sono:

tensione caratteristica di snervamento: $f_{yk} = 450 \text{ Nmm}^{-2}$

resistenza di calcolo dell'acciaio: $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$ dove $\gamma_s = 1.15 = 391 \text{ Nmm}^{-2}$

Allungamento $D_1 \geq 12\%$

Modulo di elasticità: $E_s = 206000 \text{ Nmm}^{-2}$

3. Analisi dei carichi

Si riportano di seguito i carichi utilizzati per il calcolo delle sollecitazioni e le verifiche delle sezioni della struttura in esame.

I pesi dei materiali da costruzione e del terreno sono indicati nella tabella seguente. I parametri del terreno sono:

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------|
|  | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOVIA BRETELLA | | REV 0 | PAG 4 di 31 |

| | Φ' | kN/m ³ |
|-------------------------------------------|---------|-------------------|
| PESI | | |
| calcestruzzo armato | . | 25 |
| ballast + armamento | . | 18 |
| Terreno a ridosso dei piedritti (unità A) | 32 | 20 |
| Terreno di fondazione (unità C) | 24 | 19 |

Peso proprio della struttura e carichi permanenti portati (condizione PERM)

Il *peso proprio* delle solette e dei piedritti viene calcolato automaticamente dal programma di calcolo utilizzato considerando per il calcestruzzo $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$.

Peso permanenti portati soletta superiore (ballast, sub-ballast, supercompattato, rinterro):

Peso ballast: $p_b = h_b * \gamma_B = 16,20 \text{ kN/m}$

In più, viene aggiunto, come carico concentrato nei nodi 1 e 2 (i nodi tra la soletta superiore e i piedritti), il carico permanente sulla soletta di copertura dovuto al peso della zona sovrastante la metà dello spessore del piedritto (la modellazione dello scatolare è stata fatta in asse piedritto).

Peso ricoprimento per metà spessore piedritto: $P_p = p_b * (S_p / 2) * b = 4,86 \text{ kN/m}$

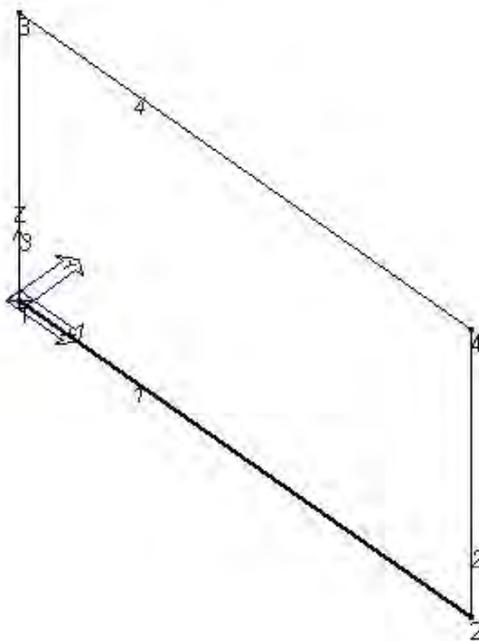


Figura 4. Numerazione dei nodi ed aste nel modello strutturale.

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------|
|  | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOVIA BRETELLA | | REV 0 | PAG 5 di 31 |

Spinta del terreno (condizioni SPTSX e SPTDX)

A vantaggio di sicurezza si considera che il terreno sottostante la ferrovia abbia un angolo di attrito $\phi = 32^\circ$ ed un peso di volume $\gamma_A = 20 \text{ kN/m}^3$, lungo tutta l'altezza del sottopasso. Il coefficiente di spinta a riposo viene calcolato utilizzando la formula $K_0 = 1 - \sin\phi'$, per cui si ottiene il valore $K_0 = 0,470$.

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------|
|  | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOVIA BRETELLA | | REV 0 | PAG 6 di 31 |

La pressione del terreno viene applicata come un trapezio di valore:

$$P_2 = 9,97 \text{ KN/m}$$

$$P_3 = 62,14 \text{ KN/m}$$

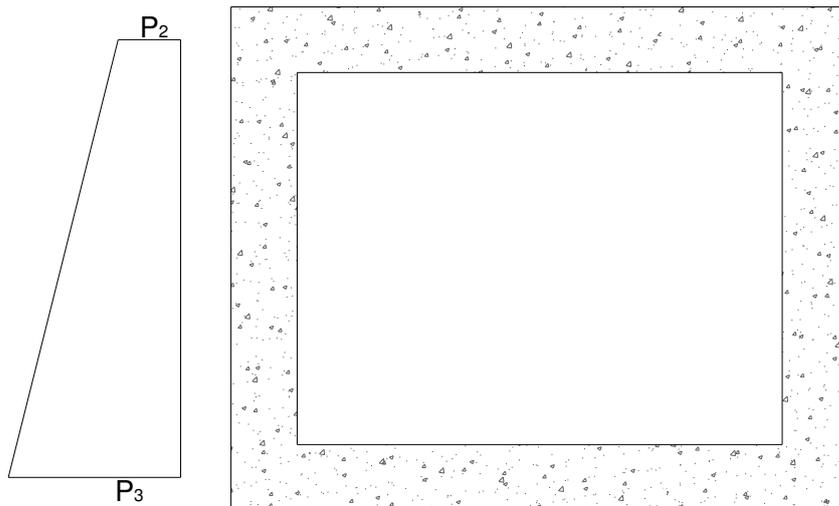


Figura 5. Spinte del terreno

Carichi accidentali, ripartizione carichi verticali (condizione SW2)

In funzione delle caratteristiche geometriche dell'opera risulta più sfavorevole il carico dovuto al treno SW/2 71 rispetto al carico dovuto al treno LM.

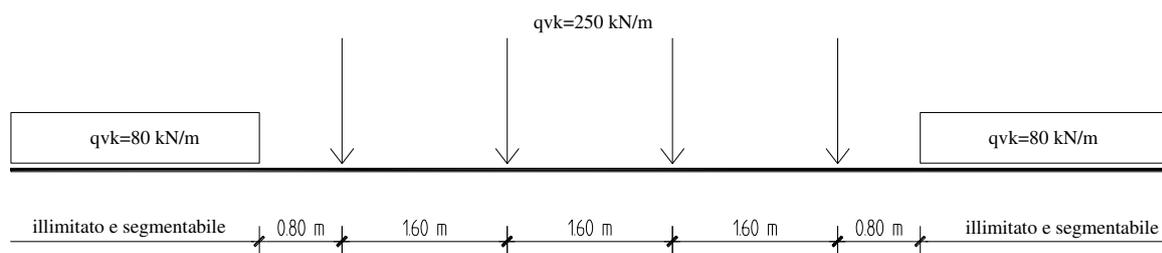


Figura 6. Treno
LM71

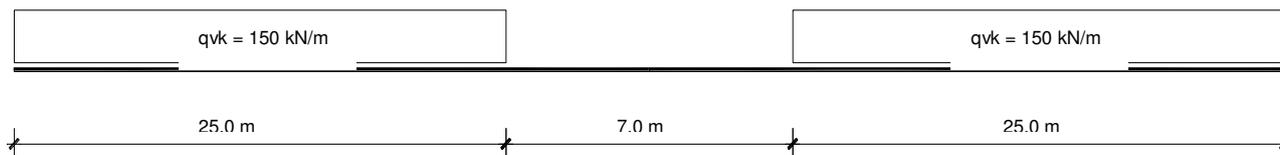


Figura 7. Treno SW/2

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------|
|  | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOVIA BRETELLA | | REV 0 | PAG 7 di 31 |

Per il calcolo del coefficiente dinamico Φ si fa riferimento al paragrafo 1.4.2 “effetti dinamici” delle istruzioni per la progettazione e l’esecuzione dei ponti ferroviari.

Poichè risulta :

l'altezza libera è <5,0m e la luce libera è <8,0m, si ottiene considerando un ridotto standard manutentivo

$$\Phi = 1.35 .$$

In accordo alla normativa ponti al punto 1.4.2.5.2. tale coefficiente dinamico non verrà ridotto in quanto il ricoprimento è inferiore ad un metro.

I sovraccarichi ferroviari (LM71 e SW2) si distribuiscono attraverso il ricoprimento con una pendenza 1 a 4 all’interno del ballast, con un angolo di diffusione pari all’angolo di attrito interno del terreno nel sub-ballast, super compattato, rinterro e con la pendenza a 45° all’interno del CLS, per cui la diffusione del carico in senso trasversale all’asse binario risulta pari a:

$$L_d = 2.30 + [(H_b - H_{tb})/4 + S_{ss}/2] * 2 = 3.08 \text{ m}$$

Pertanto il carico ripartito a metro di profondità dovuto al treno LM 71 risulta (considerando il coefficiente di adattamento $\alpha=1.1$ e il coefficiente dinamico $\Phi = 1.36$) risulta:

$$\text{Carico ripartito prodotto dalle forze concentrate} = [4 * 250 / (L_{tot})] * \alpha * \Phi / L_d = 94.12 \text{ KN/m}$$

$$\text{Carico ripartito prodotto dal carico distribuito (80 kN/m)} = (80 * \alpha * \Phi) / L_d = 42.92 \text{ KN/m}$$

Sia per il calcolo delle sollecitazioni massime in mezzera della soletta superiore che per quelle massime all’incastro con i piedritti di detta soletta, il carico dovuto al treno LM 71 viene distribuito per tutta la larghezza dello scatolare.

Spinta sui piedritti prodotta dal sovraccarico (condizioni SPACCSX e SPACCDX)

SW2

A favore di sicurezza viene considerato:

$$\text{Carico distribuito (150 kN/m)} = (150 * \alpha / L_d) * K_0 = 31.14 \text{ kN/m}$$

Frenatura e avviamento (condizione AVV)

La forza di frenatura del modello SW/2 agente su tutta la larghezza dello scatolare è pari a 35 kN/m, mentre quella di avviamento del modello LM71 è di 33 kN/m. Visto che il treno sfavorevole è quello SW/2, anche per il calcolo della frenatura si considera il carico SW/2 in avviamento. Distribuendo tale forza sulla larghezza di diffusione del carico si avrà:

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------|
|  | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOVIA BRETELLA | | REV 0 | PAG 8 di 31 |

LM 71

Avviamento $A_v = 35 \text{ kN/m}$

Carico distribuito su L_d :

$$q_{A_v} = A_v / L_d = 11.38 \text{ kN/m}$$

Azioni termiche (condizione: TERM)

Alla soletta superiore si applica una variazione termica uniforme pari a $\Delta t = \pm 15^\circ\text{C}$ ed una variazione nello spessore tra estradosso ed intradosso pari a $\Delta t = \pm 5^\circ\text{C}$,

Ritiro (condizione: RITIRO)

Gli effetti del ritiro vanno valutati a “lungo termine” attraverso il calcolo dei coefficienti di ritiro finale $\epsilon_{cs}(t, t_0)$ e di viscosità $\phi(t, t_0)$, come definiti nell'EUROCODICE 2- UNI EN 1992-1-1 Novembre 2005 e D. M. 14-01-200. I fenomeni di ritiro vengono considerati agenti solo sulla soletta di copertura ed applicati nel modello come una variazione termica uniforme equivalente agli effetti del ritiro: $\Delta T_{\text{ritiro}} = -10.67^\circ\text{C}$.

| | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------------|
|  <p>RFI RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | <p>PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767</p> | | |
| <p>RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOVIA BRETELLA</p> | | <p>REV 0</p> | <p>PAG 9 di 31</p> |

AZIONI SISMICHE

Per il calcolo dell'azione sismica si utilizza il metodo dell'analisi pseudostatica in cui l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico k . Le forze sismiche sono pertanto le seguenti:

$$\text{Forza sismica orizzontale} \quad F_h = k_h * W$$

$$\text{Forza sismica verticale} \quad F_v = k_v * W$$

I valori dei coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v possono essere valutati mediante le espressioni:

$$k_h = a_{max} * \beta_m / g$$

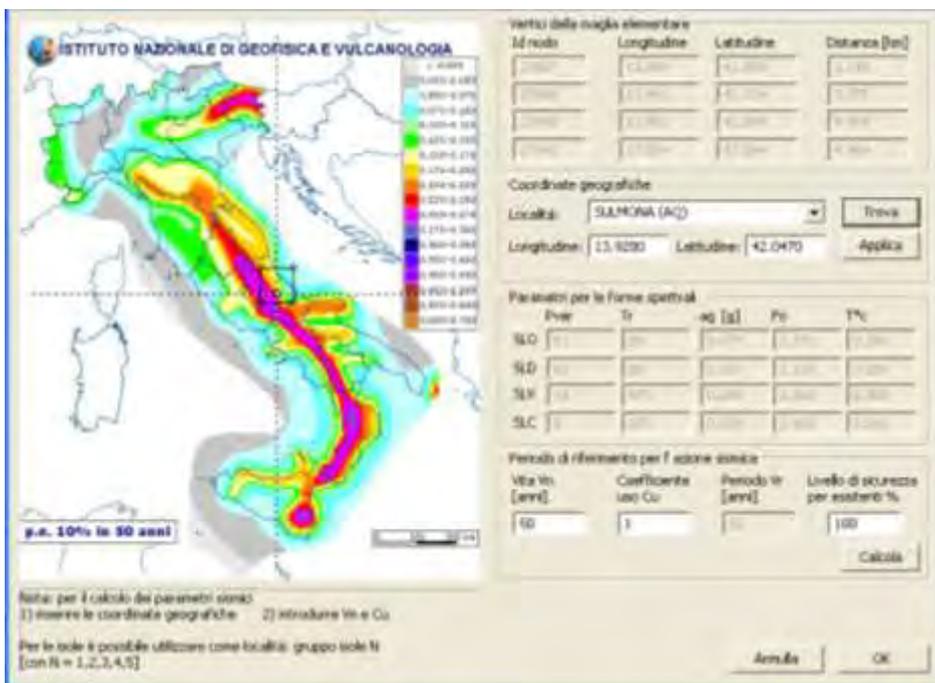
$$k_v = \pm 0,5 * k_h$$

Trattandosi di opera non in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno (§7.11.6.2.1), si assume $\beta_m = 1$.

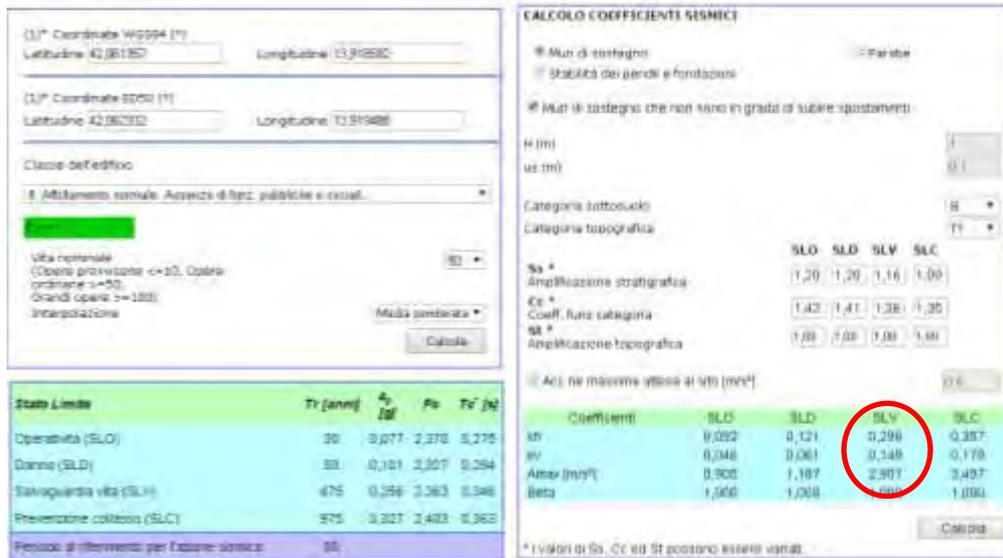
In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale, l'accelerazione massima può essere valutata con la relazione:

$$a_{max} = S * a = S_s * S_l * a_g$$

Si riportano di seguito le analisi che portano a stimare K_h e K_v



| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------------|
|  <p>RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | <p>PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767</p> | | |
| <p>RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOVIA BRETELLA</p> | | <p>REV 0</p> | <p>PAG 10 di 31</p> |



The screenshot shows the 'CALCOLO COEFFICIENTI SISMICI' (Seismic Coefficients Calculation) window. It includes input fields for coordinates, building class, and various coefficients. A table at the bottom right shows the calculated coefficients for different seismic actions (SLO, SLD, SLV, SLC). The SLV coefficient is circled in red.

| Coefficienti | SLO | SLD | SLV | SLC |
|--------------|-------|-------|-------|-------|
| kh | 0,092 | 0,121 | 0,290 | 0,357 |
| kv | 0,046 | 0,061 | 0,145 | 0,179 |
| Amaz (m/s²) | 0,905 | 1,197 | 2,907 | 3,497 |
| Beta | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_1 + G_2 + \psi_{2j} Q_{kj}$$

Dove nel caso specifico si assumerà per i carichi dovuti al transito dei convogli ferroviari $\psi_{2j} = 0,2$.

Pertanto avremo che:

Massa associata al peso proprio: $G_t = S_s * 25 * 0,9 = 20 \text{ kN/m}$

Massa associata al carico permanente $G_2 = 16,20 \text{ kN/m}$

Massa treno $Q_k = 67,23 \text{ kN/m}$

SismaH

Forza orizzontale sulla soletta di copertura totale:

$$F_h = (G_t + G_2 + \psi_{2j} * Q_k) * K_h = 9,84 \text{ kN/m}$$

Forza Orizzontale sui Piedritti:

$$F_h'' = G_t * k_h = 4,29 \text{ kN/m}$$

SismaV

Per la forza sismica verticale avremo analogamente:

Forza verticale sulla soletta di copertura:

$$F_v'' = (G_t + G_2 + \psi_{2j} * Q_k) * K_v = 4,91 \text{ kN/m}$$

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOVIA BRETELLA | | REV 0 | PAG 11 di 31 |

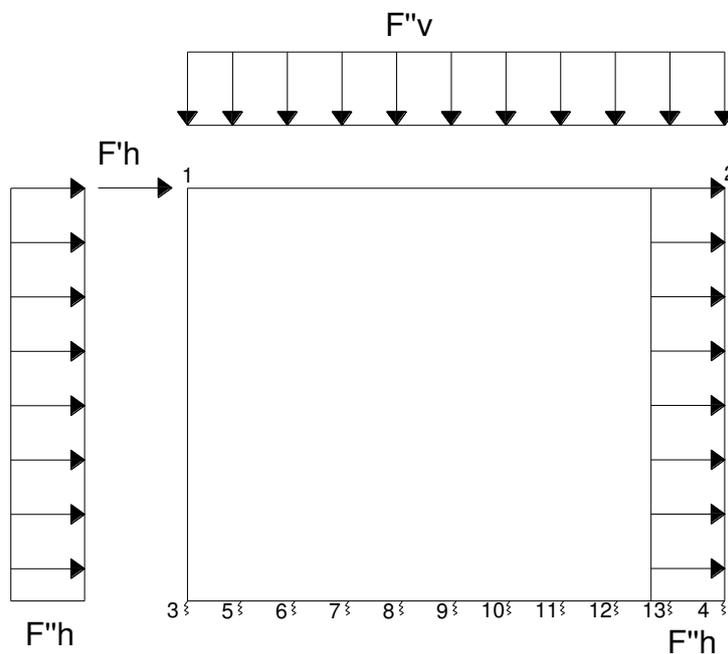


Figura 9. Forze sismiche agenti sulla struttura

Spinta sismica terreno SPSDX e SPSSX

Le spinte delle terre potranno essere determinate secondo la teoria di Wood, secondo la quale la risultante dell'incremento di spinta per effetto del sisma su una parete di altezza H viene determinato con la seguente espressione:

$$\Delta S_E = SPSDX = (a_{max}/g) \cdot \gamma \cdot H_{tot} = 41.77 \text{ KN/m}$$

Tale carico distribuito uniformemente sull'altezza del piedritto, sarà considerato agente su uno solo dei piedritti dell'opera.

4. Combinazioni di carico

Ai fini delle verifiche degli stati limite si riportano per comodità le combinazioni delle azioni riportate nella normativa ponti alla quale è possibile fare riferimento per la simbologia adottata:

| | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------------|
|  <p>RFI RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | <p>PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767</p> | | |
| <p>RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOVIA BRETELLA</p> | <table border="1"> <tr> <td data-bbox="1187 230 1315 286"> <p>REV 0</p> </td> <td data-bbox="1315 230 1493 286"> <p>PAG 12 di 31</p> </td> </tr> </table> | <p>REV 0</p> | <p>PAG 12 di 31</p> |
| <p>REV 0</p> | <p>PAG 12 di 31</p> | | |

– Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

– Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

– Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

– Combinazione quasi permanente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) a lungo termine;

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

– Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

dove:

$$E = \pm 1.00 \times E_Y \pm 0.30 \times E_Z \quad \text{oppure} \quad E = \pm 0.30 \times E_Y \pm 1.00 \times E_Z$$

avendo indicato con E_Y e E_Z rispettivamente le componenti orizzontale e verticale dell'azione sismica.

Gli effetti dei carichi verticali, dovuti alla presenza dei convogli, vengono sempre combinati con le altre azioni derivanti dal traffico ferroviario, adottando i coefficienti di cui alla Tabella 5.2.IV del DM 14/01/2008 di seguito riportata. In particolare, per ogni gruppo viene individuata una azione dominante che verrà considerata per intero;

| | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | | |
| | RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOVIA BRETELLA | REV 0 | PAG 13 di 31 |

per le altre azioni, vengono definiti diversi coefficienti di combinazione. Ogni gruppo massimizza una particolare condizione alla quale la struttura dovrà essere verificata.

Tabella 5.2.III - Carichi mobili in funzione del numero di binari presenti sul ponte

| Numero di binari | Binari Carichi | Traffico normale | | Traffico pesante ⁽²⁾ |
|------------------|----------------|-----------------------|------------------------|---------------------------------|
| | | caso a ⁽¹⁾ | caso b ⁽¹⁾ | |
| 1 | Primo | 1,0 (LM 71''+"SW/0'') | - | 1,0 SW/2 |
| | Primo | 1,0 (LM 71''+"SW/0'') | - | 1,0 SW/2 |
| 2 | secondo | 1,0 (LM 71''+"SW/0'') | - | 1,0 (LM 71''+"SW/0'') |
| | Primo | 1,0 (LM 71''+"SW/0'') | 0,75 (LM 71''+"SW/0'') | 1,0 SW/2 |
| ≥ 3 | secondo | 1,0 (LM 71''+"SW/0'') | 0,75 (LM 71''+"SW/0'') | 1,0 (LM 71''+"SW/0'') |
| | Altri | - | 0,75 (LM 71''+"SW/0'') | - |

Tabella 5.2.IV - Valutazione dei carichi da traffico (da DM 14/01/2008)

| TIPO DI CARICO | Azioni verticali | | Azioni orizzontali | | | COMMENTI |
|-----------------|----------------------|---------------|-------------------------|----------------|----------------|-------------------------------------|
| | Carico Verticale (1) | Treno Scarico | Frenatura ed Avviamento | Centrifuga | Serpeggio | |
| Gruppo 1 (2) | 1.0 | - | 0.5 (0.0) | 1.0 (0.0) | 1.0 (0.0) | massima azione verticale e laterale |
| Gruppo 2 (2) | - | 1.0 | 0.0 | 1.0 (0.0) | 1.0 (0.0) | stabilità laterale |
| Gruppo 3 (2) | 1.0 (0.5) | - | 1.0 | 0.5 (0.0) | 0.5 (0.0) | massima azione longitudinale |
| Gruppo 4 | 0.8 (0.6; 0.4) | - | 0.8 (0.6; 0.4) | 0.8 (0.6; 0.4) | 0.8 (0.6; 0.4) | fessurazione |

 Azione dominante

(1) Includendo tutti i fattori ad essi relativi (Φ, α , ecc.)

(2) La simultaneità di due o tre valori caratteristici interi (assunzione di diversi coefficienti pari ad 1), sebbene improbabile, è stata considerata come semplificazione per i gruppi di carico 1, 2, 3 senza che ciò abbia significative conseguenze progettuali.

Nelle tabelle sopra riportate è indicato un coefficiente per gli effetti a sfavore di sicurezza e, tra parentesi, un coefficiente, minore del precedente, per gli effetti a favore di sicurezza.

| | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | | |
| | RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOVIA BRETELLA | REV 0 | PAG 14 di 31 |

In fase di combinazione, ai fini delle verifiche degli SLU e SLE per la verifica delle tensioni, si sono considerati i soli Gruppo 1 e 3, mentre per la verifica a fessurazione è stato utilizzato il Gruppo 4. Nella tabella 5.2.III vengono riportati i carichi da utilizzare in caso di impalcati con due, tre o più binari caricati.

I Gruppi definiscono le azioni che nelle diverse combinazioni sono generalmente definite come Q_{ki} .

I coefficienti di amplificazione dei carichi γ e i coefficienti di combinazione ψ sono riportati nelle tabelle seguenti.

In particolare nel calcolo della struttura scatolare si fa riferimento alla combinazione A1 STR.

Tabella 5.2.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU, eccezionali e sismica (da DM 14/01/2008)

| | | Coefficiente | EQU ⁽¹⁾ | A1 STR | A2 GEO | Combinazione eccezionale | Combinazione Sismica |
|---------------------------------------------------|-------------|---------------|---------------------|---------------------|--------|--------------------------|----------------------|
| Carichi permanenti | favorevoli | γ_{G1} | 0,90 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| | sfavorevoli | | 1,10 | 1,35 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾ | favorevoli | γ_{G2} | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 1,00 |
| | sfavorevoli | | 1,50 | 1,50 | 1,30 | 1,00 | 1,00 |
| Ballast ⁽³⁾ | favorevoli | γ_B | 0,90 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| | sfavorevoli | | 1,50 | 1,50 | 1,30 | 1,00 | 1,00 |
| Carichi variabili da traffico ⁽⁴⁾ | favorevoli | γ_Q | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | sfavorevoli | | 1,45 | 1,45 | 1,25 | 0,20 ⁽⁵⁾ | 0,20 ⁽⁵⁾ |
| Carichi variabili | favorevoli | γ_{Qi} | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | sfavorevoli | | 1,50 | 1,50 | 1,30 | 1,00 | 0,00 |
| Precompressione | favorevole | γ_P | 0,90 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| | sfavorevole | | 1,00 ⁽⁶⁾ | 1,00 ⁽⁷⁾ | 1,00 | 1,00 | 1,00 |

(1) Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.

(2) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

(3) Quando si prevedano variazioni significative del carico dovuto al ballast, se ne dovrà tener conto esplicitamente nelle verifiche.

(4) Le componenti delle azioni da traffico sono introdotte in combinazione considerando uno dei gruppi di carico gr della Tab. 5.2.IV.

(5) Aliquota di carico da traffico da considerare.

(6) 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna

(7) 1,20 per effetti locali

Tabella 5.2.VI - Coefficienti di combinazione ψ delle azioni (da DM 14/01/2008)

| | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  <p>RFI RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | <p>PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767</p> | | |
| <p>RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOVIA BRETELLA</p> | <table border="1"> <tr> <td data-bbox="1189 224 1316 280"> REV 0 </td> <td data-bbox="1316 224 1476 280"> PAG 15 di 31 </td> </tr> </table> | REV 0 | PAG 15 di 31 |
| REV 0 | PAG 15 di 31 | | |

| Azioni | | Ψ_0 | Ψ_1 | Ψ_2 |
|----------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------|---------------------|----------|
| Azioni singole da traffico | Carico sul rilevato a tergo delle spalle | 0,80 | 0,50 | 0,0 |
| | Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli | 0,80 | 0,50 | 0,0 |
| Gruppi di carico | gr1 | 0,80 ⁽²⁾ | 0,80 ⁽¹⁾ | 0,0 |
| | gr2 | 0,80 ⁽²⁾ | 0,80 ⁽¹⁾ | - |
| | gr3 | 0,80 ⁽²⁾ | 0,80 ⁽¹⁾ | 0,0 |
| | gr4 | 1,00 | 1,00 ⁽¹⁾ | 0,0 |
| Azioni del vento | F _{Wk} | 0,60 | 0,50 | 0,0 |
| Azioni da neve | in fase di esecuzione | 0,80 | 0,0 | 0,0 |
| | SLU e SLE | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Azioni termiche | T _k | 0,60 | 0,60 | 0,50 |

Nella combinazione sismica le azioni indotte dal traffico ferroviario sono combinate con un coefficiente $\Psi_2 = 0.2$ (punto 3.2.4 del DM 14/01/2008) coerentemente con l'aliquota di massa afferente ai carichi da traffico.

| | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  <p>RFI RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | <p>PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767</p> | | |
| <p>RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOVIA BRETELLA</p> | <table border="1"> <tr> <td data-bbox="1189 224 1316 280"> REV 0 </td> <td data-bbox="1316 224 1476 280"> PAG 16 di 31 </td> </tr> </table> | REV 0 | PAG 16 di 31 |
| REV 0 | PAG 16 di 31 | | |

Le azioni descritte nel paragrafo precedente ed utilizzate nelle combinazioni di carico vengono di seguito riassunte:

| | |
|----------------------------------------------|----------|
| Peso proprio | DEAD |
| Carichi permanenti | PERM |
| Spinta del terreno sulla parete sinistra | SPTSX |
| Spinta del terreno sulla parete destra | SPTDX |
| Carico Accidentale LM71 | ACCM |
| Spinta del carico acc. (LM71)Sulla parete Sx | SPACCSX |
| Spinta del carico acc. (LM71)Sulla parete Dx | SPACCDX |
| Avviamento e frenatura | AVV |
| Variazione termica sulla soletta superiore | Term |
| Ritiro | Ritiro |
| Azione sismica orizzontale | Sisma H |
| Azione sismica Verticale | Sisma V |
| Incremento sismico della spinta sul terreno | SPSDX/SX |

Si riportano di seguito le combinazioni allo SLU di carico ritenute più significative in base all'esperienza.

Combinazione fondamentale

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

| Combinazioni di carico SLU (non sismiche) | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| | 1slu | 2slu | 3slu | 4slu | 5slu | 6slu | 7slu | 8slu | 9slu | 10slu | 11slu | 12slu |
| DEAD | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 |
| PERM | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 |
| SPTSX | 1 | 1 | 1 | 1 | 1.35 | 1.35 | 1 | 1 | 1 | 1.35 | 1.35 | 1.35 |
| SPTDX | 1 | 1 | 1 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1 | 1 | 1 |
| ACCM | 1.45 | 1.45 | 1.45 | 1.45 | 1.45 | 0 | 1.45 | 0 | 1.45 | 1.45 | 1.16 | 1.16 |
| SPACCSX | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.45 | 0 | 0 |
| SPACCDX | 1.45 | 0 | 0 | 1.45 | 1.45 | 1.45 | 1.45 | 1.45 | 1.45 | 0 | 1.16 | 1.16 |
| AVV | 1.45 | 1.45 | 1.45 | 1.45 | 1.45 | 0 | 1.45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Term | 0 | -0.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.9 | 0 | 0.9 | -0.9 | -1.5 | 1.5 |
| Ritiro | 0 | 1.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.2 |

Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

| | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------------|
|  <p>RFI RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | <p>PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767</p> | | |
| <p>RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOVIA BRETELLA</p> | <table border="1"> <tr> <td data-bbox="1187 226 1315 284"> <p>REV 0</p> </td> <td data-bbox="1315 226 1489 284"> <p>PAG 17 di 31</p> </td> </tr> </table> | <p>REV 0</p> | <p>PAG 17 di 31</p> |
| <p>REV 0</p> | <p>PAG 17 di 31</p> | | |

dove:

$$E = \pm 1.00 \times E_Y \pm 0.30 \times E_Z \quad \text{oppure} \quad E = \pm 0.30 \times E_Y \pm 1.00 \times E_Z$$

avendo indicato con E_Y e E_Z rispettivamente le componenti orizzontale e verticale dell'azione sismica.

| | SH1 | SH2 | SV1 | SV2 |
|---------|------|------|------|------|
| DEAD | 1 | 1 | 1 | 1 |
| PERM | 1 | 1 | 1 | 1 |
| SPTSX | 1 | 1 | 1 | 1 |
| SPTDX | 1 | 1 | 1 | 1 |
| ACCM | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| SPACCSX | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SPACCDX | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| AVV | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| Term | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 |
| Ritiro | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sisma H | 1 | 1 | 0.3 | 0.3 |
| Sisma V | 0.3 | -0.3 | -1 | 1 |
| SPSDX | 1 | 1 | 0.3 | 0.3 |

Combinazioni di Carico Sismiche

Le combinazioni sismiche vanno eseguite in entrambe le direzioni pertanto le combinazioni SH vanno ripetute per Sisma H = -1 e le combinazioni SV per Sisma V=-0.3.

Si riportano infine, le combinazioni di carico agli stati limite di esercizio SLE ritenute più significative.

Combinazione rara

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

| Combinazioni di carico SLE | | | |
|----------------------------|-------|-------|-------|
| | 1 sle | 2 sle | 3 sle |
| DEAD | 1 | 1 | 1 |
| PERM | 1 | 1 | 1 |
| SPTSX | 1 | 1 | 1 |
| SPTDX | 0.8 | 0.8 | 0.8 |
| ACCM | 0.8 | 0.8 | 0.8 |
| SPACCSX | 0.8 | 0.8 | 0 |
| SPACCDX | 0.8 | 0.8 | 0.8 |
| AVV | -0.8 | 0.8 | -0.8 |
| Term | -0.6 | 0.6 | -0.6 |
| Ritiro | 0 | 0 | 1 |

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOVIA BRETELLA | | REV 0 | PAG 18 di 31 |

5. Modellazione adottata

Il modello di calcolo attraverso il quale viene schematizzata la struttura è quello di telaio chiuso su letto di molle alla Winkler. Il programma di calcolo utilizzato è un programma ad elementi finiti, il Prosap.

Le caratteristiche delle aste modellate con elementi frame sono le seguenti:

Asta 1 = Sezione 100 x 50 cmq (soletta superiore)

Aste 2, 3 = Sezione 100 x 60 cmq (piedritti)

Aste 4, 15 = Sezione 100 x 60 cmq (soletta inferiore)

L'opera è stata considerata vincolata alla base mediante dei vincoli cedevoli in funzione delle caratteristiche elastiche del terreno di sottofondo.

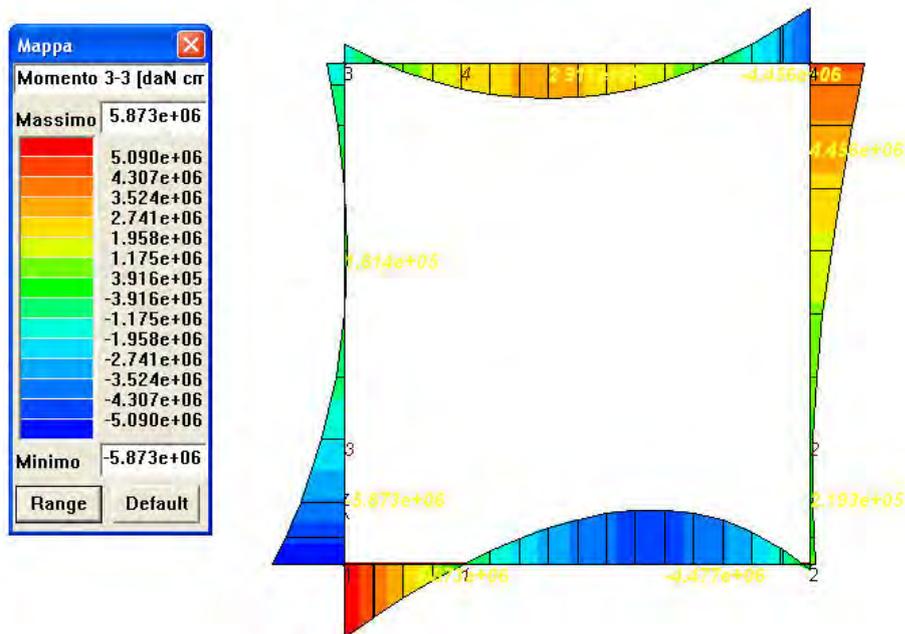
Per la rigidità delle molle si assume cautelativamente un valore del Modulo di reazione verticale $K_s = 5 \text{ Kg}/\text{cmc}$

In merito alla modellazione va sottolineato che un approccio tridimensionale rispetto ad un approccio piano a telaio consentirebbe di cogliere gli effetti trasversali (eccentricità del treno di carico LM71, forza centrifuga, serpeggio, ecc.) che verranno invece ora trascurati.

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOVIA BRETELLA | | REV 0 | PAG 19 di 31 |

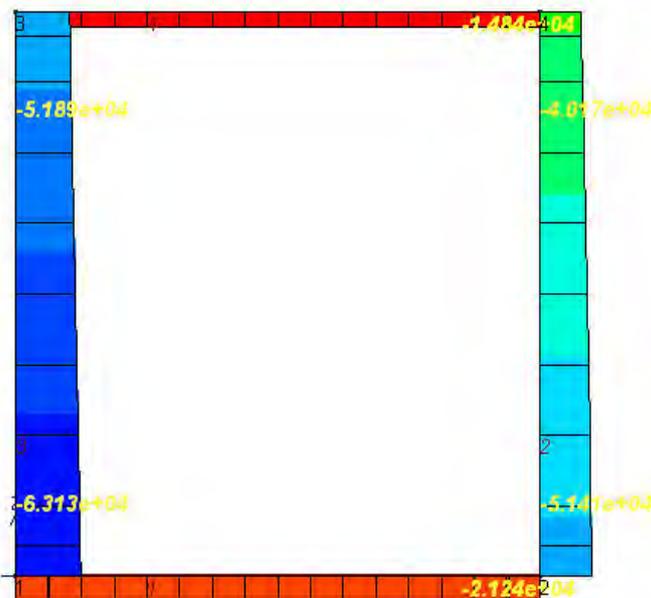
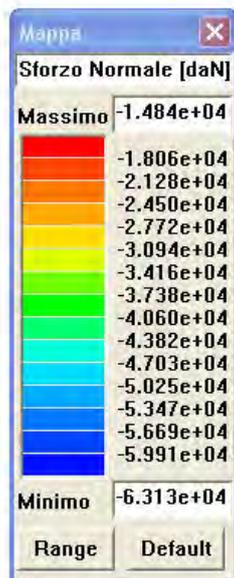
6. Verifiche strutture

Si riportano i principali risultati dell'analisi effettuata sul modello FEM. Per i tabulati completi si rimanda all'allegato 1 contenente i dati in INPU ed OUTPUT.

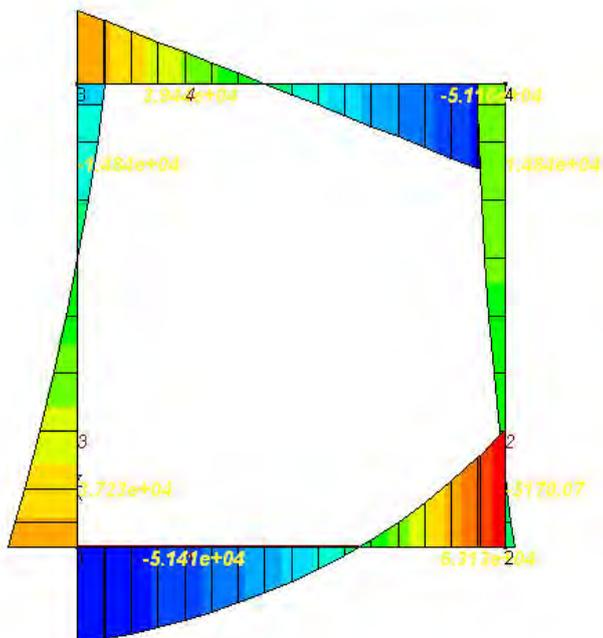
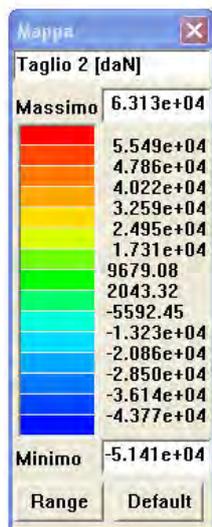


Momenti M3 max (combinazione 10)

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOVIA BRETELLA | | REV 0 | PAG 20 di 31 |

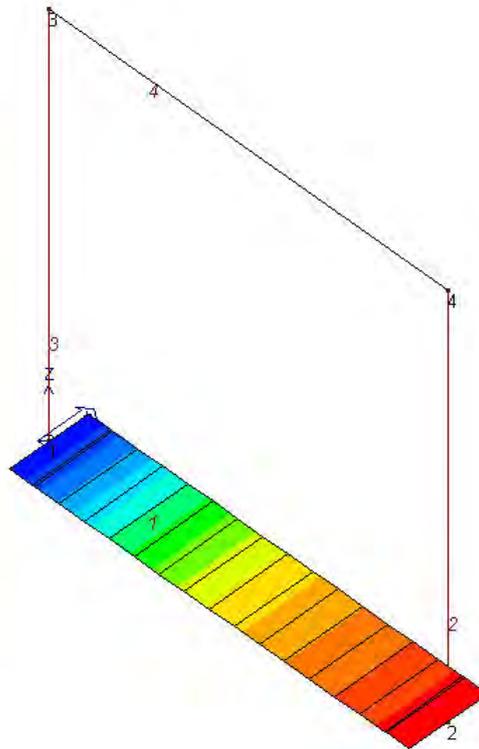
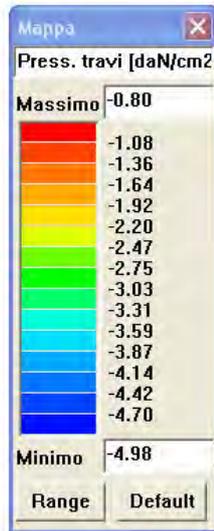


Sforzo normale max (combinazione 9)

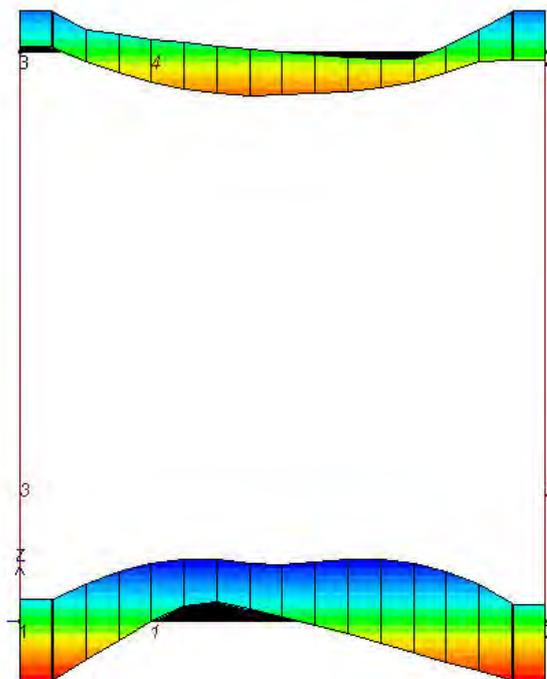
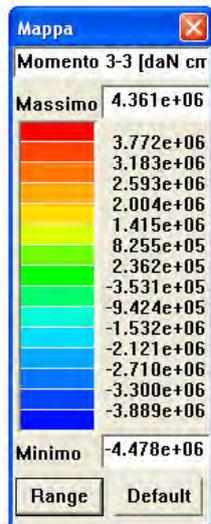


Taglio max (combinazione 10)

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------------|
|  <p>Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | <p>PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767</p> | | |
| <p>RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOVIA BRETELLA</p> | | <p>REV 0</p> | <p>PAG 21 di 31</p> |

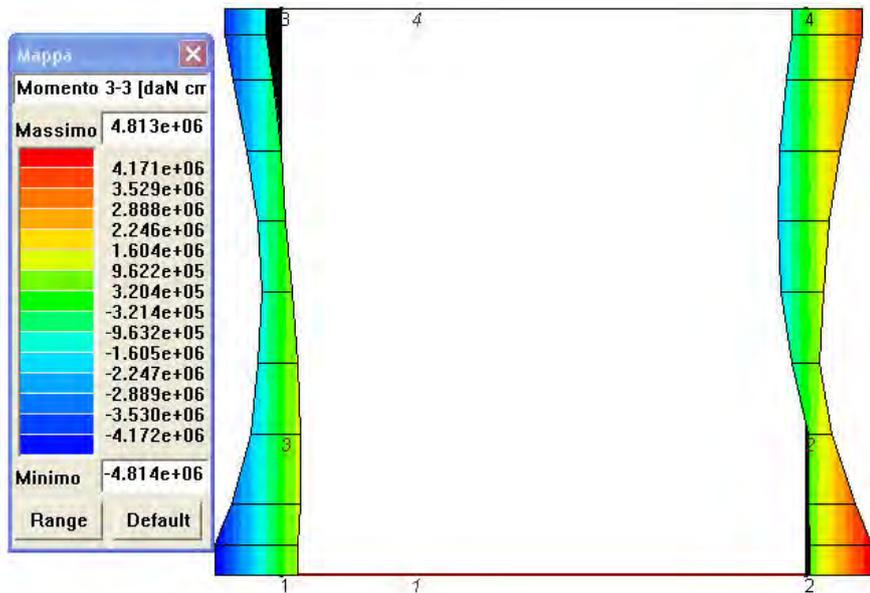


Pressioni min terreno (combinazione 9).



Inviluppo M3 soletta

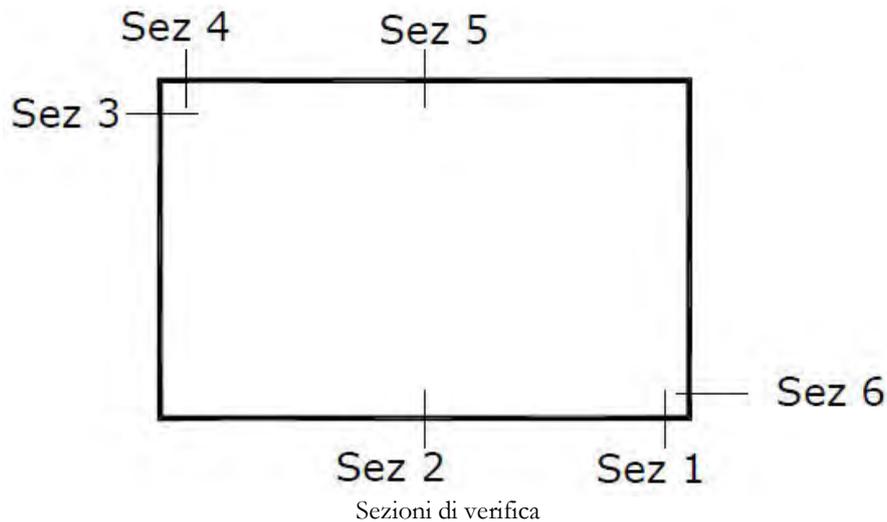
| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOVIA BRETELLA | | REV 0 | PAG 22 di 31 |



Inviluppo M3 piedritti

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOVIA BRETELLA | | REV 0 | PAG 23 di 31 |

In tabella sono riportati i valori delle sollecitazioni massime desunti dai tabulati del programma di calcolo utilizzato, mentre nella figura vengono rappresentate le sezioni dimensionate e verificate dello scatolare.



Sollecitazioni per la verifica agli SLU

| SEZIONE | Altezza H(cm) | Larghezza B(cm) | Copriferro c(cm) | Alt. Utile d(cm) | Mmax kN m | Ncorrisp. kN | Comb | Tmax kN |
|---------|------------------|--------------------|----------------------|----------------------|--------------|-----------------|-------|------------|
| 1 | 60 | 100 | 4 | 56 | 436 | ---- | 10slu | 493 |
| 2 | 60 | 100 | 4 | 56 | -448 | ---- | 10slu | |
| 3 | 60 | 100 | 4 | 56 | 409 | 524 | 10slu | 146 |
| 4 | 50 | 100 | 4 | 46 | -301 | ---- | 10slu | -458 |
| 5 | 50 | 100 | 4 | 46 | 312 | ---- | 2slu | |
| 6 | 60 | 100 | 4 | 56 | -482 | 508 | 10slu | 334 |

Per la verifica della sezione 6 si riporta anche la combinazione con N_{min} e M_{ass} .

| SEZIONE | Altezza H(cm) | Larghezza B(cm) | Copriferro c(cm) | Alt. Utile d(cm) | Mass kN m | Nmin kN | Comb | Tmax kN |
|---------|------------------|--------------------|----------------------|----------------------|--------------|------------|------|------------|
| 6 | 100 | 100 | 4 | 96 | -120 | 215 | 8slu | |

| | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
|  RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | |
| RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOVIA BRETELLA | REV 0 | PAG 24 di 31 |

6.1 VERIFICHE A PRESSOFLESSIONE

PIEDRITTI

Considerando la sezione di larghezza 100cm ed altezza 60cm, all'incastro superiore si considera $A's=10\Phi18$ ed

$A_s=5\Phi18$, mentre all'incastro inferiore si considera $A's=5\Phi18$ ed $A_s=5\Phi18$

sez.3 Con $N=524KN$, $M_{res}=657KNm > M_{sol}=409KNm$

sez. 6 Con $N=508KN$, $M_{res}=598KNm > M_{sol}=482KNm$

Verifica soddisfatta

Inoltre vengono calcolate le sezioni in corrispondenza delle quali non si ha l'armatura aggiuntiva.

A distanza 70 cm dall'asse x si ha $N=509KN$, $M_{sol}=334KNm$.

$A_s=5\Phi22$ ed $A's=5\Phi22$, per $N=509KN$, $M_{res}=401KNm$

Verifica soddisfatta

L'ancoraggio dell'armatura aggiuntiva è di $40\Phi=72cm$ (arrotondato a 75cm)

SOLETTA SUPERIORE

Considerando la sezione di larghezza 100cm ed altezza 50cm, in mezzeria si considera $A_s=5\Phi18$ ed $A's=10\Phi18$.

Con $N=0$; $M_{res}=428KNm > M_{sol}=312KNm$

Verifica soddisfatta

Inoltre vengono calcolate le sezioni in corrispondenza delle quali non si ha l'armatura aggiuntiva.

L'armatura aggiuntiva si avrà alle estremità fino a distanza di 64cm ed al centro a distanza di 127cm dall'asse verticale. Altrove si ha:

$A_s=5\Phi22$ ed $A's=5\Phi22$, per $N=0KN$, $M_{res}=220KNm$

Verifica soddisfatta

SOLETTA INFERIORE

Considerando la sezione di larghezza 100cm ed altezza 60cm, in mezzeria si considera $A_s=5\Phi18$ ed $A's=10\Phi18$.

Con $N=0$; $M_{res}=528KNm > M_{sol}=448$

Verifica soddisfatta

All'estremità considerando la sezione di larghezza 100cm ed altezza 60cm, $A_s=5\Phi18$ ed $A's=10\Phi18$.

Con $N=0$; $M_{res}=526KNm > M_{sol}=436$

Inoltre vengono calcolate le sezioni in corrispondenza delle quali non si ha l'armatura aggiuntiva.

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOVIA BRETELLA | | REV 0 | PAG 25 di 31 |

L'armatura aggiuntiva si avrà inferiormente alle estremità fino a distanza di 64cm e poi si avrà superiormente.

Altrove si ha:

As=5Φ18 ed A's=5 Φ18, per N=0KN, Mres=269 KNm

Verifica soddisfatta

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  <p>RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | <p>PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767</p> | | |
| <p>RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOVIA BRETELLA</p> | <table border="1"> <tr> <td data-bbox="1189 224 1316 286">REV 0</td> <td data-bbox="1316 224 1489 286">PAG 26 di 31</td> </tr> </table> | REV 0 | PAG 26 di 31 |
| REV 0 | PAG 26 di 31 | | |

6.2 VERIFICHE A TAGLIO

PIEDRITTI

VERIFICA A TAGLIO DI ELEMENTO SENZA ARMATURA A TAGLIO

MATERIALI

| | | | | | | | |
|-----|---------|-----------|-----|---------|-------|-----|-----|
| CLS | C 28/35 | 35 | Mpa | ACCIAIO | B450C | | |
| | f_cd | 16.461667 | Mpa | | f_yk | 450 | Mpa |
| | | | | | f_yd | 391 | MPa |
| | | | | | | | |

GEOMETRIA SEZIONE

| | | | | | | | |
|----|----|------|---------|-----|------------|-------|----|
| n | Ø | B | 1000 | mm | Copriferro | 40 | mm |
| 10 | 18 | H | 600 | mm | d | 560 | mm |
| 0 | 12 | Af | 2544.69 | mmq | k | 1.598 | |
| 5 | 18 | A'f | 1272.35 | mmq | kcalc | 1.598 | |
| 0 | 0 | Atot | 3817.04 | mmq | pl | 0.006 | |

| | |
|--|--------------------|
| | Armatura tesa |
| | Armatura compressa |

SOLLECITAZIONI AGENTI

| | | |
|-----|--------|-----|
| N | 508 | KN |
| M | 482.00 | KNm |
| Ved | 334.00 | KN |

RISULTATI ANALISI

verifica di resistenza della sezione fessurata

| | |
|------|-------|
| vmin | 0.418 |
| ocp | 0.847 |

| | |
|------|-----------|
| Vmin | 234.15 KN |
| Vrd | 373.15 KN |

$Vrd > Vmin$ verifica soddisfatta

verifica di resistenza rispetto al taglio agente

$Vrd > Ved$ verifica soddisfatta

non occor armatura a taglio

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  <p>Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOVIA BRETELLA | | REV 0 | PAG 27 di 31 |

SOLETTA SUPERIORE

VERIFICA A TAGLIO DI ELEMENTO CON ARMATURA A TAGLIO

MATERIALI

| | | | | | | | |
|-----|---------|-----------|-----|---------|-------|-----|-----|
| CLS | C 28/35 | 35 | Mpa | ACCIAIO | B450C | | |
| | f_cd | 16.461667 | Mpa | | f_yk | 450 | Mpa |
| | | | | | f_yd | 391 | Mpa |
| | | | | | | | |

GEOMETRIA SEZIONE

| | | | | | | |
|-----------|------|-----|---------------------------|--------|-----|-------------------------|
| B | 1000 | mm | Copriferro | 40 | mm | |
| H | 500 | mm | d | 460 | mm | |
| n° bracci | 2 | | α | 0.8 | rad | (armatura inclinata a 4 |
| Φ | 18 | mm | θ | 1 | rad | |
| s (passo) | 250 | mm | $\cot\alpha + \cot\theta$ | 2.00 | | |
| Asw | 254 | mmq | $\sin\alpha$ | 0.7071 | | |
| f'cd | 8.23 | Mpa | $1 + \cot^2\theta$ | 2 | | |
| | | | αc | 1 | | |

SOLLECITAZIONI AGENTI

| | | |
|-----|-----|-----|
| N | 0 | KN |
| M | 301 | KNm |
| Ved | 458 | KN |

RISULTATI ANALISI

verifica di resistenza a "taglio trazione"

Vrsd= 466 KN

verifica di resistenza a "taglio compressione"

Vrcd= 3408 KN

Vrd=min(Vrsd;Vrcd)= 466

Vrd > Ved verifica soddisfatta

| | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  <p>RFI RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOVIA BRETELLA | | REV 0 | PAG 28 di 31 |

SOLETTA INFERIORE

VERIFICA A TAGLIO DI ELEMENTO CON ARMATURA A TAGLIO

MATERIALI

| | | | | | | | |
|------------|---------|-----------|-----|----------------|-------|-----|-----|
| CLS | C 28/35 | 35 | Mpa | ACCIAIO | B450C | | |
| | f_cd | 16.461667 | Mpa | | f_yk | 450 | Mpa |
| | | | | | f_yd | 391 | Mpa |
| | | | | | | | |

GEOMETRIA SEZIONE

| | | | | | |
|-----------|------|-----|----------------------|--------|-----|
| B | 1000 | mm | Copriferro | 40 | mm |
| H | 600 | mm | d | 560 | mm |
| n° bracci | 2 | | α | 0.8 | rad |
| φ | 18 | mm | θ | 1 | rad |
| s (passo) | 250 | mm | cotga+cotgθ | 2.00 | |
| Asw | 254 | mmq | sinα | 0.7071 | |
| f'cd | 8.23 | Mpa | 1+ctg ² θ | 2 | |
| | | | αc | 1 | |

SOLLECITAZIONI AGENTI

| | | |
|-----|-----|-----|
| N | 0 | KN |
| M | 436 | KNm |
| Ved | 493 | KN |

RISULTATI ANALISI

verifica di resistenza a "taglio trazione"

Vrsd= 568 KN

verifica di resistenza a "taglio compressione"

Vrcd= 4148 KN

Vrd=min(Vrsd;Vrcd)= 568

Vrd > Ved verifica soddisfatta

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOVIA BRETELLA | | REV 0 | PAG 29 di 31 |

7. Verifica terreno

7.1 VERIFICHE SLU

Si è proceduto alla verifica del collasso per carico limite del terreno di fondazione nei confronti dello stato limite ultimo (SLU), secondo quanto stabilito dalle norme tecniche del D.M.14.01.2008; in particolare, deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq C_d$$

dove E_d è il valore dell'azione di progetto e R_d il valore di progetto della resistenza del terreno. Sono definiti tre gruppi di coefficienti: i coefficienti tipo A (A1 e A2) per le azioni (o i loro effetti), i coefficienti M (M1 ed M2) per i parametri geotecnici del terreno, ed i coefficienti R (R1, R2 ed R3) per le resistenze del terreno.

La normativa prevede due possibili approcci per la verifica di tale stato limite ultimo: un approccio 1, nel quale si utilizza la combinazione 1 (A1 – M1 – R1) per il dimensionamento strutturale e la combinazione 2 (A2 – M2 – R2) per quello geotecnico; un approccio 2 nel quale la combinazione (A1 – M1 – R3) è valevole per entrambe tali verifiche.

Per la verifica della soletta inferiore è stato scelto di applicare l'approccio 2, il quale prevede di combinare le azioni secondo i coefficienti γ del gruppo A1, di ridurre i parametri geotecnici del terreno secondo i coefficienti M1 e di dividere la capacità portante del terreno secondo il coefficiente R3, pari a 2.3.

Dall'analisi FEM, si ha che la pressione massima agente è $q_{sol} = 4,66 \text{ Kg/cmq}$.

Calcolando il carico limite Q_{lim} con la formula di Brinch Hansen si ha:

| Calcolo portanza del terreno Brinch-Hansen | | | | | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------------|-------|--|---------------|------|--------------------|------------|--|
| Terreno | | | | | | | | | |
| ϕ | N_c | N_γ | N_q | | γ | C' | $\text{Tag } \phi$ | ϕ rad | |
| 24 | 19.32 | 9.44 | 9.60 | | 2070 | 0 | 0.45 | 0.4189 | |
| Geometria | | | | | Fattori forma | | | | |
| L | 100 | m | | | S_c | 1.00 | | | |
| B | 1 | m | | | S_γ | 1.00 | | | |
| D | 6.4 | m | | | S_q | 1.00 | | | |
| con $B < L$ | | | | | | | | | |
| approccio 2 | | | | | | | | | |
| coeff | 2.3 | | | | | | | | |
| $Q_{lim} = 1/2 \gamma' B N_\gamma s_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma + c' N_c s_c d_c i_c b_c g_c + q' N_q s_q d_q i_q b_q g_q$ | | | | | | | | | |
| $Q_{lim} = 5.98 \text{ kg/cmq}$ | | | | | | | | | |

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOVIA BRETELLA | | REV 0 | PAG 30 di 31 |

Dato che $Q_{lim} > q_{sol}$, la verifica è soddisfatta

Si sottolinea che nel calcolo a favore di sicurezza non è stato considerato il contributo positivo della coesione.

Il D.M.2008 prevede, al capitolo 6 relativo alle opere geotecniche, che vadano effettuate anche delle verifiche nei confronti degli stati limite ultimi idraulici, in particolare nei confronti dei possibili fenomeni di sollevamento o di sifonamento. Tali verifiche dovranno essere eseguite in sede di progetto esecutivo.

Infine, sempre nei confronti delle verifiche SLU, è stata omessa la verifica a liquefazione in base a quanto previsto al paragrafo 7.11.3.4.2 del D.M.2008.

7.2 VERIFICHE SLE

Per quanto concerne le verifiche agli stati limite di esercizio SLE, il D.M.2008 prevede che venga rispettata la condizione:

$$Ed < Cd$$

dove Ed è il valore dell'azione di progetto e Cd il valore limite dell'effetto delle azioni.

A tale scopo sono state applicate alla struttura le combinazioni previste per la verifica degli stati limite di esercizio (rara, frequente e quasi permanente) ed anche la combinazione sismica per la verifica SLD (tutte riportate nella relazione di calcolo); il programma F.E.M. utilizzato per il calcolo ha di conseguenza stimato spostamenti e distorsioni verificandone la compatibilità con i requisiti prestazionali della struttura in elevazione.

Eventuali cedimenti delle strutture di fondazione sono compatibili con i prefissati livelli di sicurezza e con la funzionalità delle strutture in elevazione. In fase esecutiva dovranno essere fatti ulteriori studi sull'interazione con le strutture esistenti e le relative fondazioni.

Il sito indagato non presenta segni di cedimento in atto o potenziale, non sono presenti segni di dissesto idrogeologico o di movimenti franosi pregressi e i fabbricati posti nelle immediate vicinanze non mostrano fenomeni di cedimenti strutturali.

8. Conclusioni

La struttura risulta verificata nei confronti degli stati limite indagati. In fase di progettazione esecutiva si dovranno approfondire le verifiche SLE al fine di valutare se gli spostamenti delle strutture di sostegno sono compatibili con i prefissati livelli di sicurezza e con la funzionalità delle strutture in elevazione preesistenti.

| | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------------|
|  <p>RFI RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | <p>PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767</p> | | |
| <p>RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOVIA BRETELLA</p> | | <p>REV 0</p> | <p>PAG 31 di 31</p> |

PARTE III - ALLEGATI

ALLEGATO 1 : OUTPUT DEL CALCOLO STRUTTURALE DELLO SCATOLARE

COMMITTENTE:



DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE DI ANCONA

SOGGETTO TECNICO: RFI – DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE DI ANCONA
 S. O. INGEGNERIA

PROGETTAZIONE: RFI – DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE DI ANCONA
 S. O. INGEGNERIA MICROSTRUTTURA CIVILE

PROGETTO DEFINITIVO

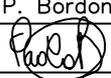
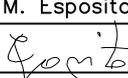
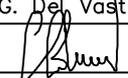
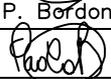
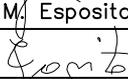
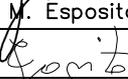
Linea : PESCARA –SULMONA–L'AQUILA–TERNI Comune : SULMONA

RIPRISTINO COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELLA LINEA PESCARA–SULMONA–TERNI
 TRA LE PROGRESSIVE KM.66+300/69+000, CON REALIZZAZIONE DELLA NUOVA
 FERMATA DI SULMONA S.RUFINA ED ADEGUAMENTO DELL'ASSETTO VIARIO DI VIA
 PARADISO CON OPERE SOSTITUTIVE DELL'EX PL KM.66+767

RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOVIA BRETTELLA – All A

| | | | |
|--|--------|----|--|
| | Foglio | di | |
|--|--------|----|--|

| PROGETTO/ANNO | SOTTOPR. | LIVELLO | NOME DOC. | PROGR.OP. | FASE FUNZ. | NUMERAZ. |
|---------------|----------|---------|-----------|-----------|------------|----------|
| 17 | | PD | TG | 00 | 00 | 106A |

| Revis. | Descrizione | Progettista | Data | Verificato | Data | Approvato | Data | Autorizzato | Data |
|--------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 0 | Prima emissione | P. Bordoni  | | M. Esposito  | | G. Del Vasto  | | S. Morellina  | |
| A | 1^Revisione giugno 2018 | P. Bordoni  | 18/06/2018 | M. Esposito  | 19/06/2018 | M. Esposito  | 19/06/2018 | G. Del Vasto  | 22/06/2018 |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

| POSIZIONE ARCHIVIO | LINEA | SEDE TECN. | NOME DOC. | NUMERAZ. |
|--------------------|------------------------|------------|-------------|----------|
| | L506 | TR4995 | | |
| | Verificato e trasmesso | Data | Convalidato | Data |
| | | | | |
| | | | Archiviato | Data |
| | | | | |



Software e Servizi
per l'Ingegneria s.r.l.

PRO_SAP
PROfessional **S**tructural **A**nalysis **P**rogram

Relazione di calcolo strutturale impostata e redatta secondo le modalità previste nel D.M. 14 Gennaio 2008 cap. 10 “Redazione dei progetti strutturali esecutivi e delle relazioni di calcolo”.

2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria S.r.l.

Via Garibaldi, 90

44121 Ferrara FE (Italy)

Tel. +39 0532 200091

Fax +39 0532 200086

www.2si.it

info@2si.it

D.M. 14/01/08 cap. 10.2 Affidabilità dei codici utilizzati

<http://www.2si.it/software/Affidabilità.htm>

INTESTAZIONE E CONTENUTI DELLA RELAZIONE

Contenuti della relazione:

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

- *Origine e Caratteristiche dei Codici di Calcolo*

- *Affidabilità dei codici utilizzati*

- *Validazione dei codici*

- *Tipo di analisi svolta*

- *Modalità di presentazione dei risultati*

- *Informazioni generali sull'elaborazione*

- *Giudizio motivato di accettabilità dei risultati*

STAMPA DEI DATI DI INGRESSO

- *Normative prese a riferimento*

- *Criteri adottati per le misure di sicurezza*

- *Criteri seguiti nella schematizzazione della struttura, dei vincoli e delle sconessioni*

- *Interazione tra terreno e struttura*

- *Legami costitutivi adottati per la modellazione dei materiali e dei terreni*

- *Schematizzazione delle azioni, condizioni e combinazioni di carico*

- *Metodologie numeriche utilizzate per l'analisi strutturale*

- *Metodologie numeriche utilizzate per la progettazione e la verifica degli elementi strutturali*

STAMPA DEI RISULTATI

17 ottobre 2017

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE | 6 |
| Premessa | 6 |
| Quadro normativo di riferimento adottato..... | 6 |
| Progetto-verifica degli elementi | 6 |
| Azione sismica..... | 6 |
| Azioni di progetto sulla costruzione | 6 |
| Modello numerico | 7 |
| Tipo di analisi strutturale..... | 8 |
| Modellazione della geometria e proprietà meccaniche: | 9 |
| Tipo di vincoli:..... | 10 |
| Modellazione delle azioni..... | 10 |
| Combinazioni e/o percorsi di carico..... | 10 |
| Principali risultati | 11 |
| Informazioni generali sull’elaborazione e giudizio motivato di accettabilità dei risultati. | 12 |
| Verifiche agli stati limite ultimi..... | 12 |
| Verifiche agli stati limite di esercizio | 12 |
| RELAZIONE SUI MATERIALI..... | 12 |
| NORMATIVA DI RIFERIMENTO | 13 |
| MATERIALI E COPRIFERRI PER STRUTTURE IN CA..... | 14 |
| DURABILITA’ | 15 |
| CARATTERISTICHE MATERIALI UTILIZZATI..... | 17 |
| LEGENDA TABELLA DATI MATERIALI | 17 |
| MODELLAZIONE DELLE SEZIONI | 21 |
| LEGENDA TABELLA DATI SEZIONI..... | 21 |
| MODELLAZIONE STRUTTURA: NODI | 23 |
| LEGENDA TABELLA DATI NODI..... | 23 |
| TABELLA DATI NODI | 23 |
| MODELLAZIONE STRUTTURA: ELEMENTI TRAVE..... | 24 |
| TABELLA DATI TRAVI | 24 |
| MODELLAZIONE DELLE AZIONI | 27 |
| LEGENDA TABELLA DATI AZIONI | 27 |

| | |
|----------------------------------------------|----|
| SCHEMATIZZAZIONE DEI CASI DI CARICO | 31 |
| LEGENDA TABELLA CASI DI CARICO | 31 |
| DEFINIZIONE DELLE COMBINAZIONI..... | 32 |
| LEGENDA TABELLA COMBINAZIONI DI CARICO | 32 |
| RISULTATI NODALI | 35 |
| LEGENDA RISULTATI NODALI..... | 35 |
| RISULTATI OPERE DI FONDAZIONE | 37 |
| LEGENDA RISULTATI OPERE DI FONDAZIONE..... | 37 |
| RISULTATI ELEMENTI TIPO TRAVE | 40 |
| LEGENDA RISULTATI ELEMENTI TIPO TRAVE..... | 40 |

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

Premessa

La presente relazione di calcolo strutturale, in conformità al punto §10.1 del DM 14/01/08, è comprensiva di una descrizione generale dell'opera e dei criteri generali di analisi e verifica. Segue inoltre le indicazioni fornite al §10.2 del DM stesso per quanto concerne analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo.

Nella presente parte sono riportati i principali elementi di inquadramento del progetto esecutivo riguardante le strutture, in relazione agli strumenti urbanistici, al progetto architettonico, al progetto delle componenti tecnologiche in generale ed alle prestazioni attese dalla struttura.

Quadro normativo di riferimento adottato

Le norme ed i documenti assunti quale riferimento per la progettazione strutturale vengono indicati di seguito.

Nel capitolo "normativa di riferimento" è comunque presente l'elenco completo delle normative disponibili.

| Progetto-verifica degli elementi | |
|--------------------------------------|-----------------|
| Progetto cemento armato | D.M. 14-01-2008 |
| Progetto acciaio | D.M. 14-01-2008 |
| Progetto legno | D.M. 14-01-2008 |
| Progetto muratura | D.M. 14-01-2008 |
| Azione sismica | |
| Norma applicata per l'azione sismica | D.M. 14-01-2008 |

Azioni di progetto sulla costruzione

Nei capitoli "modellazione delle azioni" e "schematizzazione dei casi di carico" sono indicate le azioni sulla costruzioni.

Nel prosieguo si indicano tipo di analisi strutturale condotta (statico,dinamico, lineare o non lineare) e il metodo adottato per la risoluzione del problema strutturale nonché le metodologie seguite per la verifica o per il progetto-verifica delle sezioni. Si riportano le combinazioni di carico adottate e, nel caso di calcoli non lineari, i percorsi di carico seguiti; le configurazioni studiate per la struttura in esame **sono risultate effettivamente esaustive per la progettazione-verifica.**

La verifica della sicurezza degli elementi strutturali avviene con i metodi della scienza delle costruzioni. L'analisi strutturale è condotta con il metodo degli spostamenti per la valutazione dello stato tensodeformativo indotto da carichi statici. L'analisi strutturale è condotta con il metodo dell'analisi modale e dello spettro di risposta in

termini di accelerazione per la valutazione dello stato tensodeformativo indotto da carichi dinamici (tra cui quelli di tipo sismico).

L'analisi strutturale viene effettuata con il metodo degli elementi finiti. Il metodo sopraindicato si basa sulla schematizzazione della struttura in elementi connessi solo in corrispondenza di un numero prefissato di punti denominati nodi. I nodi sono definiti dalle tre coordinate cartesiane in un sistema di riferimento globale. Le incognite del problema (nell'ambito del metodo degli spostamenti) sono le componenti di spostamento dei nodi riferite al sistema di riferimento globale (traslazioni secondo X, Y, Z, rotazioni attorno X, Y, Z). La soluzione del problema si ottiene con un sistema di equazioni algebriche lineari i cui termini noti sono costituiti dai carichi agenti sulla struttura opportunamente concentrati ai nodi:

$\mathbf{K} * \mathbf{u} = \mathbf{F}$ dove \mathbf{K} = matrice di rigidezza

\mathbf{u} = vettore spostamenti nodali

\mathbf{F} = vettore forze nodali

Dagli spostamenti ottenuti con la risoluzione del sistema vengono quindi dedotte le sollecitazioni e/o le tensioni di ogni elemento, riferite generalmente ad una terna locale all'elemento stesso.

Il sistema di riferimento utilizzato è costituito da una terna cartesiana destrorsa XYZ. Si assume l'asse Z verticale ed orientato verso l'alto.

Gli elementi utilizzati per la modellazione dello schema statico della struttura sono i seguenti:

- Elemento tipo **TRUSS** (biella-D2)
- Elemento tipo **BEAM** (trave-D2)
- Elemento tipo **MEMBRANE** (membrana-D3)
- Elemento tipo **PLATE** (piastra-guscio-D3)
- Elemento tipo **BOUNDARY** (molla)
- Elemento tipo **STIFFNESS** (matrice di rigidezza)
- Elemento tipo **BRICK** (elemento solido)
- Elemento tipo **SOLAIO** (macro elemento composto da più membrane)

Modello numerico

In questa parte viene descritto il modello numerico utilizzato (o i modelli numerici utilizzati) per l'analisi della struttura. La presentazione delle informazioni deve essere, coerentemente con le prescrizioni del paragrafo 10.2 delle NTC-08, tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità

| Tipo di analisi strutturale | |
|---------------------------------------------|----|
| Statica lineare | SI |
| Statica non lineare | NO |
| Sismica statica lineare | NO |
| Sismica dinamica lineare | NO |
| Sismica statica non lineare (prop. masse) | NO |
| Sismica statica non lineare (prop. modo) | NO |
| Sismica statica non lineare (triangolare) | NO |
| Non linearità geometriche (fattore P delta) | NO |

Di seguito si indicano l'origine e le caratteristiche dei codici di calcolo utilizzati riportando titolo, produttore e distributore, versione, estremi della licenza d'uso:

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software **ha consentito di valutarne l'affidabilità e soprattutto l'idoneità al caso specifico**. La documentazione, fornita dal produttore e distributore del software, contiene una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, l'individuazione dei campi d'impiego, nonché casi prova interamente risolti e commentati, corredati dei file di input necessari a riprodurre l'elaborazione:

| Affidabilità dei codici utilizzati |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2S.I. ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche. E' possibile reperire la documentazione contenente alcuni dei più significativi casi trattati al seguente link: http://www.2si.it/Software/Affidabilità.htm |

| Modellazione della geometria e proprietà meccaniche: | |
|-------------------------------------------------------------|--------|
| nodi | 4 |
| elementi D2 (per aste, travi, pilastri...) | 4 |
| elementi D3 (per pareti, platee, gusci...) | 0 |
| elementi solaio | 0 |
| elementi solidi | 0 |
| Dimensione del modello strutturale [cm]: | |
| X min = | 0.00 |
| Xmax = | 510.00 |
| Ymin = | 0.00 |
| Ymax = | 0.00 |
| Zmin = | 0.00 |
| Zmax = | 555.00 |
| Strutture verticali: | |
| Elementi di tipo asta | NO |
| Pilastri | SI |
| Pareti | NO |
| Setti (a comportamento membranale) | NO |
| Strutture non verticali: | |
| Elementi di tipo asta | NO |
| Travi | SI |
| Gusci | NO |
| Membrane | NO |
| Orizzontamenti: | |
| Solai con la proprietà piano rigido | NO |
| Solai senza la proprietà piano rigido | NO |

| Tipo di vincoli: | |
|---------------------------------------------|----|
| Nodi vincolati rigidamente | NO |
| Nodi vincolati elasticamente | NO |
| Nodi con isolatori sismici | NO |
| Fondazioni puntuali (plinti/plinti su palo) | NO |
| Fondazioni di tipo trave | SI |
| Fondazioni di tipo platea | NO |
| Fondazioni con elementi solidi | NO |

Modellazione delle azioni

Si veda il capitolo **“Schematizzazione dei casi di carico”** per le informazioni necessarie alla comprensione ed alla ricostruzione delle azioni applicate al modello numerico, coerentemente con quanto indicato nella parte **“2.6. Azioni di progetto sulla costruzione”**.

Combinazioni e/o percorsi di carico

Si veda il capitolo **“Definizione delle combiazioni”** in cui sono indicate le combinazioni di carico adottate e, nel caso di calcoli non lineari, i percorsi di carico seguiti.

| Combinazioni dei casi di carico | |
|----------------------------------------|-------------|
| APPROCCIO PROGETTUALE | Approccio 2 |
| Tensioni ammissibili | NO |
| SLU | SI |
| SLV (SLU con sisma) | NO |
| SLC | NO |
| SLD | SI |
| SLO | NO |
| SLU GEO A2 (per approccio 1) | NO |
| SLU EQU | NO |
| Combinazione caratteristica (rara) | SI |

| | |
|-------------------------------------|----|
| Combinazione frequente | NO |
| Combinazione quasi permanente (SLE) | NO |
| SLA (accidentale quale incendio) | NO |

Principali risultati

I risultati devono costituire una sintesi completa ed efficace, presentata in modo da riassumere il comportamento della struttura, per ogni tipo di analisi svolta.

2.8.1. Risultati dell'analisi modale

Viene riportato il tipo di analisi modale condotta, restituiti i risultati della stessa e valutate le informazioni desumibili in merito al comportamento della struttura.

2.8.2. Deformate e sollecitazioni per condizioni di carico

Vengono riportati i principali risultati atti a descrivere il comportamento della struttura, in termini di stati di sollecitazione e di deformazione generalizzata, distinti per condizione elementare di carico o per combinazioni omogenee delle stesse.

2.8.3. Inviluppo delle sollecitazioni maggiormente significative L'analisi e la restituzione degli inviluppi (nelle combinazioni considerate agli SLU e agli SLE) delle caratteristiche di sollecitazione devono essere finalizzate alla valutazione dello stato di sollecitazione nei diversi elementi della struttura.

2.8.4. Reazioni vincolari

Vengono riportate le reazioni dei vincoli nelle singole condizioni di carico e/o nelle combinazioni considerate.

2.8.5. Altri risultati significativi

La presente relazione, oltre a illustrare in modo esaustivo i dati in ingresso e i risultati delle analisi in forma tabellare, riporta una serie di immagini:

per i dati in ingresso:

- modello solido della struttura
- numerazione di nodi e ed elementi
- configurazioni di carico statiche
- configurazioni di carico sismiche con baricentri delle masse e eccentricità

per le combinazioni più significative (statisticamente più gravose per la struttura)

- configurazioni deformate
- diagrammi e inviluppi delle azioni interne
- mappe delle tensioni

- reazioni vincolari
- mappe delle pressioni sul terreno

per il progetto-verifica degli elementi

- diagrammi di armatura
- percentuali di sfruttamento
- mappe delle verifiche più significative per i vari stati limite

Informazioni generali sull'elaborazione e giudizio motivato di accettabilità dei risultati.

Il programma prevede una serie di controlli automatici (check) che consentono l'individuazione di errori di modellazione. Al termine dell'analisi un controllo automatico identifica la presenza di spostamenti o rotazioni anormali. Si può pertanto asserire che l'elaborazione sia corretta e completa. I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli che ne comprovano l'attendibilità. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali e adottati, anche in fase di primo proporzionamento della struttura. Inoltre, sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni. Si allega al termine della presente relazione elenco sintetico dei controlli svolti (verifiche di equilibrio tra reazioni vincolari e carichi applicati, comparazioni tra i risultati delle analisi e quelli di valutazioni semplificate, etc.).

Verifiche agli stati limite ultimi

Nel capitolo relativo alla progettazione degli elementi strutturali agli SLU vengono indicate, con riferimento alla normativa adottata, le modalità ed i criteri seguiti per valutare la sicurezza della struttura nei confronti delle possibili situazioni di crisi ed i risultati delle valutazioni svolte. In via generale, oltre alle verifiche di resistenza e di spostamento, devono essere prese in considerazione verifiche nei confronti dei fenomeni di instabilità, locale e globale, di fatica, di duttilità, di degrado.

Verifiche agli stati limite di esercizio

Nel capitolo relativo alla progettazione degli elementi strutturali agli SLU vengono indicate, con riferimento alla normativa adottata, le modalità seguite per valutare l'affidabilità della struttura nei confronti delle possibili situazioni di perdita di funzionalità (per eccessive deformazioni, fessurazioni, vibrazioni, etc.) ed i risultati delle valutazioni svolte.

RELAZIONE SUI MATERIALI

Il capitolo Materiali riporta informazioni esaustive relative all'elenco dei materiali impiegati e loro modalità di posa in opera e ai valori di calcolo.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

1. D.Min. Infrastrutture Min. Interni e Prot. Civile 14 Gennaio 2008 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni".
 2. D.Min. Infrastrutture e trasporti 14 Settembre 2005 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni".
 3. D.M. LL.PP. 9 Gennaio 1996 "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche".
 4. D.M. LL.PP. 16 Gennaio 1996 "Norme tecniche relative ai <<Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi>>".
 5. D.M. LL.PP. 16 Gennaio 1996 "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche".
 6. Circolare 4/07/96, n.156AA.GG./STC. istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai <<Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi>>" di cui al D.M. 16/01/96.
 7. Circolare 10/04/97, n.65AA.GG. istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al D.M. 16/01/96.
 8. D.M. LL.PP. 20 Novembre 1987 "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento".
 9. Circolare 4 Gennaio 1989 n. 30787 "Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento".
 10. D.M. LL.PP. 11 Marzo 1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".
 11. D.M. LL.PP. 3 Dicembre 1987 "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate".
 12. UNI 9502 - Procedimento analitico per valutare la resistenza al fuoco degli elementi costruttivi di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso - edizione maggio 2001
 13. Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" e successive modificazioni e integrazioni.
 14. UNI EN 1990:2006 13/04/2006 Eurocodice 0 - Criteri generali di progettazione strutturale.
 15. UNI EN 1991-1-1:2004 01/08/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-1: Azioni in generale - Pesì per unità di volume, pesì propri e sovraccarichi per gli edifici.
 16. UNI EN 1991-2:2005 01/03/2005 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 2: Carichi da traffico sui ponti.
 17. UNI EN 1991-1-3:2004 01/10/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-3: Azioni in generale - Carichi da neve.
 18. UNI EN 1991-1-4:2005 01/07/2005 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-4: Azioni in generale - Azioni del vento.
 19. UNI EN 1991-1-5:2004 01/10/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-5: Azioni in generale - Azioni termiche.
 20. UNI EN 1992-1-1:2005 24/11/2005 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
 21. UNI EN 1992-1-2:2005 01/04/2005 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio.
 22. UNI EN 1993-1-1:2005 01/08/2005 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
 23. UNI EN 1993-1-8:2005 01/08/2005 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-8: Progettazione dei collegamenti.
 24. UNI EN 1994-1-1:2005 01/03/2005 Eurocodice 4 - Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
 25. UNI EN 1994-2:2006 12/01/2006 Eurocodice 4 - Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo - Parte 2: Regole generali e regole per i ponti.
 26. UNI EN 1995-1-1:2005 01/02/2005 Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno - Parte 1-1: Regole generali - Regole comuni e regole per gli edifici.
 27. UNI EN 1995-2:2005 01/01/2005 Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno - Parte 2: Ponti.
 28. UNI EN 1996-1-1:2006 26/01/2006 Eurocodice 6 - Progettazione delle strutture di muratura - Parte 1-1: Regole generali per strutture di muratura armata e non armata.
 29. UNI EN 1996-3:2006 09/03/2006 Eurocodice 6 - Progettazione delle strutture di muratura - Parte 3: Metodi di calcolo semplificato per strutture di muratura non armata.
 30. UNI EN 1997-1:2005 01/02/2005 Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali.
 31. UNI EN 1998-1:2005 01/03/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici.
 32. UNI EN 1998-3:2005 01/08/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 3: Valutazione e adeguamento degli edifici.
- UNI EN 1998-5:2005 01/01/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.

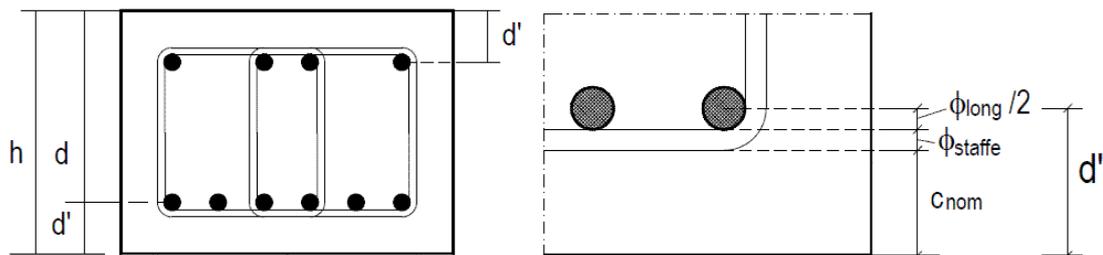
NOTA sul capitolo "normativa di riferimento": riporta l'elenco delle normative implementate nel software. Le norme utilizzate per la struttura oggetto della presente relazione sono indicate nel precedente capitolo "RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE" "ANALISI E VERIFICHE SVOLTE CON L'AUSILIO DI CODICI DI CALCOLO". Laddove nei capitoli successivi vengano richiamate norme antecedenti al DM 14.01.08 è dovuto a una progettazione simulata di edificio esistente o ad applicazione del punto 2.7 del DM 14.01.08

MATERIALI E COPRIFERRI PER STRUTTURE IN CA

| Classe di esposizione ambientale | Copriferro $c_{min,dur}$ [mm] | | | | | | | |
|----------------------------------|-------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|
| | 15 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 |
| XC1 | C25/30, 0.60, 300 | | | | | | | |
| XC2 | C25/30, 0.60, 300 | | | | | | | |
| XC3 | C28/35, 0.55, 320 | | | | | | | |
| XC4 | C32/40, 0.50, 340 | | | | | | | |
| XD1 | C28/35, 0.55, 320 | | | | | | | |
| XD2 | C35/45, 0.45, 360 | | | | | | | |
| XD3 | C35/45, 0.45, 360 | | | | | | | |
| XS1 | C28/35, 0.55, 320 | | | | | | | |
| XS2 | C35/45, 0.45, 360 | | | | | | | |
| XS3 | C35/45, 0.45, 360 | | | | | | | |
| XF1 | C28/35, 0.50, 320 | | | | | | | |
| XF2 – XF3 | C25/30, 0.50, 340 | | | | | | | |
| XF4 | C28/35, 0.45, 360 | | | | | | | |
| XA1 | C28/35, 0.55, 320 | | | | | | | |
| XA2 | C32/40, 0.50, 340 | | | | | | | |
| XA3 | C35/45, 0.45, 360 | | | | | | | |

$$c_{nom} = \max(c_{min,b}, c_{min,dur}) + 10 \text{ (mm)} \geq 20 \text{ mm}$$

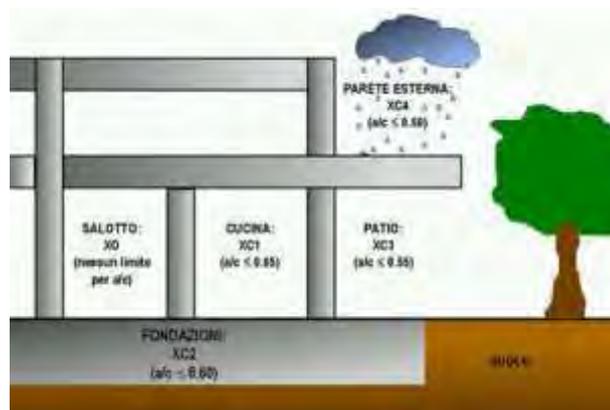
$c_{min,b} = \phi \sqrt{n_b}$ n_b numero di barre di un eventuale gruppo di barre; per barra singola $n_b = 1$.



Altezze d e d'

DURABILITA'

| 1 Nessun rischio di corrosione o di attacco | | |
|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| X0 | Calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo/disgelo, abrasione o attacco chimico. Calcestruzzo con armatura o inserti metallici molto asciutto. | Calcestruzzo all'interno di edifici con umidità dell'aria molto bassa. |
| 2 Corrosione indotta da carbonatazione | | |
| XC1 | Asciutto o permanentemente bagnato | Calcestruzzo all'interno di edifici con bassa umidità relativa. Calcestruzzo costantemente immerso in acqua |
| XC2 | Bagnato, raramente asciutto. | Superfici di calcestruzzo a contatto con acqua per lungo tempo. Molte fondazioni |
| XC3 | Umidità moderata | Calcestruzzo all'interno di edifici con umidità dell'aria moderata oppure elevata. Calcestruzzo esposto all'esterno protetto dalla pioggia |
| XC4 | Ciclicamente bagnato e asciutto | Superfici di calcestruzzo soggette al contatto con acqua non nella classe di esposizione XC2 |
| 3 Corrosione indotta da cloruri | | |
| XD1 | Umidità moderata | Superfici di calcestruzzo esposte a nebbia salina. |
| XD2 | Bagnato, raramente asciutto. | Piscine. Calcestruzzo esposto ad acque industriali contenenti cloruri |
| XD3 | Ciclicamente bagnato ed asciutto. | Parti di ponti esposte a spruzzi contenenti cloruri Pavimentazioni stradali e di parcheggi |
| 4 Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare | | |
| XS1 | Esposto a nebbia salina ma non in contatto diretto con acqua di mare | Strutture prossime oppure sulla costa |
| XS2 | Permanentemente sommerso | Parti di strutture marine |
| XS3 | Zone esposte alle onde, agli spruzzi oppure alle maree | Parti di strutture marine |
| 5 Attacco di cicli gelo/disgelo | | |
| XF1 | Moderata saturazione d'acqua, senza impiego di agente antigelo | Superfici verticali di calcestruzzo esposte alla pioggia e al gelo |
| XF2 | Moderata saturazione d'acqua, con uso di agente antigelo | Superfici verticali di calcestruzzo di strutture stradali esposte al gelo e nebbia di agenti antigelo |
| XF3 | Elevata saturazione d'acqua, senza antigelo | Superfici orizzontali di calcestruzzo esposte alla pioggia e al gelo |
| XF4 | Elevata saturazione d'acqua, con antigelo oppure acqua di mare | Strade e impalcati da ponte esposti agli agenti antigelo Superfici di calcestruzzo esposte direttamente a nebbia contenente agenti antigelo e al gelo |
| 6. Attacco chimico | | |
| XA1 | Ambiente chimico debolmente aggressivo | Suoli naturali ed acqua del terreno |
| XA2 | Ambiente chimico moderatamente aggressivo | Suoli naturali ed acqua del terreno |
| XA3 | Ambiente chimico fortemente aggressivo | Suoli naturali ed acqua del terreno |





- Sovrapporre i ferri nelle riprese per almeno 60 diametri ;
- Impiegare distanziatori in plastica o pasta di cemento per garantire un copriferro (misurato dall'esterno ferro e non dal baricentro ferro) di almeno cm 2,5 per le travi e cm 3 per i pilastri (a meno di prescrizioni superiori per esigenze di REI) ;
- Estendere la rete nella soletta dei solai fino all'esterno cordolo o travi ;
- Sovrapporre le reti di cui sopra per almeno cm 20 ;
- Ancorare i ferri aggiuntivi superiori dei solai all'esterno delle travi di bordo, curando di tenere il baricentro a circa 2.5 cm dal filo superiore del getto della caldana del solaio ;
- Nella giunzione per sovrapposizione dei ferri, non legare i due ferri fra loro, ma tenerli distanziati di almeno cm 2 (interferro).

CARATTERISTICHE MATERIALI UTILIZZATI

LEGENDA TABELLA DATI MATERIALI

Il programma consente l'uso di materiali diversi. Sono previsti i seguenti tipi di materiale:

| | |
|---|-------------------------------|
| 1 | materiale tipo cemento armato |
| 2 | materiale tipo acciaio |
| 3 | materiale tipo muratura |
| 4 | materiale tipo legno |
| 5 | materiale tipo generico |

I materiali utilizzati nella modellazione sono individuati da una sigla identificativa ed un codice numerico (gli elementi strutturali richiamano quest'ultimo nella propria descrizione). Per ogni materiale vengono riportati in tabella i seguenti dati:

| | |
|----------------|-----------------------------------------|
| <i>Young</i> | modulo di elasticità normale |
| <i>Poisson</i> | coefficiente di contrazione trasversale |
| <i>G</i> | modulo di elasticità tangenziale |
| <i>Gamma</i> | peso specifico |
| <i>Alfa</i> | coefficiente di dilatazione termica |

I dati soprariportati vengono utilizzati per la modellazione dello schema statico e per la determinazione dei carichi inerziali e termici. In relazione al tipo di materiale vengono riportati inoltre:

| | | | |
|---|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | cemento armato | Rck Fctm | resistenza caratteristica cubica resistenza media a trazione semplice |
| 2 | acciaio | Ft Fy Fd Fdt Sadm Sadmt | tensione di rottura a trazione tensione di snervamento resistenza di calcolo resistenza di calcolo per spess. $t > 40$ mm tensione ammissibile tensione ammissibile per spess. $t > 40$ mm |
| 3 | muratura | Resist. Fk Resist. Fvko | resistenza caratteristica a compressione resistenza caratteristica a taglio |
| 4 | legno | Resist. fc0k Resist. ft0k Resist. fmk Resist. fvk Modulo E0,05 Lamellare | Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per compressione Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per trazione Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per flessione Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per taglio Modulo elastico parallelo caratteristico lamellare o massiccio |

Con riferimento al **Documento di Affidabilità** "Test di validazione del software di calcolo PRO_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO_SAP Modulo Geotecnico, PRO_CAD nodi acciaio e PRO_MST" - versione Maggio 2011, disponibile per il download sul sito **www.2si.it**, si segnalano i seguenti esempi applicativi:

Modellazione di strutture in c.a.

| Test N° | Titolo |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 41 | GERARCHIA DELLE RESISTENZE PER TRAVI IN C.A. |
| 42 | GERARCHIA DELLE RESISTENZE PER PILASTRI IN C.A. |
| 43 | VERIFICA ALLE TA DI STRUTTURE IN C.A. |
| 44 | VERIFICA AGLI SLU DI STRUTTURE IN C.A. |
| 45 | VERIFICA A PUNZONAMENTO ALLO SLU DI PIASTRE IN C.A. |
| 46 | VERIFICA A PUNZONAMENTO ALLO SLU DI TRAVI IN C.A. |
| 47 | PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 9/1/96 |
| 48 | PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 14/1/2008 |
| 49 | VERIFICA ALLO SLE (TENSIONI E FESSURAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A. |
| 50 | VERIFICA ALLO SLE (DEFORMAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A. |
| 51 | FATTORE DI STRUTTURA |
| 52 | SOVRARESISTENZE |
| 53 | DETTAGLI COSTRUTTIVI C.A.: LIMITI D'ARMATURA PILASTRI E NODI TRAVE-PILASTRO |
| 54 | PARETI IN C.A. SNELLE IN ZONA SISMICA |
| 80 | ANALISI PUSHOVER DI UN EDIFICIO IN C.A. |
| 120 | PROGETTO E VERIFICA DI TRAVI PREM |

Modellazione di strutture in acciaio

| Test N° | Titolo |
|---------|--------------------------------------------------------------------|
| 55 | VERIFICA DI STABILITA' DI ASTE COMPRESSE IN ACCIAIO – METODO OMEGA |
| 56 | LUCE LIBERA DI TRAVI E ASTE IN ACCIAIO |
| 57 | LUCE LIBERA DI COLONNE IN ACCIAIO |
| 58 | SVERGOLAMENTO DI TRAVI IN ACCIAIO |
| 59 | FATTORE DI STRUTTURA |

| | |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 60 | ACCIAIO D.M.2008 |
| 61 | ACCIAIO EC3 |
| 62 | GERARCHIA RESISTENZE STRUTTURE IN ACCIAIO |
| 63 | STABILITA' DI ASTE COMPOSTE IN ACCIAIO |
| 73 | COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO CON PRESENZA IRRIGIDIMENTI TRASVERSALI |
| 74 | COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO CON PRESENZA DI UN PIATTO DI RINFORZO SALDATO ALL'ANIMA DELLA COLONNA |
| 75 | COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO CON PRESENZA DI DUE PIATTI DI RINFORZO SALDATI ALL'ANIMA DELLA COLONNA |
| 76 | COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO A DUE VIE SU ALI COLONNA |
| 77 | COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO A UNA VIA CON DUE COMBINAZIONI DI CARICO |
| 78 | COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO SU ANIMA SENZA RINFORZI A QUATTRO FILE DI BULLONI DI CUI UNA SU PIASTRA INFERIORE E UNA SU PIASTRA SUPERIORE |
| 79 | VERIFICA DELLA PIASTRA NODO TRAVE COLONNA |
| 85 | TELAIO ACCIAIO: CONTROVENTI CONCENTRICI |

Modellazione di strutture in muratura

| Test N° | Titolo |
|-----------|----------------------------------------------------------|
| 81 | ANALISI PUSHOVER DI UNA STRUTTURA IN MURATURA |
| 84 | ANALISI ELASTO PLASTICA INCREMENTALE, PARETE IN MURATURA |
| 86 | VERIFICA NON SISMICA DELLE MURATURE (D.M. 87 TA) |
| 87 | VERIFICA NON SISMICA DELLE MURATURE (D.M. 2005 SL) |
| 88 | FATTORE DI STRUTTURA |

Modellazione di strutture in legno

| Test N° | Titolo |
|---------|--------|
|---------|--------|

| | |
|------------|-------------------------------------------------------------------------|
| 17 | SOLAIO: MISTO LEGNO-CALCESTRUZZO |
| 89 | VERIFICA ALLO SLU DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5 |
| 90 | VERIFICA ALLO SLE DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5 |
| 91 | FATTORE DI STRUTTURA |
| 92 | VERIFICHE EC5 |
| 93 | SNELLEZZE EC5 |
| 94 | VERIFICA AL FUOCO DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5 |
| 117 | PROGETTO E VERIFICA DI GUSCI IN MATERIALE XLAM |
| 118 | PROGETTO E VERIFICA DI PARETI IN MATERIALE XLAM E RELATIVI COLLEGAMENTI |
| 119 | PROGETTO E VERIFICA DI SOLAI IN MATERIALE XLAM |

| Id | Tipo / Note | | Young | Poisson | G | Gamma | Alfa |
|----|----------------------------|---------|-----------|---------|-----------|----------|----------|
| | | daN/cm2 | daN/cm2 | | daN/cm2 | daN/cm3 | |
| 1 | Calcestruzzo Classe C28/35 | | 3.260e+05 | 0.12 | 1.455e+05 | 2.50e-03 | 1.00e-05 |
| | Rck | 350.0 | | | | | |
| | fctm | 28.4 | | | | | |

MODELLAZIONE DELLE SEZIONI

LEGENDA TABELLA DATI SEZIONI

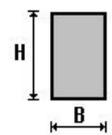
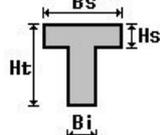
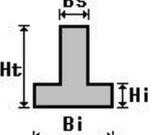
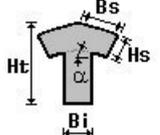
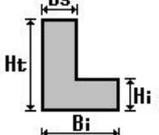
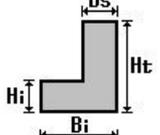
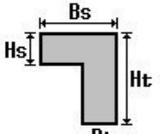
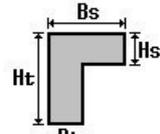
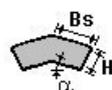
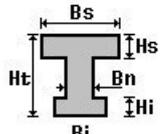
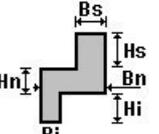
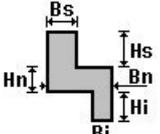
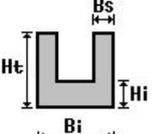
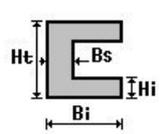
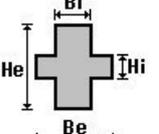
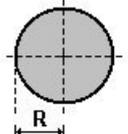
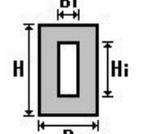
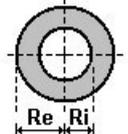
Il programma consente l'uso di sezioni diverse. Sono previsti i seguenti tipi di sezione:

- 1 sezione di tipo generico
- 2 profilati semplici
- 3 profilati accoppiati e speciali

Le sezioni utilizzate nella modellazione sono individuate da una sigla identificativa ed un codice numerico (gli elementi strutturali richiamano quest'ultimo nella propria descrizione). Per ogni sezione vengono riportati in tabella i seguenti dati:

| | |
|--------------|---------------------------------------------------------------------|
| Area | area della sezione |
| A V2 | area della sezione/fattore di taglio (per il taglio in direzione 2) |
| A V3 | area della sezione/fattore di taglio (per il taglio in direzione 3) |
| Jt | fattore torsionale di rigidità |
| J2-2 | momento d'inerzia della sezione riferito all'asse 2 |
| J3-3 | momento d'inerzia della sezione riferito all'asse 3 |
| W2-2 | modulo di resistenza della sezione riferito all'asse 2 |
| W3-3 | modulo di resistenza della sezione riferito all'asse 3 |
| Wp2-2 | modulo di resistenza plastico della sezione riferito all'asse 2 |
| Wp3-3 | modulo di resistenza plastico della sezione riferito all'asse 3 |

I dati soprariportati vengono utilizzati per la determinazione dei carichi inerziali e per la definizione delle rigidità degli elementi strutturali; qualora il valore di Area V2 (e/o Area V3) sia nullo la deformabilità per taglio V2 (e/o V3) è trascurata. La valutazione delle caratteristiche inerziali delle sezioni è condotta nel riferimento 2-3 dell'elemento.

| | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  rettangolare |  a T |  a T rovescia |  a T di colmo |  a L |  a L specchiata |
|  a L specchiata rovescia |  a L rovescia |  a L di colmo |  a doppio T |  a quattro specchiata |  a quattro |
|  a U |  a C |  a croce |  circolare |  rettangolare cava |  circolare cava |

Per quanto concerne i profilati semplici ed accoppiati l'asse 2 del riferimento coincide con l'asse x riportato nei più diffusi profilati.

Per quanto concerne le sezioni di tipo generico (tipo 1.):
 i valori dimensionali con prefisso B sono riferiti all'asse 2
 i valori dimensionali con prefisso H sono riferiti all'asse 3

Con riferimento al **Documento di Affidabilità "Test di validazione del software di calcolo PRO_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO_SAP Modulo Geotecnico, PRO_CAD nodi acciaio e PRO_MST"** - versione Maggio 2011, disponibile per il download sul sito **www.2si.it**, si segnalano i seguenti esempi applicativi:

| Test N° | Titolo |
|---------|-----------------------------------------------------------------------|
| 1 | CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI |
| 44 | VERIFICA AGLI SLU DI STRUTTURE IN C.A. |
| 47 | PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 9/1/96 |
| 48 | PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 14/1/2008 |
| 49 | VERIFICA ALLO SLE (TENSIONI E FESSURAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A. |
| 50 | VERIFICA ALLO SLE (DEFORMAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A. |
| 95 | ANALISI DI RESISTENZA AL FUOCO |

| Id | Tipo | Area | A V2 | A V3 | Jt | J 2-2 | J 3-3 | W 2-2 | W 3-3 | Wp 2-2 | Wp 3-3 |
|----|--------------------------------|---------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1 | Rettangolare: b=100.00 h=50.00 | 5000.00 | 4166.67 | 4166.67 | 2.854e+06 | 4.167e+06 | 1.042e+06 | 8.333e+04 | 4.167e+04 | 1.250e+05 | 6.250e+04 |
| 2 | Rettangolare: b=100.00 h=60.00 | 6000.00 | 5000.00 | 5000.00 | 4.478e+06 | 5.000e+06 | 1.800e+06 | 1.000e+05 | 6.000e+04 | 1.500e+05 | 9.000e+04 |

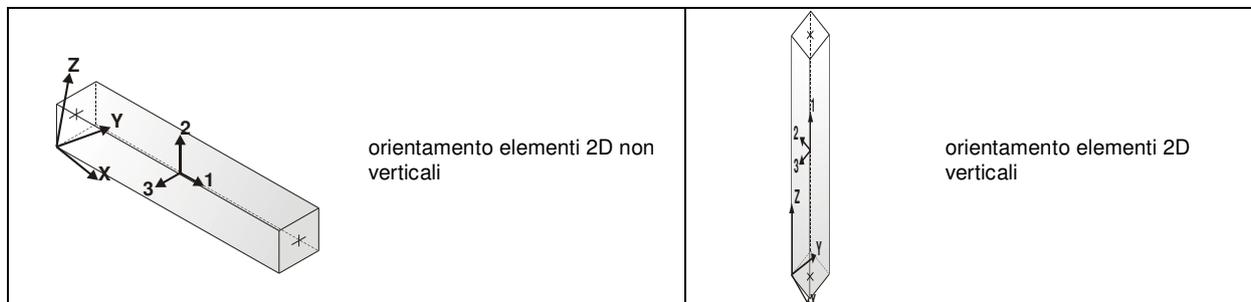
MODELLAZIONE STRUTTURA: ELEMENTI TRAVE

TABELLA DATI TRAVI

Il programma utilizza per la modellazione elementi a due nodi denominati in generale travi.

Ogni elemento trave è individuato dal nodo iniziale e dal nodo finale.

Ogni elemento è caratterizzato da un insieme di proprietà riportate in tabella che ne completano la modellazione.



In particolare per ogni elemento viene indicato in tabella:

| | |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Elem. | numero dell'elemento |
| Note | codice di comportamento: trave, trave di fondazione, pilastro, asta, asta tesa, asta compressa |
| Nodo I (J) | numero del nodo iniziale (finale) |
| Mat. | codice del materiale assegnato all'elemento |
| Sez. | codice della sezione assegnata all'elemento |
| Rotaz. | valore della rotazione dell'elemento, attorno al proprio asse, nel caso in cui l'orientamento di default non sia adottabile; l'orientamento di default prevede per gli elementi non verticali l'asse 2 contenuto nel piano verticale e l'asse 3 orizzontale, per gli elementi verticali l'asse 2 diretto secondo X negativo e l'asse 3 diretto secondo Y negativo |
| Svincolo I (J) | codici di svincolo per le azioni interne; i primi sei codici si riferiscono al nodo iniziale, i restanti sei al nodo finale (il valore 1 indica che la relativa azione interna non è attiva) |
| Wink V | costante di sottofondo (coefficiente di Winkler) per la modellazione della trave su suolo elastico |
| Wink O | costante di sottofondo (coefficiente di Winkler) per la modellazione del suolo elastico orizzontale |

Con riferimento al **Documento di Affidabilità** "Test di validazione del software di calcolo PRO_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO_SAP Modulo Geotecnico, PRO_CAD nodi acciaio e PRO_MST" - versione Maggio 2011, disponibile per il download sul sito **www.2si.it**, si segnalano i seguenti esempi applicativi:

| Test N° | Titolo |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 2 | TRAVI A UNA CAMPATA |
| 3 | TRAVE A PIU' CAMPATE |
| 4 | TRAVE A UNA CAMPATA SU TERRENO ALLA WINKLER |
| 5 | TRAVI SU TERRENO ALLA WINKLER CON CARICO TRASVERSALE |
| 6 | TELAI PIANI CON CERNIERE ALLA BASE |
| 7 | TELAI PIANI CON INCASTRI ALLA BASE |
| 11 | STRUTTURE SOGGETTE A VARIAZIONI TERMICHE |
| 12 | STRUTTURE SU TERRENO ALLA WINKLER SOTTOPOSTE A CARICHI DISTRIBUITI TRIANGOLARI |
| 21 | DRILLING |
| 24 | TENSIONI E ROTAZIONI RISPETTO ALLA CORDA DI ELEMENTI TRAVE |
| 27 | FRECCIA DI ELEMENTI TRAVE |
| 41 | GERARCHIA DELLE RESISTENZE PER TRAVI IN C.A. |
| 42 | GERARCHIA DELLE RESISTENZE PER PILASTRI IN C.A. |
| 43 | VERIFICA ALLE TA DI STRUTTURE IN C.A. |
| 44 | VERIFICA AGLI SLU DI STRUTTURE IN C.A. |
| 46 | VERIFICA A PUNZONAMENTO ALLO SLU DI TRAVI IN C.A. |
| 47 | PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 9/1/96 |
| 48 | PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 14/1/2008 |
| 49 | VERIFICA ALLO SLE (TENSIONI E FESSURAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A. |
| 50 | VERIFICA ALLO SLE (DEFORMAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A. |
| 51 | FATTORE DI STRUTTURA |
| 52 | SOVRARESISTENZE |
| 53 | DETTAGLI COSTRUTTIVI C.A.: LIMITI D'ARMATURA PILASTRI E NODI TRAVE-PILASTRO |

| | |
|------------|--------------------------------------------------------------------|
| 55 | VERIFICA DI STABILITA' DI ASTE COMPRESSE IN ACCIAIO – METODO OMEGA |
| 56 | LUCE LIBERA DI TRAVI E ASTE IN ACCIAIO |
| 57 | LUCE LIBERA DI COLONNE IN ACCIAIO |
| 58 | SVERGOLAMENTO DI TRAVI IN ACCIAIO |
| 63 | STABILITA' DI ASTE COMPOSTE IN ACCIAIO |
| 68 | VALUTAZIONE EFFETTO P- δ SU PILASTRATA |
| 69 | VALUTAZIONE EFFETTO P- δ SU TELAIO 3D |
| 80 | ANALISI PUSHOVER DI UN EDIFICIO IN C.A. |
| 82 | ANALISI ELASTO PLASTICA INCREMENTALE |
| 83 | ANALISI ELASTO PLASTICA INCREMENTALE |
| 89 | VERIFICA ALLO SLU DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5 |
| 90 | VERIFICA ALLO SLE DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5 |
| 93 | SNELLEZZE EC5 |
| 120 | PROGETTO E VERIFICA DI TRAVI PREM |

| Elem. | Note | Nodo I | Nodo J | Mat. | Sez. | Rotaz. gradi | Svincolo I | Svincolo J | Wink V daN/cm3 | Wink O daN/cm3 |
|-------|----------|--------|--------|------|------|-----------------|------------|------------|-------------------|-------------------|
| 1 | Trave f. | 1 | 2 | 1 | 2 | | | | 5.00 | 5.00 |
| 2 | Pilas. | 2 | 4 | 1 | 2 | | | | | |
| 3 | Pilas. | 1 | 3 | 1 | 2 | | | | | |
| 4 | Trave | 3 | 4 | 1 | 1 | | | | | |

MODELLAZIONE DELLE AZIONI

LEGENDA TABELLA DATI AZIONI

Il programma consente l'uso di diverse tipologie di carico (azioni). Le azioni utilizzate nella modellazione sono individuate da una sigla identificativa ed un codice numerico (gli elementi strutturali richiamano quest'ultimo nella propria descrizione). Per ogni azione applicata alla struttura viene di riportato il codice, il tipo e la sigla identificativa. Le tabelle successive dettagliano i valori caratteristici di ogni azione in relazione al tipo. Le tabelle riportano infatti i seguenti dati in relazione al tipo:

| | |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | carico concentrato nodale 6 dati (forza Fx, Fy, Fz, momento Mx, My, Mz) |
| 2 | spostamento nodale impresso 6 dati (spostamento Tx,Ty,Tz, rotazione Rx,Ry,Rz) |
| 3 | carico distribuito globale su elemento tipo trave 7 dati (fx,fy,fz,mx,my,mz,ascissa di inizio carico) 7 dati (fx,fy,fz,mx,my,mz,ascissa di fine carico) |
| 4 | carico distribuito locale su elemento tipo trave 7 dati (f1,f2,f3,m1,m2,m3,ascissa di inizio carico) 7 dati (f1,f2,f3,m1,m2,m3,ascissa di fine carico) |
| 5 | carico concentrato globale su elemento tipo trave 7 dati (Fx,Fy,Fz,Mx,My,Mz,ascissa di carico) |
| 6 | carico concentrato locale su elemento tipo trave 7 dati (F1, F2, F3, M1, M2, M3, ascissa di carico) |
| 7 | variazione termica applicata ad elemento tipo trave 7 dati (variazioni termiche: uniforme, media e differenza in altezza e larghezza al nodo iniziale e finale) |
| 8 | carico di pressione uniforme su elemento tipo piastra 1 dato (pressione) |
| 9 | carico di pressione variabile su elemento tipo piastra 4 dati (pressione, quota, pressione, quota) |
| 10 | variazione termica applicata ad elemento tipo piastra 2 dati (variazioni termiche: media e differenza nello spessore) |

11 carico variabile generale su elementi tipo trave e piastra

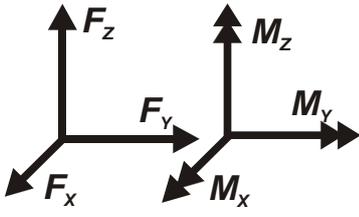
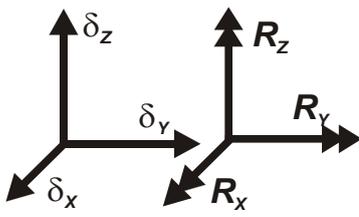
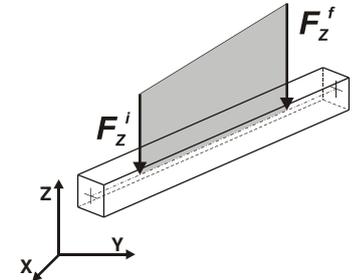
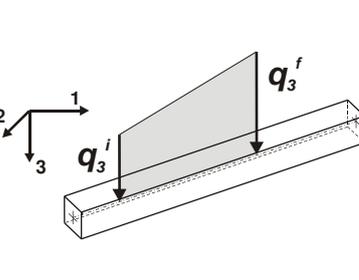
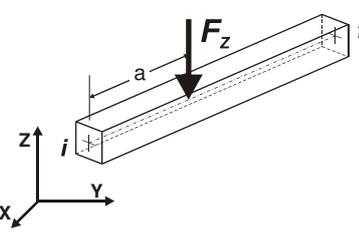
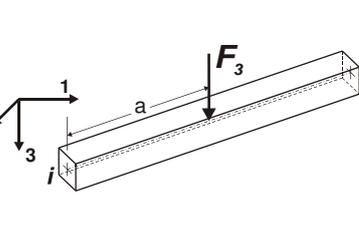
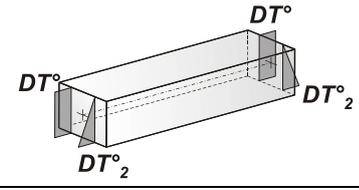
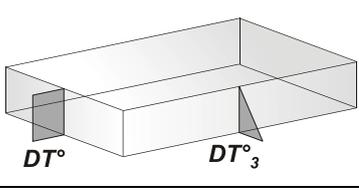
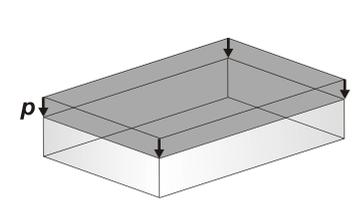
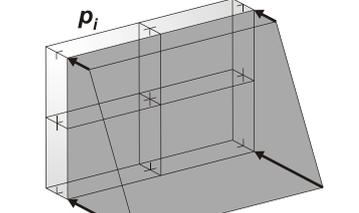
1 dato descrizione della tipologia

4 dati per segmento (posizione, valore, posizione, valore)

la tipologia precisa l'ascissa di definizione, la direzione del carico, la modalità di carico e la larghezza d'influenza per gli elementi tipo trave

12 gruppo di carichi con impronta su piastra

9 dati (numero di ripetizioni in direzione X e Y, valore di ciascun carico, posizione centrale del primo, dimensioni dell'impronta, interasse tra i carichi)

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>Carico concentrato nodale</p> |  <p>Spostamento impresso</p> |
|  <p>Carico distribuito globale</p> |  <p>Carico distribuito locale</p> |
|  <p>Carico concentrato globale</p> |  <p>Carico concentrato locale</p> |
|  <p>Carico termico 2D</p> |  <p>Carico termico 3D</p> |
|  <p>Carico pressione uniforme</p> |  <p>Carico pressione variabile</p> |

Tipo carico concentrato nodale

| Id | Tipo | Fx | Fy | Fz | Mx | My | Mz |
|----|---------------|-----|-----|---------|--------|--------|--------|
| | | daN | daN | daN | daN cm | daN cm | daN cm |
| 2 | CN:Fz=-486.00 | 0.0 | 0.0 | -486.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

Tipo carico distribuito globale su trave

| Id | Tipo | Pos. | fx | fy | fz | mx | my | mz |
|----|------|------|--------|--------|--------|-----|-----|-----|
| | | cm | daN/cm | daN/cm | daN/cm | daN | daN | daN |

| Id | Tipo | Pos. | fx | fy | fz | mx | my | mz |
|----|---------------------------------------|------|--------|-----|--------|-----|-----|-----|
| 1 | DG:Fzi=-16.20 Fzf=-16.20 PESO BALLAST | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -16.20 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -16.20 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 3 | DG:Fxi=62.14 Fxf=9.97 | 0.0 | 62.14 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | | 0.0 | 9.97 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 4 | DG:Fxi=-62.14 Fxf=-9.97 | 0.0 | -62.14 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | | 0.0 | -9.97 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 5 | DG:Fzi=-94.12 Fzf=-94.12 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -94.12 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -94.12 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 6 | DG:Fxi=31.14 Fxf=31.14 | 0.0 | 31.14 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | | 0.0 | 31.14 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 7 | DG:Fxi=-31.14 Fxf=-31.14 | 0.0 | -31.14 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | | 0.0 | -31.14 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 8 | DG:Fxi=11.38 Fxf=11.38 | 0.0 | 11.38 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | | 0.0 | 11.38 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 9 | DG:Fxi=9.84 Fxf=9.84 F'h | 0.0 | 9.84 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | | 0.0 | 9.84 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 10 | DG:Fxi=4.29 Fxf=4.29 F''h | 0.0 | 4.29 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | | 0.0 | 4.29 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 11 | DG:Fzi=-4.91 Fzf=-4.91 F''v | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -4.91 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -4.91 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 12 | DG:Fxi=41.77 Fxf=41.77 spsdx | 0.0 | 41.77 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | | 0.0 | 41.77 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 13 | DG:Fzi=-50.00 Fzf=-50.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -50.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -50.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

SCHEMATIZZAZIONE DEI CASI DI CARICO

LEGENDA TABELLA CASI DI CARICO

Il programma consente l'applicazione di diverse tipologie di casi di carico.

Sono previsti i seguenti 11 tipi di casi di carico:

| | Sigla | Tipo | Descrizione |
|----|--------------|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Ggk | A | caso di carico comprensivo del peso proprio struttura |
| 2 | Gk | NA | caso di carico con azioni permanenti |
| 3 | Qk | NA | caso di carico con azioni variabili |
| 4 | Gsk | A | caso di carico comprensivo dei carichi permanenti sui solai e sulle coperture |
| 5 | Qsk | A | caso di carico comprensivo dei carichi variabili sui solai |
| 6 | Qnk | A | caso di carico comprensivo dei carichi di neve sulle coperture |
| 7 | Qtk | SA | caso di carico comprensivo di una variazione termica agente sulla struttura |
| 8 | Qvk | NA | caso di carico comprensivo di azioni da vento sulla struttura |
| 9 | Esk | SA | caso di carico sismico con analisi statica equivalente |
| 10 | Edk | SA | caso di carico sismico con analisi dinamica |
| 11 | Pk | NA | caso di carico comprensivo di azioni derivanti da coazioni, cedimenti e precompressioni |

Sono di tipo automatico A (ossia non prevedono introduzione dati da parte dell'utente) i seguenti casi di carico: 1-Ggk; 4-Gsk; 5-Qsk; 6-Qnk.

Sono di tipo semi-automatico SA (ossia prevedono una minima introduzione dati da parte dell'utente) i seguenti casi di carico:

7-Qtk, in quanto richiede solo il valore della variazione termica;

9-Esk e 10-Edk, in quanto richiedono il valore dell'angolo di ingresso del sisma e l'individuazione dei casi di carico partecipanti alla definizione delle masse.

Sono di tipo non automatico NA ossia prevedono la diretta applicazione di carichi generici agli elementi strutturali (si veda il precedente punto Modellazione delle Azioni) i restanti casi di carico.

Nella tabella successiva vengono riportati i casi di carico agenti sulla struttura, con l'indicazione dei dati relativi al caso di carico stesso: *Numero Tipo e Sigla identificativa, Valore di riferimento* del caso di carico (se previsto).

In successione, per i casi di carico non automatici, viene riportato l'elenco di nodi ed elementi direttamente caricati con la sigla identificativa del carico.

Per i casi di carico di tipo sismico (9-Esk e 10-Edk), viene riportata la tabella di definizione delle masse: per ogni caso di carico partecipante alla definizione delle masse viene indicata la relativa aliquota (partecipazione) considerata. Si precisa che per i caso di carico 5-Qsk e 6-Qnk la partecipazione è prevista localmente per ogni elemento solaio o copertura presente nel modello (si confronti il valore Sksol nel capitolo relativo agli elementi solaio) e pertanto la loro partecipazione è di norma pari a uno.

| CDC | Tipo | Sigla Id | Note |
|------------|-------------|----------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| 1 | Ggk | CDC=Ggk (peso proprio della struttura) | |
| 2 | Gk | permB (ballast) | Nodo:da 3 a 4 Azione : CN:Fz=-486.00 |
| | | | D2 : 4 Azione : DG:Fzi=-16.20 Fzf=-16.20 PESO BALLAST |
| 3 | Gk | SPT spinta terreno statica SX | D2 : 3 Azione : DG:Fxi=62.14 Fxf=9.97 |
| 4 | Qk | ACC SW2 | D2 : 4 Azione : DG:Fzi=-94.12 Fzf=-94.12 |
| 5 | Qk | spinta TERRENO ACC SW2 SX | D2 : 3 Azione : DG:Fxi=31.14 Fxf=31.14 |
| 6 | Qk | AVVIAMENTO | D2 : 4 Azione : DG:Fxi=11.38 Fxf=11.38 |
| 7 | Qtk | CDC=Qtk (carico termico) dT= 15.00 | variazione termica:15.00 |
| 8 | Qtk | CDC=Qtk (RITIRO) dT= -10.00 | variazione termica:-10.00 |
| 9 | Qk | SISMA H | D2 : 2 Azione : DG:Fxi=4.29 Fxf=4.29 F"h |
| | | | D2 : 3 Azione : DG:Fxi=4.29 Fxf=4.29 F"h |
| | | | D2 : 4 Azione : DG:Fxi=9.84 Fxf=9.84 F"h |
| 10 | Qk | SISMA V | D2 : 4 Azione : DG:Fzi=-4.91 Fzf=-4.91 F"v |
| 11 | Qk | SP SISMICA TERRENO | D2 : 3 Azione : DG:Fxi=41.77 Fxf=41.77 spsdx |
| 12 | Gk | SPT spinta terreno statica DX | D2 : 2 Azione : DG:Fxi=-62.14 Fxf=-9.97 |
| 13 | Qk | spinta TERRENO ACC SW2 DX | D2 : 2 Azione : DG:Fxi=-31.14 Fxf=-31.14 |
| 14 | Qk | prova traffico stradale | D2 : 1 Azione : DG:Fzi=-50.00 Fzf=-50.00 |

DEFINIZIONE DELLE COMBINAZIONI

LEGENDA TABELLA COMBINAZIONI DI CARICO

Il programma combina i diversi tipi di casi di carico (CDC) secondo le regole previste dalla normativa vigente. Le combinazioni previste sono destinate al controllo di sicurezza della struttura ed alla verifica degli spostamenti e delle sollecitazioni.

La prima tabella delle combinazioni riportata di seguito comprende le seguenti informazioni: *Numero, Tipo, Sigla identificativa*. Una seconda tabella riporta il *peso nella combinazione*, assunto per ogni caso di carico.

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni:

Combinazione fondamentale SLU

$$\gamma G1 \cdot G1 + \gamma G2 \cdot G2 + \gamma P \cdot P + \gamma Q1 \cdot Qk1 + \gamma Q2 \cdot \psi 02 \cdot Qk2 + \gamma Q3 \cdot \psi 03 \cdot Qk3 + \dots$$

Combinazione caratteristica (rara) SLE

$$G1 + G2 + P + Qk1 + \psi 02 \cdot Qk2 + \psi 03 \cdot Qk3 + \dots$$

Combinazione frequente SLE

$$G1 + G2 + P + \psi 11 \cdot Qk1 + \psi 22 \cdot Qk2 + \psi 23 \cdot Qk3 + \dots$$

Combinazione quasi permanente SLE

$$G1 + G2 + P + \psi 21 \cdot Qk1 + \psi 22 \cdot Qk2 + \psi 23 \cdot Qk3 + \dots$$

Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E

$$E + G1 + G2 + P + \psi 21 \cdot Qk1 + \psi 22 \cdot Qk2 + \dots$$

Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite connessi alle azioni eccezionali

$$G1 + G2 + P + \psi 21 \cdot Qk1 + \psi 22 \cdot Qk2 + \dots$$

Dove:

NTC 2008 Tabella 2.5.I

| Destinazione d'uso/azione | $\psi 0$ | $\psi 1$ | $\psi 2$ |
|------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|
| Categoria A residenziali | 0,70 | 0,50 | 0,30 |
| Categoria B uffici | 0,70 | 0,50 | 0,30 |
| Categoria C ambienti suscettibili di affollamento | 0,70 | 0,70 | 0,60 |
| Categoria D ambienti ad uso commerciale | 0,70 | 0,70 | 0,60 |
| Categoria E biblioteche, archivi, magazzini,... | 1,00 | 0,90 | 0,80 |
| Categoria F Rimesse e parcheggi (autoveicoli ≤ 30 kN) | 0,70 | 0,70 | 0,60 |
| Categoria G Rimesse e parcheggi (autoveicoli > 30 kN) | 0,70 | 0,50 | 0,30 |
| Categoria H Coperture | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Vento | 0,60 | 0,20 | 0,00 |
| Neve a quota ≤ 1000 m | 0,50 | 0,20 | 0,00 |
| Neve a quota > 1000 m | 0,70 | 0,50 | 0,20 |
| Variazioni Termiche | 0,60 | 0,50 | 0,00 |

Nelle verifiche possono essere adottati in alternativa, due diversi approcci progettuali:

- per l'approccio 1 si considerano due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti di sicurezza parziali per le azioni, per i materiali e per la resistenza globale (combinazione 1 con coefficienti A1 e combinazione 2 con coefficienti A2),
- per l'approccio 2 si definisce un'unica combinazione per le azioni, per la resistenza dei materiali e per la resistenza globale (con coefficienti A1).

NTC 2008 Tabella 2.6.1

| | | Coefficiente γ_f | EQU | A1 | A2 |
|--------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------|------------|-----------|-----------|
| Carichi permanenti | Favorevoli | γ_{G1} | 0,9 | 1,0 | 1,0 |
| | Sfavorevoli | | 1,1 | 1,3 | 1,0 |
| Carichi permanenti non strutturali (Non compiutamente definiti) | Favorevoli | γ_{G2} | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | Sfavorevoli | | 1,5 | 1,5 | 1,3 |
| Carichi variabili | Favorevoli | γ_{Qi} | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | Sfavorevoli | | 1,5 | 1,5 | 1,3 |

| Cmb | Tipo | Sigla Id | effetto P-delta |
|-----|----------|-----------------------------|-----------------|
| 1 | SLU | Combinazione 1 da definire | |
| 2 | SLU | Combinazione 2 da definire | |
| 3 | SLU | Combinazione 3 da definire | |
| 4 | SLU | Combinazione 4 da definire | |
| 5 | SLU | Combinazione 5 da definire | |
| 6 | SLU | Combinazione 6 da definire | |
| 7 | SLU | Combinazione 7 da definire | |
| 8 | SLU | Combinazione 8 da definire | |
| 9 | SLU | Combinazione 9 da definire | |
| 10 | SLU | Combinazione 10 da definire | |
| 11 | SLU | Combinazione 11 da definire | |
| 12 | SLU | Combinazione 12 da definire | |
| 13 | SLD(sis) | Combinazione 13 da definire | |
| 14 | SLD(sis) | Combinazione 14 da definire | |
| 15 | SLD(sis) | Combinazione 13 da definire | |
| 16 | SLD(sis) | Combinazione 14 da definire | |
| 17 | SLD(sis) | Combinazione 15 da definire | |
| 18 | SLD(sis) | Combinazione 16 da definire | |
| 19 | SLD(sis) | Combinazione 15 da definire | |
| 20 | SLD(sis) | Combinazione 16 da definire | |
| 21 | SLE(r) | Combinazione 17 da definire | |
| 22 | SLE(r) | Combinazione 18 da definire | |
| 23 | SLE(r) | Combinazione 19 da definire | |

| Cmb | CDC 1/15... | CDC 2/16... | CDC 3/17... | CDC 4/18... | CDC 5/19... | CDC 6/20... | CDC 7/21... | CDC 8/22... | CDC 9/23... | CDC 10/24... | CDC 11/25... | CDC 12/26... | CDC 13/27... | CDC 14/28... |
|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 1.35 | 1.50 | 1.00 | 1.45 | 0.0 | 1.45 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.00 | 1.45 | 0.0 |
| 2 | 1.35 | 1.50 | 1.00 | 1.45 | 0.0 | 1.45 | -0.90 | 1.20 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.00 | 0.0 | 0.0 |
| 3 | 1.35 | 1.50 | 1.00 | 1.45 | 0.0 | 1.45 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.00 | 0.0 | 0.0 |
| 4 | 1.35 | 1.50 | 1.00 | 1.45 | 0.0 | 1.45 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.35 | 1.45 | 0.0 |
| 5 | 1.35 | 1.50 | 1.35 | 1.45 | 0.0 | 1.45 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.35 | 1.45 | 0.0 |
| 6 | 1.35 | 1.50 | 1.35 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.35 | 1.45 | 0.0 |
| 7 | 1.35 | 1.50 | 1.00 | 1.45 | 0.0 | 1.45 | -0.90 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.35 | 1.45 | 0.0 |
| 8 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.35 | 1.45 | 0.0 |
| 9 | 1.35 | 1.50 | 1.00 | 1.45 | 0.0 | 0.0 | 0.90 | 1.20 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.35 | 1.45 | 0.0 |
| 10 | 1.35 | 1.50 | 1.35 | 1.45 | 1.45 | 0.0 | -0.90 | 1.20 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.00 | 0.0 | 0.0 |
| 11 | 1.35 | 1.50 | 1.35 | 1.16 | 0.0 | 0.0 | -1.50 | 1.20 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.00 | 1.16 | 0.0 |
| 12 | 1.35 | 1.50 | 1.35 | 1.16 | 0.0 | 0.0 | 1.50 | 1.20 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.00 | 1.16 | 0.0 |
| 13 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.20 | 0.0 | 0.20 | -0.50 | 0.0 | 1.00 | 0.30 | 1.00 | 1.00 | 0.20 | 0.0 |
| 14 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.20 | 0.0 | 0.20 | -0.50 | 0.0 | 1.00 | -0.30 | 1.00 | 1.00 | 0.20 | 0.0 |
| 15 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.20 | 0.0 | 0.20 | -0.50 | 0.0 | 1.00 | 0.30 | -1.00 | 1.00 | 0.20 | 0.0 |
| 16 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.20 | 0.0 | 0.20 | -0.50 | 0.0 | 1.00 | -0.30 | -1.00 | 1.00 | 0.20 | 0.0 |
| 17 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.20 | 0.0 | 0.20 | -0.50 | 0.0 | 0.30 | -1.00 | 0.30 | 1.00 | 0.20 | 0.0 |
| 18 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.20 | 0.0 | 0.20 | -0.50 | 0.0 | 0.30 | 1.00 | 0.30 | 1.00 | 0.20 | 0.0 |
| 19 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.20 | 0.0 | 0.20 | -0.50 | 0.0 | 0.30 | -1.00 | -0.30 | 1.00 | 0.20 | 0.0 |
| 20 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.20 | 0.0 | 0.20 | -0.50 | 0.0 | 0.30 | 1.00 | -0.30 | 1.00 | 0.20 | 0.0 |
| 21 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.80 | -0.80 | -0.60 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.80 | 0.80 | 0.0 |
| 22 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.80 | 0.80 | 0.60 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.80 | 0.80 | 0.0 |
| 23 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | -0.80 | -0.60 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.80 | 0.80 | 0.0 |

RISULTATI NODALI

LEGENDA RISULTATI NODALI

Il controllo dei risultati delle analisi condotte, per quanto concerne i nodi strutturali, è possibile in relazione alle tabelle sottoriportate.

Una prima tabella riporta infatti per ogni nodo e per ogni combinazione (o caso di carico) gli spostamenti nodali.

Una seconda tabella riporta per ogni nodo a cui sia associato un vincolo rigido e/o elastico o una fondazione speciale e per ogni combinazione (o caso di carico) i valori delle azioni esercitate dalla struttura sui vincoli (reazioni vincolari cambiate di segno).

Una terza tabella, infine riassume per ogni nodo le sei combinazioni in cui si attingono i valori minimi e massimi della reazione Fz, della reazione Mx e della reazione My.

| Nodo | Cmb | Traslazione X cm | Traslazione Y cm | Traslazione Z cm | Rotazione X | Rotazione Y | Rotazione Z |
|------|-----|---------------------|---------------------|---------------------|-------------|-------------|-------------|
| 1 | 1 | -0.06 | 0.0 | -0.70 | 0.0 | -1.32e-03 | 0.0 |
| 1 | 2 | 0.10 | 0.0 | -0.36 | 0.0 | 3.17e-04 | 0.0 |
| 1 | 3 | 0.03 | 0.0 | -0.36 | 0.0 | 3.17e-04 | 0.0 |
| 1 | 4 | -0.09 | 0.0 | -0.77 | 0.0 | -1.66e-03 | 0.0 |
| 1 | 5 | -0.06 | 0.0 | -0.69 | 0.0 | -1.24e-03 | 0.0 |
| 1 | 6 | -0.10 | 0.0 | -0.57 | 0.0 | -1.70e-03 | 0.0 |
| 1 | 7 | -0.06 | 0.0 | -0.77 | 0.0 | -1.66e-03 | 0.0 |
| 1 | 8 | -0.12 | 0.0 | -0.57 | 0.0 | -2.01e-03 | 0.0 |
| 1 | 9 | -0.13 | 0.0 | -1.00 | 0.0 | -2.80e-03 | 0.0 |
| 1 | 10 | 0.19 | 0.0 | -0.16 | 0.0 | 1.50e-03 | 0.0 |
| 1 | 11 | 0.04 | 0.0 | -0.71 | 0.0 | -1.57e-03 | 0.0 |
| 1 | 12 | -0.08 | 0.0 | -0.71 | 0.0 | -1.58e-03 | 0.0 |
| 1 | 13 | 0.14 | 0.0 | 0.30 | 0.0 | 2.57e-03 | 0.0 |
| 1 | 14 | 0.14 | 0.0 | 0.30 | 0.0 | 2.59e-03 | 0.0 |
| 1 | 15 | -0.04 | 0.0 | -0.36 | 0.0 | -9.52e-04 | 0.0 |
| 1 | 16 | -0.04 | 0.0 | -0.36 | 0.0 | -9.37e-04 | 0.0 |
| 1 | 17 | 0.05 | 0.0 | -0.06 | 0.0 | 6.59e-04 | 0.0 |
| 1 | 18 | 0.05 | 0.0 | -0.09 | 0.0 | 6.10e-04 | 0.0 |
| 1 | 19 | -4.27e-03 | 0.0 | -0.26 | 0.0 | -3.98e-04 | 0.0 |
| 1 | 20 | -4.28e-03 | 0.0 | -0.28 | 0.0 | -4.47e-04 | 0.0 |
| 1 | 21 | 0.02 | 0.0 | -0.24 | 0.0 | -3.23e-04 | 0.0 |
| 1 | 22 | 0.01 | 0.0 | 9.41e-03 | 0.0 | 9.36e-04 | 0.0 |
| 1 | 23 | -0.03 | 0.0 | -0.44 | 0.0 | -1.37e-03 | 0.0 |
| 2 | 1 | -0.07 | 0.0 | -0.47 | 0.0 | 6.07e-05 | 0.0 |
| 2 | 2 | -0.03 | 0.0 | -0.82 | 0.0 | 1.97e-03 | 0.0 |
| 2 | 3 | 0.03 | 0.0 | -0.82 | 0.0 | 1.97e-03 | 0.0 |
| 2 | 4 | -0.10 | 0.0 | -0.39 | 0.0 | -3.59e-04 | 0.0 |
| 2 | 5 | -0.07 | 0.0 | -0.46 | 0.0 | -1.97e-05 | 0.0 |
| 2 | 6 | -0.10 | 0.0 | 0.12 | 0.0 | -1.84e-03 | 0.0 |
| 2 | 7 | -0.13 | 0.0 | -0.39 | 0.0 | -3.60e-04 | 0.0 |
| 2 | 8 | -0.13 | 0.0 | 0.26 | 0.0 | -2.29e-03 | 0.0 |
| 2 | 9 | -0.13 | 0.0 | -0.16 | 0.0 | -1.50e-03 | 0.0 |
| 2 | 10 | 0.06 | 0.0 | -1.00 | 0.0 | 2.80e-03 | 0.0 |
| 2 | 11 | -0.14 | 0.0 | -0.31 | 0.0 | -4.96e-04 | 0.0 |
| 2 | 12 | -0.03 | 0.0 | -0.31 | 0.0 | -4.96e-04 | 0.0 |
| 2 | 13 | 0.10 | 0.0 | -0.71 | 0.0 | 2.56e-03 | 0.0 |
| 2 | 14 | 0.10 | 0.0 | -0.71 | 0.0 | 2.55e-03 | 0.0 |
| 2 | 15 | -0.08 | 0.0 | -0.10 | 0.0 | -4.61e-04 | 0.0 |
| 2 | 16 | -0.08 | 0.0 | -0.09 | 0.0 | -4.76e-04 | 0.0 |
| 2 | 17 | 8.84e-03 | 0.0 | -0.34 | 0.0 | 7.60e-04 | 0.0 |
| 2 | 18 | 8.85e-03 | 0.0 | -0.37 | 0.0 | 8.09e-04 | 0.0 |
| 2 | 19 | -0.05 | 0.0 | -0.16 | 0.0 | -1.47e-04 | 0.0 |
| 2 | 20 | -0.05 | 0.0 | -0.18 | 0.0 | -9.79e-05 | 0.0 |
| 2 | 21 | -0.03 | 0.0 | -0.07 | 0.0 | -5.02e-04 | 0.0 |
| 2 | 22 | 0.05 | 0.0 | -0.33 | 0.0 | 7.58e-04 | 0.0 |
| 2 | 23 | -0.08 | 0.0 | 0.11 | 0.0 | -1.40e-03 | 0.0 |
| 3 | 1 | -0.42 | 0.0 | -0.71 | 0.0 | 2.19e-04 | 0.0 |
| 3 | 2 | 0.85 | 0.0 | -0.52 | 0.0 | 2.05e-03 | 0.0 |
| 3 | 3 | 0.78 | 0.0 | -0.38 | 0.0 | 2.05e-03 | 0.0 |
| 3 | 4 | -0.68 | 0.0 | -0.78 | 0.0 | -1.71e-04 | 0.0 |
| 3 | 5 | -0.42 | 0.0 | -0.70 | 0.0 | 1.39e-04 | 0.0 |
| 3 | 6 | -1.21 | 0.0 | -0.57 | 0.0 | -1.84e-03 | 0.0 |
| 3 | 7 | -0.65 | 0.0 | -0.86 | 0.0 | -1.70e-04 | 0.0 |
| 3 | 8 | -1.47 | 0.0 | -0.58 | 0.0 | -2.24e-03 | 0.0 |
| 3 | 9 | -1.47 | 0.0 | -1.00 | 0.0 | -1.36e-03 | 0.0 |
| 3 | 10 | 1.54 | 0.0 | -0.32 | 0.0 | 2.69e-03 | 0.0 |

| | | | | | | | |
|---|----|-------|-----|-------|-----|-----------|-----|
| 3 | 11 | -0.62 | 0.0 | -0.92 | 0.0 | -4.53e-04 | 0.0 |
| 3 | 12 | -0.73 | 0.0 | -0.67 | 0.0 | -4.54e-04 | 0.0 |
| 3 | 13 | 1.78 | 0.0 | 0.25 | 0.0 | 2.45e-03 | 0.0 |
| 3 | 14 | 1.78 | 0.0 | 0.26 | 0.0 | 2.43e-03 | 0.0 |
| 3 | 15 | -0.46 | 0.0 | -0.41 | 0.0 | -3.68e-04 | 0.0 |
| 3 | 16 | -0.46 | 0.0 | -0.40 | 0.0 | -3.85e-04 | 0.0 |
| 3 | 17 | 0.51 | 0.0 | -0.11 | 0.0 | 7.06e-04 | 0.0 |
| 3 | 18 | 0.51 | 0.0 | -0.13 | 0.0 | 7.62e-04 | 0.0 |
| 3 | 19 | -0.16 | 0.0 | -0.30 | 0.0 | -1.39e-04 | 0.0 |
| 3 | 20 | -0.16 | 0.0 | -0.33 | 0.0 | -8.25e-05 | 0.0 |
| 3 | 21 | -0.26 | 0.0 | -0.30 | 0.0 | -6.23e-04 | 0.0 |
| 3 | 22 | 0.56 | 0.0 | 0.06 | 0.0 | 6.90e-04 | 0.0 |
| 3 | 23 | -0.92 | 0.0 | -0.49 | 0.0 | -1.46e-03 | 0.0 |
| 4 | 1 | -0.43 | 0.0 | -0.48 | 0.0 | -1.19e-03 | 0.0 |
| 4 | 2 | 0.72 | 0.0 | -0.98 | 0.0 | 3.27e-04 | 0.0 |
| 4 | 3 | 0.78 | 0.0 | -0.84 | 0.0 | 3.28e-04 | 0.0 |
| 4 | 4 | -0.69 | 0.0 | -0.40 | 0.0 | -1.50e-03 | 0.0 |
| 4 | 5 | -0.43 | 0.0 | -0.47 | 0.0 | -1.11e-03 | 0.0 |
| 4 | 6 | -1.21 | 0.0 | 0.12 | 0.0 | -1.51e-03 | 0.0 |
| 4 | 7 | -0.72 | 0.0 | -0.48 | 0.0 | -1.50e-03 | 0.0 |
| 4 | 8 | -1.47 | 0.0 | 0.26 | 0.0 | -1.81e-03 | 0.0 |
| 4 | 9 | -1.47 | 0.0 | -0.17 | 0.0 | -2.69e-03 | 0.0 |
| 4 | 10 | 1.40 | 0.0 | -1.15 | 0.0 | 1.36e-03 | 0.0 |
| 4 | 11 | -0.80 | 0.0 | -0.51 | 0.0 | -1.53e-03 | 0.0 |
| 4 | 12 | -0.68 | 0.0 | -0.26 | 0.0 | -1.53e-03 | 0.0 |
| 4 | 13 | 1.73 | 0.0 | -0.76 | 0.0 | 2.58e-03 | 0.0 |
| 4 | 14 | 1.73 | 0.0 | -0.76 | 0.0 | 2.60e-03 | 0.0 |
| 4 | 15 | -0.50 | 0.0 | -0.14 | 0.0 | -8.13e-04 | 0.0 |
| 4 | 16 | -0.50 | 0.0 | -0.14 | 0.0 | -7.96e-04 | 0.0 |
| 4 | 17 | 0.46 | 0.0 | -0.39 | 0.0 | 7.09e-04 | 0.0 |
| 4 | 18 | 0.46 | 0.0 | -0.41 | 0.0 | 6.52e-04 | 0.0 |
| 4 | 19 | -0.21 | 0.0 | -0.20 | 0.0 | -3.09e-04 | 0.0 |
| 4 | 20 | -0.21 | 0.0 | -0.23 | 0.0 | -3.66e-04 | 0.0 |
| 4 | 21 | -0.31 | 0.0 | -0.13 | 0.0 | -2.91e-04 | 0.0 |
| 4 | 22 | 0.60 | 0.0 | -0.28 | 0.0 | 1.02e-03 | 0.0 |
| 4 | 23 | -0.97 | 0.0 | 0.06 | 0.0 | -1.30e-03 | 0.0 |

| Nodo | Traslazione X | Traslazione Y | Traslazione Z | Rotazione X | Rotazione Y | Rotazione Z |
|------|---------------|---------------|---------------|-------------|-------------|-------------|
| | -1.47 | 0.0 | -1.15 | 0.0 | -2.80e-03 | 0.0 |
| | 1.78 | 0.0 | 0.30 | 0.0 | 2.80e-03 | 0.0 |

| Nodo | Cmb | Azione X daN | Azione Y daN | Azione Z daN | Azione RX daN cm | Azione RY daN cm | Azione RZ daN cm |
|------|-----|-----------------|-----------------|-----------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|------|-----|-----------------|-----------------|-----------------|---------------------|---------------------|---------------------|

| Nodo | Azione X | Azione Y | Azione Z | Azione RX | Azione RY | Azione RZ |
|------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|
|------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|

| Nodo | Cmb | Azione X daN | Azione Y daN | Azione Z daN | Azione RX daN cm | Azione RY daN cm | Azione RZ daN cm |
|------|-----|-----------------|-----------------|-----------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|------|-----|-----------------|-----------------|-----------------|---------------------|---------------------|---------------------|

RISULTATI OPERE DI FONDAZIONE

LEGENDA RISULTATI OPERE DI FONDAZIONE

Il controllo dei risultati delle analisi condotte, per quanto concerne le opere di fondazione, è possibile in relazione alle tabelle sottoriportate.

La prima tabella è riferita alle fondazioni tipo palo e plinto su pali.

Per questo tipo di fondazione vengono riportate le sei componenti di sollecitazione (esprese nel riferimento globale della struttura) per ogni palo componente l'opera.

In particolare viene riportato:

| | |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nodo | numero del nodo a cui è applicato il plinto |
| Tipo | codice corrispondente al nome assegnato al tipo di plinto di fondazione: 3) palo singolo (<i>PALO</i>) 4) plinto su palo 5) plinto su due pali (<i>PL.2P</i>) 6) plinto su tre pali (<i>PL.3P</i>) 7) plinto su quattro pali (<i>PL.4P</i>) 8) plinto rettangolare su cinque pali (<i>PL.5P.R</i>) 9) plinto pentagonale su cinque pali (<i>PL.5P</i>) 10) plinto su sei pali (<i>PL.6P</i>) |
| Palo | numero del palo |
| Comb. | combinazione di carico in cui si verificano le sei componenti di sollecitazione. |
| Quota | quota assoluta della sezione del palo per cui si riportano le sei componenti di sollecitazione. |

L'azione F_z (corrispondente allo sforzo normale nel palo) è costante poiché il peso del palo stesso non è considerato nella modellazione.

La seconda tabella è riferita alle fondazioni tipo plinto su suolo elastico.

Per questo tipo di fondazione vengono riportate le pressioni nei quattro vertici dell'impronta sul terreno.

In particolare viene riportato:

| | | |
|-------------------------|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| Nodo | numero del nodo a cui è applicato il plinto | |
| Tipo | Codice identificativo del nome assegnato al plinto | |
| area | area dell'impronta del plinto | |
| Wink O | Wink V | coefficienti di Winkler (orizzontale e verticale) adottati |
| Comb | Combinazione di carico in cui si verificano i valori riportati | |
| Pt (P1 P2 P3 P4) | valori di pressione nei vertici | |

La terza tabella è riferita alle fondazioni tipo platea su suolo elastico.

Per questo tipo di fondazione vengono riportate le pressioni in ogni vertice (nodo) degli elementi costituenti la platea.

La quarta tabella è riferita alle fondazioni tipo trave su suolo elastico.

Per questo tipo di fondazione vengono riportate le pressioni alle estremità dell'elemento e la massima (in valore assoluto) pressione lungo lo sviluppo dell'elemento.

Vengono inoltre riportati, con funzione statistica, i valori massimo e minimo delle pressioni che compaiono nella tabella.

Con riferimento al **Documento di Affidabilità** "Test di validazione del software di calcolo PRO_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO_SAP Modulo Geotecnico, PRO_CAD nodi acciaio e PRO_MST" - versione Maggio 2011, disponibile per il download sul sito **www.2si.it**, si segnalano i seguenti esempi applicativi:

| Test N° | Titolo |
|---------|--------------------------|
| 96 | PLINTO SUPERFICIALE |
| 97 | PLINTO SUPERFICIALE |
| 98 | PLINTO SUPERFICIALE |
| 99 | PLINTO SUPERFICIALE |
| 100 | PLINTO SUPERFICIALE |
| 101 | PLINTO SUPERFICIALE |
| 102 | PLINTO SUPERFICIALE |
| 103 | PLINTO SUPERFICIALE |
| 104 | PLINTO SUPERFICIALE |
| 105 | PLINTO SUPERFICIALE |
| 106 | PLINTO SUPERFICIALE |
| 107 | PLINTO SUPERFICIALE |
| 108 | PLINTO SUPERFICIALE |
| 109 | PLINTO SUPERFICIALE |
| 110 | PLINTO SUPERFICIALE |
| 111 | PLINTO SUPERFICIALE |
| 112 | PLINTO SUPERFICIALE |
| 113 | PLINTO SUPERFICIALE |
| 114 | PLINTO SUPERFICIALE |
| 115 | FONDAZIONE NASTRIFORME |
| 116 | CALCOLO DEI K DI WINKLER |

| | | | | | | | | | | | | |
|-------|-----|---------|---------|---------|-----|---------|---------|---------|-----|---------|---------|---------|
| Elem. | Cmb | Pt ini | Pt fin | Pt max | Cmb | Pt ini | Pt fin | Pt max | Cmb | Pt ini | Pt fin | Pt max |
| | | daN/cm2 | daN/cm2 | daN/cm2 | | daN/cm2 | daN/cm2 | daN/cm2 | | daN/cm2 | daN/cm2 | daN/cm2 |

RISULTATI ELEMENTI TIPO TRAVE

LEGENDA RISULTATI ELEMENTI TIPO TRAVE

Il controllo dei risultati delle analisi condotte, per quanto concerne gli elementi tipo trave, è possibile in relazione alle tabelle sottoriportate.

Gli elementi vengono suddivisi, in relazione alle proprietà in elementi:

- tipo **pilastro**
- tipo **trave in elevazione**
- tipo **trave in fondazione**

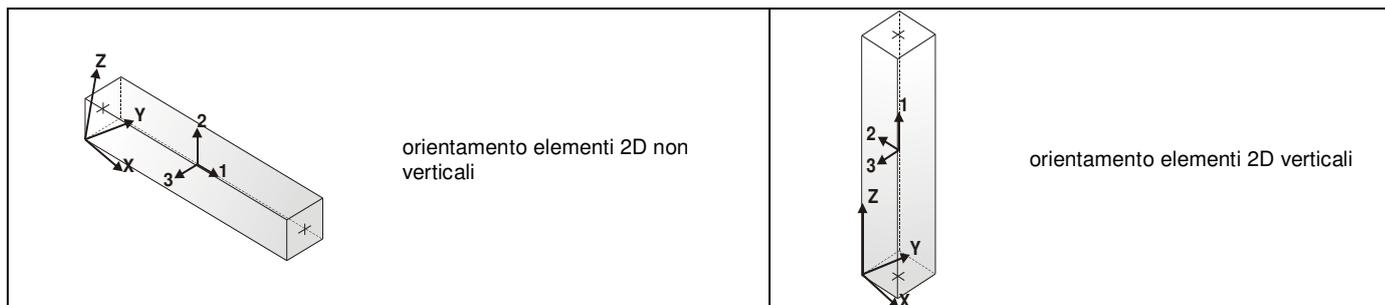
Per ogni elemento, e per ogni combinazione (o caso di carico) vengono riportati i risultati più significativi.

Per gli elementi tipo *pilastro* sono riportati in tabella i seguenti valori:

| | |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Pilas. | numero dell'elemento pilastro |
| Cmb | combinazione in cui si verificano i valori riportati |
| M3 mx/mn | momento flettente in campata M3 max (prima riga) / min (seconda riga) |
| M2 mx/mn | momento flettente in campata M2 max (prima riga) / min (seconda riga) |
| D2/D3 | freccia massima in direzione 2 (prima riga) / direzione 3 (seconda riga) |
| Q2/Q3 | carico totale in direzione 2 (prima riga) / direzione 3 (seconda riga) |
| Pos. | ascissa del punto iniziale e finale dell'elemento |
| N, V2, ecc.. | sei componenti di sollecitazione al piede ed in sommità dell'elemento |

Per gli elementi tipo *trave in elevazione* sono riportati, oltre al numero dell'elemento, i medesimi risultati visti per i pilastri.

Per gli elementi tipo *trave in fondazione* (trave f.) sono riportati, oltre al numero dell'elemento, i medesimi risultati visti per i pilastri e la massima pressione sul terreno.



| Pilas. | Cmb | M3 mx/mn | M2 mx/mn | D 2 / D 3 | Q 2 / Q 3 | Pos. | N | | V 2 | V 3 | T | M 2 | | M 3 |
|--------|-----|------------|----------|-----------|------------|-------|------------|------------|-----|-----|--------|--------|------------|-----|
| | | daN cm | daN cm | cm | daN | | cm | daN | daN | daN | daN cm | daN cm | daN cm | |
| 2 | 1 | 4.055e+06 | 0.0 | 0.36 | 4.507e+04 | 0.0 | -5.672e+04 | -2.726e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.055e+06 | |
| | | 2.851e+05 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 555.0 | -4.548e+04 | 1.781e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.769e+06 | |
| 2 | 2 | 3.817e+06 | 0.0 | -0.75 | 2.001e+04 | 0.0 | -6.164e+04 | -8240.98 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.498e+06 | |
| | | 9.111e+05 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 555.0 | -5.041e+04 | 1.177e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.817e+06 | |
| 2 | 3 | 3.817e+06 | 0.0 | -0.75 | 2.001e+04 | 0.0 | -6.164e+04 | -8237.69 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.497e+06 | |
| | | 9.105e+05 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 555.0 | -5.041e+04 | 1.177e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.817e+06 | |
| 2 | 4 | 4.653e+06 | 0.0 | 0.59 | 5.207e+04 | 0.0 | -5.578e+04 | -3.302e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.653e+06 | |
| | | 5689.11 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 555.0 | -4.454e+04 | 1.905e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.584e+06 | |
| 2 | 5 | 4.254e+06 | 0.0 | 0.36 | 5.207e+04 | 0.0 | -5.672e+04 | -3.178e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.254e+06 | |
| | | -4.732e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 555.0 | -4.548e+04 | 2.030e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.877e+06 | |
| 2 | 6 | 4.267e+06 | 0.0 | 1.11 | 5.207e+04 | 0.0 | -1.754e+04 | -3.724e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.267e+06 | |
| | | -1.771e+06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 555.0 | -6304.48 | 1.483e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -1.435e+05 | |
| 2 | 7 | 4.653e+06 | 0.0 | 0.59 | 5.207e+04 | 0.0 | -5.578e+04 | -3.302e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.653e+06 | |
| | | 5768.90 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 555.0 | -4.454e+04 | 1.905e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.583e+06 | |
| 2 | 8 | 4.403e+06 | 0.0 | 1.34 | 5.207e+04 | 0.0 | -1.027e+04 | -3.829e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.403e+06 | |
| | | -1.997e+06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 555.0 | -1943.30 | 1.379e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -5.880e+05 | |
| 2 | 9 | 5.872e+06 | 0.0 | 1.34 | 5.207e+04 | 0.0 | -5.141e+04 | -3.723e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5.872e+06 | |
| | | -1.614e+05 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 555.0 | -4.017e+04 | 1.484e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.468e+06 | |
| 2 | 10 | 4.456e+06 | 0.0 | -1.34 | 2.001e+04 | 0.0 | -6.313e+04 | -5170.07 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.337e+05 | |
| | | 2.193e+05 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 555.0 | -5.189e+04 | 1.484e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.456e+06 | |
| 2 | 11 | 4.124e+06 | 0.0 | 0.65 | 4.006e+04 | 0.0 | -4.731e+04 | -2.668e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.124e+06 | |
| | | 1.281e+05 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 555.0 | -3.607e+04 | 1.338e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.774e+06 | |
| 2 | 12 | 4.122e+06 | 0.0 | 0.65 | 4.006e+04 | 0.0 | -4.731e+04 | -2.667e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.122e+06 | |
| | | 1.282e+05 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 555.0 | -3.607e+04 | 1.339e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.775e+06 | |
| 2 | 13 | 3.195e+06 | 0.0 | -1.63 | 2.109e+04 | 0.0 | -2.933e+04 | -4889.97 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -1.281e+06 | |
| | | -1.472e+06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 555.0 | -2.101e+04 | 1.620e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.195e+06 | |
| 2 | 14 | 3.154e+06 | 0.0 | -1.63 | 2.109e+04 | 0.0 | -2.858e+04 | -4917.09 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -1.307e+06 | |
| | | -1.500e+06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 555.0 | -2.025e+04 | 1.617e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.154e+06 | |
| 2 | 15 | 2.207e+06 | 0.0 | 0.42 | 2.109e+04 | 0.0 | -2.022e+04 | -1.605e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.207e+06 | |
| | | -1.601e+05 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 555.0 | -1.189e+04 | 5034.85 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.887e+05 | |
| 2 | 16 | 2.181e+06 | 0.0 | 0.42 | 2.109e+04 | 0.0 | -1.947e+04 | -1.608e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.181e+06 | |
| | | -1.955e+05 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 555.0 | -1.114e+04 | 5007.74 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.475e+05 | |
| 2 | 17 | 1.526e+06 | 0.0 | -0.46 | 2.275e+04 | 0.0 | -2.203e+04 | -1.228e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 6.874e+05 | |
| | | -5.564e+05 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 555.0 | -1.371e+04 | 1.047e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.526e+06 | |
| 2 | 18 | 1.663e+06 | 0.0 | -0.46 | 2.275e+04 | 0.0 | -2.454e+04 | -1.219e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 7.743e+05 | |
| | | -4.507e+05 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 555.0 | -1.621e+04 | 1.056e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.663e+06 | |
| 2 | 19 | 1.734e+06 | 0.0 | 0.16 | 2.275e+04 | 0.0 | -1.930e+04 | -1.563e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.734e+06 | |
| | | -3.545e+05 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 555.0 | -1.097e+04 | 7126.11 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 7.141e+05 | |
| 2 | 20 | 1.821e+06 | 0.0 | 0.16 | 2.275e+04 | 0.0 | -2.180e+04 | -1.554e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.821e+06 | |
| | | -2.426e+05 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 555.0 | -1.348e+04 | 7216.51 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 8.511e+05 | |
| 2 | 21 | 1.950e+06 | 0.0 | 0.28 | 2.983e+04 | 0.0 | -1.425e+04 | -1.970e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.950e+06 | |
| | | -9.189e+05 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 555.0 | -5925.63 | 1.013e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.641e+05 | |
| 2 | 22 | 1.596e+06 | 0.0 | -0.55 | 2.983e+04 | 0.0 | -1.908e+04 | -1.506e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 6.035e+05 | |
| | | -1.028e+06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 555.0 | -1.075e+04 | 1.478e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.596e+06 | |
| 2 | 23 | 2.990e+06 | 0.0 | 0.89 | 2.983e+04 | 0.0 | -1.153e+04 | -2.303e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.990e+06 | |
| | | -1.037e+06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 555.0 | -3208.86 | 6801.61 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -4.430e+05 | |
| 3 | 1 | -1.045e+06 | 0.0 | 0.36 | -2.001e+04 | 0.0 | -5.782e+04 | 1.062e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -2.051e+06 | |
| | | -3.048e+06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 555.0 | -4.658e+04 | -9389.95 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -3.048e+06 | |
| 3 | 2 | -1.244e+06 | 0.0 | -0.75 | -2.001e+04 | 0.0 | -5.289e+04 | 1.666e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -3.937e+06 | |
| | | -3.937e+06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 555.0 | -4.165e+04 | -3354.04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -1.585e+06 | |
| 3 | 3 | -1.244e+06 | 0.0 | -0.75 | -2.001e+04 | 0.0 | -5.289e+04 | 1.665e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -3.936e+06 | |
| | | -3.936e+06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 555.0 | -4.165e+04 | -3357.32 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -1.586e+06 | |
| 3 | 4 | -9.055e+05 | 0.0 | 0.59 | -2.001e+04 | 0.0 | -5.875e+04 | 9374.54 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -1.652e+06 | |
| | | -3.341e+06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 555.0 | -4.751e+04 | -1.064e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -3.341e+06 | |
| 3 | 5 | -7.270e+05 | 0.0 | 0.36 | -2.701e+04 | 0.0 | -5.782e+04 | 1.513e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -2.250e+06 | |
| | | -3.156e+06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 555.0 | -4.658e+04 | -1.188e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -3.156e+06 | |
| 3 | 6 | -1.115e+06 | 0.0 | 1.11 | -2.701e+04 | 0.0 | -2.739e+04 | 1.218e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.761e+05 | |
| | | -2.368e+06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 555.0 | -1.615e+04 | -1.483e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -2.368e+06 | |
| 3 | 7 | -9.057e+05 | 0.0 | 0.59 | -2.001e+04 | 0.0 | -5.875e+04 | 9376.28 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -1.653e+06 | |
| | | -3.341e+06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 555.0 | -4.751e+04 | -1.063e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -3.341e+06 | |
| 3 | 8 | -1.344e+06 | 0.0 | 1.34 | -2.001e+04 | 0.0 | -2.199e+04 | 6223.90 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.037e+06 | |
| | | -2.401e+06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 555.0 | -1.367e+04 | -1.379e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -2.401e+06 | |
| 3 | 9 | -2.184e+05 | 0.0 | 1.34 | -2.001e+04 | 0.0 | -6.313e+04 | 5166.59 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -4.325e+05 | |
| | | -4.457e+06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 555.0 | -5.189e+04 | -1.484e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -4.457e+06 | |
| 3 | 10 | -1.614e+05 | 0.0 | -1.34 | -5.207e+04 | 0.0 | -5.141e+04 | 3.723e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -5.873e+06 | |
| | | -5.873e+06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 555.0 | -4.017e+04 | 1.484e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -1.467e+06 | |
| 3 | 11 | -3.555e+05 | 0.0 | 0.65 | -2.701e+04 | 0.0 | -5.331e+04 | 1.363e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -1.567e+06 | |
| | | -3.305e+06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 555.0 | -4.207e+04 | -1.338e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -3.305e+06 | |
| 3 | 12 | -3.549e+05 | 0.0 | 0.66 | -2.701e+04 | 0.0 | -5.331e+04 | 1.363e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -1.565e+06 | |
| | | -3.306e+06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 555.0 | -4.207e+04 | -1.339e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -3.306e+06 | |
| 3 | 13 | -1.706e+06 | 0.0 | -1.63 | -4.557e+04 | 0.0 | -1.328e+04 | 3.556e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -4.851e+06 | |
| | | -4.851e+06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 555.0 | -4955.42 | -1.002e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 8.975e+05 | |

| | | | | | | | | | | | | |
|---------------|----|-----------------|-----------------|------------------|------------------|-------|------------|------------|------------|----------|-----|------------|
| 3 | 14 | 1.743e+06 | 0.0 | -1.63 | -4.557e+04 | 0.0 | -1.253e+04 | 3.558e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -4.825e+06 |
| | | -4.825e+06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 555.0 | -4204.19 | -9989.87 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 9.386e+05 |
| 3 | 15 | -1.188e+05 | 0.0 | 0.42 | 790.87 | 0.0 | -2.239e+04 | 353.43 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -1.188e+05 |
| | | -1.063e+06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 555.0 | -1.407e+04 | 1144.31 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -1.042e+06 |
| 3 | 16 | -9.200e+04 | 0.0 | 0.42 | 790.87 | 0.0 | -2.164e+04 | 380.55 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -9.275e+04 |
| | | -1.022e+06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 555.0 | -1.331e+04 | 1171.42 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -1.001e+06 |
| 3 | 17 | 6.434e+05 | 0.0 | -0.45 | -2.768e+04 | 0.0 | -1.732e+04 | 1.987e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -2.334e+06 |
| | | -2.334e+06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 555.0 | -8998.05 | -7808.22 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -3.252e+05 |
| 3 | 18 | 5.252e+05 | 0.0 | -0.45 | -2.768e+04 | 0.0 | -1.983e+04 | 1.978e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -2.420e+06 |
| | | -2.420e+06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 555.0 | -1.150e+04 | -7898.61 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -4.622e+05 |
| 3 | 19 | 6.262e+04 | 0.0 | 0.16 | -1.377e+04 | 0.0 | -2.006e+04 | 9310.28 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -9.140e+05 |
| | | -9.140e+05 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 555.0 | -1.173e+04 | -4459.83 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -9.072e+05 |
| 3 | 20 | -4.304e+04 | 0.0 | 0.16 | -1.377e+04 | 0.0 | -2.256e+04 | 9219.88 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -1.001e+06 |
| | | -1.044e+06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 555.0 | -1.424e+04 | -4550.23 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -1.044e+06 |
| 3 | 21 | 1.099e+06 | 0.0 | 0.28 | -3.384e+04 | 0.0 | -1.801e+04 | 1.906e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -1.174e+06 |
| | | -1.322e+06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 555.0 | -9683.37 | -1.477e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -1.322e+06 |
| 3 | 22 | 1.120e+06 | 0.0 | -0.55 | -3.384e+04 | 0.0 | -1.318e+04 | 2.370e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -2.519e+06 |
| | | -2.519e+06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 555.0 | -4854.71 | -1.013e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -9.160e+04 |
| 3 | 23 | 8.694e+05 | 0.0 | 0.89 | -2.001e+04 | 0.0 | -2.073e+04 | 8565.87 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.372e+05 |
| | | -1.901e+06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 555.0 | -1.240e+04 | -1.144e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -1.901e+06 |
| Pilas. | | M3 mx/mn | M2 mx/mn | D 2 / D 3 | Q 2 / Q 3 | | N | V 2 | V 3 | T | | |
| | | -5.873e+06 | 0.0 | -1.63 | -5.207e+04 | | -6.313e+04 | -3.829e+04 | 0.0 | 0.0 | | |
| | | 5.872e+06 | 0.0 | 1.34 | 5.207e+04 | | -1943.30 | 3.723e+04 | 0.0 | 0.0 | | |

| Trave | Cmb | M3 mx/mn daN cm | M2 mx/mn daN cm | D 2 / D 3 cm | Q 2 / Q 3 daN | Pos. cm | N daN | V 2 daN | V 3 daN | T daN cm | M 2 daN cm | M 3 daN cm |
|--------------|-----|--------------------|--------------------|------------------|------------------|------------|------------|------------|------------|-------------|---------------|---------------|
| 4 | 1 | 2.867e+06 | 0.0 | 0.23 | -9.060e+04 | 0.0 | -9389.95 | 4.585e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -3.048e+06 |
| | | -3.048e+06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 510.0 | -1.781e+04 | -4.475e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -2.769e+06 |
| 4 | 2 | 3.124e+06 | 0.0 | -0.47 | -9.060e+04 | 0.0 | -3354.04 | 4.092e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -1.585e+06 |
| | | -3.817e+06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 510.0 | -1.177e+04 | -4.968e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -3.817e+06 |
| 4 | 3 | 3.124e+06 | 0.0 | -0.47 | -9.060e+04 | 0.0 | -3357.32 | 4.092e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -1.586e+06 |
| | | -3.817e+06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 510.0 | -1.177e+04 | -4.968e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -3.817e+06 |
| 4 | 4 | 2.813e+06 | 0.0 | 0.38 | -9.060e+04 | 0.0 | -1.064e+04 | 4.679e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -3.341e+06 |
| | | -3.341e+06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 510.0 | -1.905e+04 | -4.382e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -2.584e+06 |
| 4 | 5 | 2.760e+06 | 0.0 | 0.23 | -9.060e+04 | 0.0 | -1.188e+04 | 4.585e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -3.156e+06 |
| | | -3.156e+06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 510.0 | -2.030e+04 | -4.475e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -2.877e+06 |
| 4 | 6 | 5.197e+05 | 0.0 | 0.69 | -2.100e+04 | 0.0 | -1.483e+04 | 1.542e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -2.368e+06 |
| | | -2.368e+06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 510.0 | -1.483e+04 | -5575.48 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -1.435e+05 |
| 4 | 7 | 2.814e+06 | 0.0 | 0.38 | -9.060e+04 | 0.0 | -1.063e+04 | 4.679e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -3.341e+06 |
| | | -3.341e+06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 510.0 | -1.905e+04 | -4.382e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -2.583e+06 |
| 4 | 8 | 6.225e+05 | 0.0 | 0.84 | -1.464e+04 | 0.0 | -1.379e+04 | 1.318e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -2.401e+06 |
| | | -2.401e+06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 510.0 | -1.379e+04 | -1457.30 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5.880e+05 |
| 4 | 9 | 2.910e+06 | 0.0 | 0.84 | -9.060e+04 | 0.0 | -1.484e+04 | 5.116e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -4.457e+06 |
| | | -4.457e+06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 510.0 | -1.484e+04 | -3.944e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -1.468e+06 |
| 4 | 10 | 2.911e+06 | 0.0 | -0.84 | -9.060e+04 | 0.0 | -1.484e+04 | 3.944e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -1.467e+06 |
| | | -4.456e+06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 510.0 | -1.484e+04 | -5.116e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -4.456e+06 |
| 4 | 11 | 2.369e+06 | 0.0 | 0.41 | -7.668e+04 | 0.0 | -1.338e+04 | 4.134e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -3.305e+06 |
| | | -3.305e+06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 510.0 | -1.338e+04 | -3.534e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -1.774e+06 |
| 4 | 12 | 2.367e+06 | 0.0 | 0.41 | -7.668e+04 | 0.0 | -1.339e+04 | 4.134e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -3.306e+06 |
| | | -3.306e+06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 510.0 | -1.339e+04 | -3.534e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -1.775e+06 |
| 4 | 13 | 1.101e+06 | 0.0 | -1.01 | -2.499e+04 | 0.0 | -1.002e+04 | 4469.42 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 8.975e+05 |
| | | -3.195e+06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 510.0 | -1.620e+04 | -2.052e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -3.195e+06 |
| 4 | 14 | 1.084e+06 | 0.0 | -1.01 | -2.349e+04 | 0.0 | -9989.87 | 3718.19 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 9.386e+05 |
| | | -3.154e+06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 510.0 | -1.617e+04 | -1.977e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -3.154e+06 |
| 4 | 15 | 8.372e+05 | 0.0 | 0.27 | -2.499e+04 | 0.0 | 1144.31 | 1.358e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -1.042e+06 |
| | | -1.042e+06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 510.0 | -5034.85 | -1.141e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -4.887e+05 |
| 4 | 16 | 7.841e+05 | 0.0 | 0.27 | -2.349e+04 | 0.0 | 1171.42 | 1.283e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -1.001e+06 |
| | | -1.001e+06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 510.0 | -5007.74 | -1.066e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -4.475e+05 |
| 4 | 17 | 5.234e+05 | 0.0 | -0.28 | -2.173e+04 | 0.0 | -7808.22 | 8512.05 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -3.252e+05 |
| | | -1.526e+06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 510.0 | -1.047e+04 | -1.322e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -1.526e+06 |
| 4 | 18 | 6.905e+05 | 0.0 | -0.28 | -2.674e+04 | 0.0 | -7898.61 | 1.102e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -4.622e+05 |
| | | -1.663e+06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 510.0 | -1.056e+04 | -1.573e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -1.663e+06 |
| 4 | 19 | 5.749e+05 | 0.0 | 0.10 | -2.173e+04 | 0.0 | -4459.83 | 1.125e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -9.072e+05 |
| | | -9.072e+05 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 510.0 | -7126.11 | -1.049e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -7.141e+05 |
| 4 | 20 | 7.571e+05 | 0.0 | 0.10 | -2.674e+04 | 0.0 | -4550.23 | 1.375e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -1.044e+06 |
| | | -1.044e+06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 510.0 | -7216.51 | -1.299e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -8.511e+05 |
| 4 | 21 | 1.513e+05 | 0.0 | 0.17 | -1.464e+04 | 0.0 | -1.477e+04 | 9197.37 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -1.322e+06 |
| | | -1.322e+06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 510.0 | -1.013e+04 | -5439.63 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -3.641e+05 |
| 4 | 22 | 2.402e+05 | 0.0 | -0.34 | -1.464e+04 | 0.0 | -1.013e+04 | 4368.71 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -9.160e+04 |
| | | -1.596e+06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 510.0 | -1.478e+04 | -1.027e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -1.596e+06 |
| 4 | 23 | 5.721e+05 | 0.0 | 0.55 | -1.464e+04 | 0.0 | -1.144e+04 | 1.191e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -1.901e+06 |
| | | -1.901e+06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 510.0 | -6801.61 | -2722.86 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.430e+05 |
| Trave | | M3 mx/mn | M2 mx/mn | D 2 / D 3 | Q 2 / Q 3 | | N | V 2 | V 3 | T | | |

| | | | | | | | |
|------------|-----|-------|------------|------------|------------|-----|-----|
| -4.457e+06 | 0.0 | -1.01 | -9.060e+04 | -2.030e+04 | -5.116e+04 | 0.0 | 0.0 |
| 3.124e+06 | 0.0 | 0.84 | 0.0 | 1171.42 | 5.116e+04 | 0.0 | 0.0 |

| Trave f. | Cmb | M3 mx/mn daN cm | M2 mx/mn daN cm | D 2 / D 3 cm | Pt daN/cm2 | Pos. cm | N daN | V 2 daN | V 3 daN | T daN cm | M 2 daN cm | M 3 daN cm |
|-----------------|-----|--------------------|--------------------|------------------|---------------|------------|------------|------------|------------|-------------|---------------|---------------|
| 1 | 1 | 4.055e+06 | 0.0 | 0.23 | -3.48 | 0.0 | -1.884e+04 | -5.782e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.051e+06 |
| | | -3.899e+06 | 0.0 | 0.0 | | 510.0 | -1.884e+04 | 5.672e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.055e+06 |
| 1 | 2 | 3.937e+06 | 0.0 | 0.46 | -4.11 | 0.0 | -9634.90 | -5.289e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.937e+06 |
| | | -4.289e+06 | 0.0 | 0.0 | | 510.0 | -9634.90 | 6.164e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.498e+06 |
| 1 | 3 | 3.936e+06 | 0.0 | 0.46 | -4.11 | 0.0 | -1.238e+04 | -5.289e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.936e+06 |
| | | -4.290e+06 | 0.0 | 0.0 | | 510.0 | -1.238e+04 | 6.164e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.497e+06 |
| 1 | 4 | 4.653e+06 | 0.0 | 0.38 | -3.83 | 0.0 | -2.108e+04 | -5.875e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.652e+06 |
| | | -3.917e+06 | 0.0 | 0.0 | | 510.0 | -2.108e+04 | 5.578e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.653e+06 |
| 1 | 5 | 4.254e+06 | 0.0 | 0.23 | -3.45 | 0.0 | -2.333e+04 | -5.782e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.250e+06 |
| | | -3.726e+06 | 0.0 | 0.0 | | 510.0 | -2.333e+04 | 5.672e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.254e+06 |
| 1 | 6 | 4.267e+06 | 0.0 | -0.69 | -2.84 | 0.0 | -2.457e+04 | -2.739e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -1.761e+05 |
| | | -1.808e+06 | 0.0 | 0.0 | | 510.0 | -2.457e+04 | 1.754e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.267e+06 |
| 1 | 7 | 4.653e+06 | 0.0 | 0.38 | -3.83 | 0.0 | -1.963e+04 | -5.875e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.653e+06 |
| | | -3.917e+06 | 0.0 | 0.0 | | 510.0 | -1.963e+04 | 5.578e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.653e+06 |
| 1 | 8 | 4.403e+06 | 0.0 | -0.84 | -2.86 | 0.0 | -2.213e+04 | -2.199e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -1.037e+06 |
| | | -2.042e+06 | 0.0 | 0.0 | | 510.0 | -2.213e+04 | 1.027e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.403e+06 |
| 1 | 9 | 5.872e+06 | 0.0 | 0.84 | -4.98 | 0.0 | -2.124e+04 | -6.313e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.325e+05 |
| | | -4.478e+06 | 0.0 | 0.0 | | 510.0 | -2.124e+04 | 5.141e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5.872e+06 |
| 1 | 10 | 5.873e+06 | 0.0 | 0.84 | -4.98 | 0.0 | -1.834e+04 | -5.141e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5.873e+06 |
| | | -4.477e+06 | 0.0 | 0.0 | | 510.0 | -1.834e+04 | 6.313e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.337e+05 |
| 1 | 11 | 4.124e+06 | 0.0 | 0.40 | -3.56 | 0.0 | -1.633e+04 | -5.331e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.567e+06 |
| | | -3.396e+06 | 0.0 | 0.0 | | 510.0 | -1.633e+04 | 4.731e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.124e+06 |
| 1 | 12 | 4.122e+06 | 0.0 | 0.40 | -3.56 | 0.0 | -2.117e+04 | -5.331e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.565e+06 |
| | | -3.398e+06 | 0.0 | 0.0 | | 510.0 | -2.117e+04 | 4.731e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.122e+06 |
| 1 | 13 | 4.851e+06 | 0.0 | 1.01 | -3.57 | 0.0 | -1.930e+04 | -1.328e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.851e+06 |
| | | -2.703e+06 | 0.0 | 0.0 | | 510.0 | -1.930e+04 | 2.933e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -1.281e+06 |
| 1 | 14 | 4.825e+06 | 0.0 | 1.01 | -3.53 | 0.0 | -1.933e+04 | -1.253e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.825e+06 |
| | | -2.674e+06 | 0.0 | 0.0 | | 510.0 | -1.933e+04 | 2.858e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -1.307e+06 |
| 1 | 15 | 2.207e+06 | 0.0 | 0.26 | -1.81 | 0.0 | -7349.76 | -2.239e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.188e+05 |
| | | -1.650e+06 | 0.0 | 0.0 | | 510.0 | -7349.76 | 2.022e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.207e+06 |
| 1 | 16 | 2.181e+06 | 0.0 | 0.26 | -1.78 | 0.0 | -7376.73 | -2.164e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 9.275e+04 |
| | | -1.597e+06 | 0.0 | 0.0 | | 510.0 | -7376.73 | 1.947e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.181e+06 |
| 1 | 17 | 2.334e+06 | 0.0 | 0.28 | -1.70 | 0.0 | -1.518e+04 | -1.732e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.334e+06 |
| | | -1.128e+06 | 0.0 | 0.0 | | 510.0 | -1.518e+04 | 2.203e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 6.874e+05 |
| 1 | 18 | 2.420e+06 | 0.0 | 0.28 | -1.83 | 0.0 | -1.509e+04 | -1.983e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.420e+06 |
| | | -1.318e+06 | 0.0 | 0.0 | | 510.0 | -1.509e+04 | 2.454e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 7.743e+05 |
| 1 | 19 | 1.734e+06 | 0.0 | 0.10 | -1.29 | 0.0 | -1.159e+04 | -2.006e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 9.140e+05 |
| | | -1.115e+06 | 0.0 | 0.0 | | 510.0 | -1.159e+04 | 1.930e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.734e+06 |
| 1 | 20 | 1.821e+06 | 0.0 | 0.10 | -1.41 | 0.0 | -1.150e+04 | -2.256e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.001e+06 |
| | | -1.318e+06 | 0.0 | 0.0 | | 510.0 | -1.150e+04 | 2.180e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.821e+06 |
| 1 | 21 | 1.950e+06 | 0.0 | -0.17 | -1.22 | 0.0 | -1.831e+04 | -1.801e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.174e+06 |
| | | -5.351e+05 | 0.0 | 0.0 | | 510.0 | -1.831e+04 | 1.425e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.950e+06 |
| 1 | 22 | 2.519e+06 | 0.0 | -0.34 | -1.64 | 0.0 | -2.024e+04 | -1.318e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.519e+06 |
| | | -8.081e+05 | 0.0 | 0.0 | | 510.0 | -2.024e+04 | 1.908e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 6.035e+05 |
| 1 | 23 | 2.990e+06 | 0.0 | -0.55 | -2.20 | 0.0 | -1.474e+04 | -2.073e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -2.372e+05 |
| | | -1.446e+06 | 0.0 | 0.0 | | 510.0 | -1.474e+04 | 1.153e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.990e+06 |
| Trave f. | | M3 mx/mn | M2 mx/mn | D 2 / D 3 | Pt | | N | V 2 | V 3 | T | | |
| | | -4.478e+06 | 0.0 | -0.84 | -4.98 | | -2.457e+04 | -6.313e+04 | 0.0 | 0.0 | | |
| | | 5.873e+06 | 0.0 | 1.01 | -1.22 | | -7349.76 | 6.313e+04 | 0.0 | 0.0 | | |

COMMITTENTE:



DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE DI ANCONA

SOGGETTO TECNICO: RFI – DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE DI ANCONA
 S. O. INGEGNERIA

PROGETTAZIONE: RFI – DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE DI ANCONA
 S. O. INGEGNERIA MICROSTRUTTURA CIVILE

PROGETTO DEFINITIVO

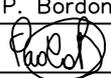
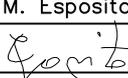
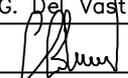
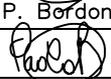
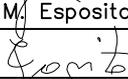
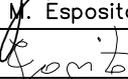
Linea : PESCARA –SULMONA–L’AQUILA–TERNI Comune : SULMONA

RIPRISTINO COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELLA LINEA PESCARA–SULMONA–TERNI
 TRA LE PROGRESSIVE KM.66+300/69+000, CON REALIZZAZIONE DELLA NUOVA
 FERMATA DI SULMONA S.RUFINA ED ADEGUAMENTO DELL’ASSETTO VIARIO DI VIA
 PARADISO CON OPERE SOSTITUTIVE DELL’EX PL KM.66+767

RELAZIONE DI CALCOLO OPERE DI CONTENIMENTO

| | | |
|--|--------|----|
| | Foglio | di |
|--|--------|----|

| PROGETTO/ANNO | SOTTOPR. | LIVELLO | NOME DOC. | PROGR.OP. | FASE FUNZ. | NUMERAZ. |
|---------------|----------|---------|-----------|-----------|------------|----------|
| 17 | | P D | T G | 00 | 00 | 1007 |

| Revis. | Descrizione | Progettista | Data | Verificato | Data | Approvato | Data | Autorizzato | Data |
|--------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 0 | Prima emissione | P. Bordoni  | | M. Esposito  | | G. Del Vasto  | | S. Morellina  | |
| A | 1^Revisione giugno 2018 | P. Bordoni  | 18/06/2018 | M. Esposito  | 19/06/2018 | M. Esposito  | 19/06/2018 | G. Del Vasto  | 22/06/2018 |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

| POSIZIONE ARCHIVIO | LINEA | SEDE TECN. | NOME DOC. | NUMERAZ. |
|--------------------|------------------------|------------|-------------|----------|
| | L506 | TR4995 | | |
| | Verificato e trasmesso | Data | Convalidato | Data |
| | | | | |
| | | | Archiviato | Data |
| | | | | |

File: 0.07

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------------|
|  <p>Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | <p>PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767</p> | | |
| <p>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE DI SOSTEGNO</p> | | <p>REV 0</p> | <p>PAG 1 di 31</p> |

INDICE

| | |
|-----------------------------------------------|-----------|
| PARTE I - CALCOLO DEI MURI DI SOSTEGNO | 3 |
| 1. Premessa | 3 |
| 2. Materiali | 3 |
| 3. Analisi dei carichi | 4 |
| 4. Geometria della struttura | 4 |
| 5. Modellazione adottata | 4 |
| 5.1 Verifica a flessione | 14 |
| 5.2 Verifica a taglio | 16 |
| 5.3 Carico limite terreno | 17 |
| 6. Conclusioni | 20 |
| PARTE II - PALIFICATA RAMPA | 21 |
| 1. Premessa | 21 |
| 2. Materiali | 21 |
| 3. Analisi dei carichi | 22 |
| 4. Geometria della struttura | 23 |
| 5. Modellazione adottata | 24 |
| 6. Risultati analisi | 27 |
| 6.1 verifica della struttura A1+M1+R1 | 27 |
| 6.2 Verifica di stabilità globale | 28 |
| 7. Conclusioni | 29 |
| PARTE II – MURO BRETELLA | 30 |
| 1. Premessa | 30 |
| 2. Materiali | 30 |
| 3. Analisi dei carichi | 31 |
| 4. Geometria della struttura | 33 |
| 5. Modellazione adottata | 34 |
| 6. VERIFICHE | 44 |
| 6.1 Verifica a flessione | 44 |
| 6.2 Verifica alla stabilità globale | 45 |
| 6.3 Verifiche al carico limite | 46 |
| 7. Conclusioni | 47 |
| PARTE III - ALLEGATI | 48 |
| ALLEGATO 1 : OUTPUT DEL CALCOLO MURO H 4.20m | 48 |

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------|
|  | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO OPERE DI SOSTEGNO | | REV 0 | PAG 2 di 31 |

ALLEGATO 2 : OUTPUT DEL CALCOLO PALI Φ 80cm _____ 48

ALLEGATO 3 : OUTPUT DEL CALCOLO MURO BRETTELLA _____ 48

| | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
|  | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | |
| RELAZIONE DI CALCOLO OPERE DI SOSTEGNO | REV 0 | PAG 3 di 31 |

PARTE I - CALCOLO DEI MURI DI SOSTEGNO

1. Premessa

Nel presente capitolo vengono riportate le verifiche per il dimensionamento dei muri di sostegno in c.a. necessari per la realizzazione delle rampe di risalita del sottovia. I muri sono fondati su platea di base a collegamento di entrambi i muri (lato dx e lato sx). Dato l'andamento variabile delle altezze, vengono calcolate le sollecitazioni per tre altezze dei muri, in modo da standardizzare le relative sezioni di progetto.

Per i valori di dettaglio della verifica si rimanda all'allegato 1 contenente gli OUTPUT della modellazione eseguita mediante il programma di calcolo Geostru.

2. Materiali

Per le opere in c.a. si adotta:

- un calcestruzzo C (28/35) le cui caratteristiche principali sono:

Resistenza cilindrica caratteristica: $f_{ck} = 28 \text{ N/mm}^2$

Resistenza di calcolo a compressione semplice: $f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_m$,

dove:

$$\alpha_{cc} = 0.85 \text{ e } \gamma_m = 1.5;$$

$$f_{cd} = 15.87 \text{ Nmm}^{-2}$$

Resistenza di calcolo a trazione semplice: $f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_m$,

dove $\gamma_m = 1.5$;

$$f_{ctd} = 1.29 \text{ Nmm}^{-2}.$$

Modulo elastico: $E_c = 32300 \text{ Nmm}^{-2}$.

Modulo di Poisson: $\nu = 0.20$

Densità di Massa: $\rho = 25 \text{ kN/m}^3$

Coefficiente di Espansione Termica: $\alpha = 1.00 \text{E-}05 \text{ m/}^\circ\text{C}$

- acciaio da cemento armato normale B450C controllato in stabilimento. Le barre sono ad aderenza migliorata. Le caratteristiche meccaniche sono:

tensione caratteristica di snervamento: $f_{yk} = 450 \text{ Nmm}^{-2}$

resistenza di calcolo dell'acciaio: $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s \text{ dove } \gamma_s = 1.15 = 391 \text{ Nmm}^{-2}$

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------|
|  <p>Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO OPERE DI SOSTEGNO | | REV 0 | PAG 4 di 31 |

Allungamento $D_1 \geq 12\%$
 Modulo di elasticità: $E_s = 206000 \text{ Nmm}^{-2}$

3. Analisi dei carichi

Si riportano di seguito i carichi utilizzati per il calcolo delle sollecitazioni e le verifiche delle sezioni della struttura in esame.

I pesi dei materiali da costruzione e del terreno sono indicati nella tabella seguente. I parametri del terreno sono:

| PESI | ϕ' | kN/m ³ |
|-------------------------------------------|---------|-------------------|
| calcestruzzo armato | . | 25 |
| ballast + armamento | . | 18 |
| Terreno a ridosso dei piedritti (unità A) | 32 | 20 |
| Terreno di fondazione (unità B) | 24 | 19 |

Come si evince dalla relazione geotecnica, il sito in esame è costituito da sabbie e ghiaie di elevate caratteristiche meccaniche. Da un punto di vista della verifica sismica si assume terreno tipo B e coefficiente topografico T1

4. Geometria della struttura

Le altezze del muro che vengono considerate sono le seguenti:

H=4,20m
 H=3,50m
 H=3,00m

Le sezioni calcolate permettono di applicare solamente 3 criteri nella scelta delle sezioni da considerare nel progetto.

5. Modellazione adottata

Per verificare i muri di sostegno viene utilizzato il programma Geostru – applicativo muri.

Calcolo della spinta attiva con Coulomb

Il calcolo della spinta attiva con il metodo di *Coulomb* è basato sullo studio dell'equilibrio limite globale del sistema formato dal muro e dal prisma di terreno omogeneo retrostante l'opera e coinvolto nella rottura nell'ipotesi di parete ruvida.

Per terreno omogeneo ed asciutto il diagramma delle pressioni si presenta lineare con distribuzione:

$$P_t = K_a \cdot \gamma_t \cdot z$$

La spinta S_t è applicata ad 1/3 H di valore

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------|
|  | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO OPERE DI SOSTEGNO | | REV 0 | PAG 5 di 31 |

$$S_t = \frac{1}{2} \gamma_t \cdot H^2 \cdot K_a$$

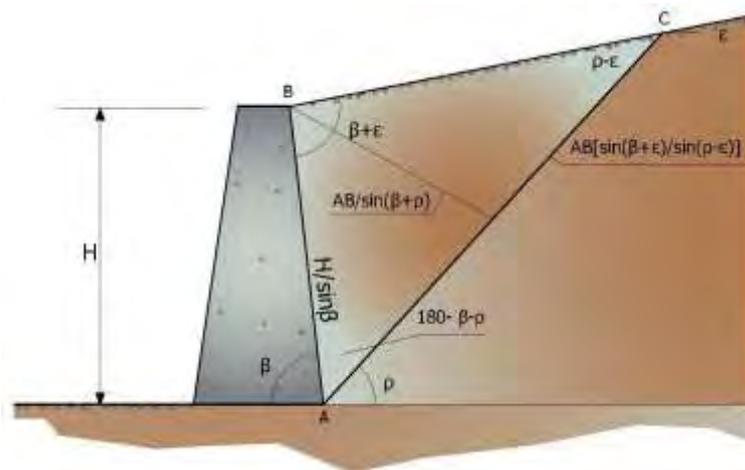
Avendo indicato con:

$$K_a = \frac{\sin^2(\beta - \varphi)}{\sin^2\beta \cdot \sin(\beta + \delta) \cdot \left[1 + \frac{\sin(\delta + \varphi) \cdot \sin(\varphi - \varepsilon)}{\sin(\beta + \delta) \cdot \sin(\beta - \varepsilon)} \right]^2}$$

Valori limite di K_a :

$\delta < (\beta - \varphi - \varepsilon)$ secondo Muller-Breslau

- γ_t Peso unità di volume del terreno;
- β Inclinazione della parete interna rispetto al piano orizzontale passante per il piede;
- φ Angolo di resistenza al taglio del terreno;
- δ Angolo di attrito terra-muro;
- ε Inclinazione del piano campagna rispetto al piano orizzontale, positiva se antioraria;
- H Altezza della parete.



Cuneo di rottura usato per la derivazione dell'equazione di Coulomb relativa alla pressione attiva.

Calcolo della spinta attiva con Rankine

Se $\varepsilon = \delta = 0$ e $\beta = 90^\circ$ (muro con parete verticale liscia e terrapieno con superficie orizzontale) la spinta S_t si semplifica nella forma:

$$S_t = \frac{\gamma \cdot H^2}{2} \frac{(1 - \sin\varphi)}{(1 + \sin\varphi)} = \frac{\gamma \cdot H^2}{2} \tan^2\left(45 - \frac{\varphi}{2}\right)$$

che coincide con l'equazione di Rankine per il calcolo della spinta attiva del terreno con terrapieno orizzontale.

In effetti Rankine adottò essenzialmente le stesse ipotesi fatte da Coulomb, ad eccezione del fatto che trascurò l'attrito terra-muro e la presenza di coesione. Nella sua formulazione generale l'espressione di K_a di Rankine si presenta come segue:

| | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------|
|  Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO OPERE DI SOSTEGNO | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">REV 0</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">PAG 6 di 31</td> </tr> </table> | REV 0 | PAG 6 di 31 |
| REV 0 | PAG 6 di 31 | | |

$$K_a = \cos \varepsilon \frac{\cos \varepsilon - \sqrt{\cos^2 \varepsilon - \cos^2 \varphi}}{\cos \varepsilon + \sqrt{\cos^2 \varepsilon - \cos^2 \varphi}}$$

Calcolo della spinta attiva con Mononobe & Okabe

Il calcolo della spinta attiva con il metodo di *Mononobe & Okabe* riguarda la valutazione della spinta in condizioni sismiche con il metodo pseudo-statico. Esso è basato sullo studio dell'equilibrio limite globale del sistema formato dal muro e dal prisma di terreno omogeneo retrostante l'opera e coinvolto nella rottura in una configurazione fittizia di calcolo nella quale l'angolo ε , di inclinazione del piano campagna rispetto al piano orizzontale, e l'angolo β , di inclinazione della parete interna rispetto al piano orizzontale passante per il piede, vengono aumentati di una quantità ϑ tale che:

$$\tan \vartheta = \left(\frac{k_h}{1 \pm k_h} \right)$$

con k_h coefficiente sismico orizzontale e k_v verticale.

Calcolo coefficienti sismici

Le NTC 2008 calcolano i coefficienti k_h e k_v in dipendenza di vari fattori:

$$k_h = \beta_m \cdot \left(\frac{a_{\max}}{g} \right); k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

β_m coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito; per i muri che non siano in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno il coefficiente β_m assume valore unitario. Per i muri liberi di traslare o ruotare intorno al piede, si può assumere che l'incremento di spinta dovuto al sisma agisca nello stesso punto di quella statica. Negli altri casi, in assenza di studi specifici, si assume che tale incremento sia applicato a metà altezza del muro.

a_{\max} Accelerazione orizzontale massima attesa al sito;
 g Accelerazione di gravità.

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa sul sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

$$a_{\max} = S \cdot a_g = S_s \cdot S_T \cdot a_g$$

S coefficiente comprendente l'effetto di amplificazione stratigrafica S_s e di amplificazione topografica S_T .
 a_g accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

Questi valori sono calcolati come funzione del punto in cui si trova il sito oggetto di analisi. Il parametro di entrata per il calcolo è il tempo di ritorno dell'evento sismico che è valutato come segue:

$$T_R = - \frac{V_R}{\ln(1 - PVR)}$$

Con V_R vita di riferimento della costruzione e PVR probabilità di superamento, nella vita di riferimento, associata allo stato limite considerato. La vita di riferimento dipende dalla vita nominale della costruzione e dalla classe d'uso della costruzione (in linea con quanto previsto al punto 2.4.3 delle NTC). In ogni caso V_R dovrà essere maggiore o uguale a 35 anni.

| | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------|
|  <p>RFI RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO OPERE DI SOSTEGNO | | REV 0 | PAG 7 di 31 |

Per l'applicazione dell'**Eurocodice 8** (progettazione geotecnica in campo sismico) il coefficiente sismico orizzontale viene così definito:

$$k_h = \frac{a_{gR} \cdot \gamma_I \cdot S}{g}$$

a_{gR} Accelerazione di picco di riferimento su suolo rigido affiorante;
 γ_I Fattore di importanza;
 S Soil factor e dipende dal tipo di terreno (da A ad E);
 $a_g = a_{gR} \gamma_I$ è la "design ground acceleration on type A ground".

Il coefficiente sismico verticale k_v è definito in funzione di k_h , e vale:

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

Effetto dovuto alla coesione

La coesione induce delle pressioni negative costanti pari a:

$$P_c = -2 \cdot c \cdot \sqrt{K_a}$$

Non essendo possibile stabilire a priori quale sia il decremento indotto nella spinta per effetto della coesione, è stata calcolata un'altezza critica Z_c come segue:

$$Z_c = \frac{2 \cdot c}{\gamma} \cdot \frac{1}{\sqrt{K_a}} - \frac{Q \cdot \frac{\sin \beta}{\sin(\beta + \epsilon)}}{\gamma}$$

Dove:

Q = Carico agente sul terrapieno.

Se $Z_c < 0$ è possibile sovrapporre direttamente gli effetti, con decremento pari a:

$$S_c = P_c \cdot H$$

con punto di applicazione pari a $H/2$.

Carico uniforme sul terrapieno

Un carico Q , uniformemente distribuito sul piano campagna induce delle pressioni costanti pari a:

$$P_q = K_a \cdot Q \cdot \frac{\sin \beta}{\sin(\beta + \epsilon)}$$

Per integrazione, una spinta pari a S_q :

$$S_q = K_a \cdot Q \cdot H \cdot \frac{\sin \beta}{\sin(\beta + \epsilon)}$$

| | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------|
|  Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO OPERE DI SOSTEGNO | <table border="1"> <tr> <td data-bbox="1187 226 1315 284">REV 0</td> <td data-bbox="1315 226 1489 284">PAG 8 di 31</td> </tr> </table> | REV 0 | PAG 8 di 31 |
| REV 0 | PAG 8 di 31 | | |

Con punto di applicazione ad $H/2$, avendo indicato con K_a il coefficiente di spinta attiva secondo *Muller-Breslau*.

Spinta attiva in condizioni sismiche

In presenza di sisma la forza di calcolo esercitata dal terrapieno sul muro è data da:

$$E_d = \frac{1}{2} \gamma \cdot (1 \pm k_v) \cdot KH^2 + E_{ws} + E_{wd}$$

Dove:

- H Altezza muro;
- k_v Coefficiente sismico verticale;
- γ Peso per unità di volume del terreno;
- K Coefficienti di spinta attiva totale (statico + dinamico);
- E_{ws} Spinta idrostatica dell'acqua;
- E_{wd} Spinta idrodinamica.

Per terreni impermeabili la spinta idrodinamica $E_{wd} = 0$, ma viene effettuata una correzione sulla valutazione dell'angolo ϑ della formula di Mononobe & Okabe così come di seguito:

$$\operatorname{tg} \vartheta = \frac{\gamma_{\text{sat}}}{\gamma_{\text{sat}} - \gamma_w} \frac{k_h}{1 \mp k_v}$$

Nei terreni ad elevata permeabilità in condizioni dinamiche continua a valere la correzione di cui sopra, ma la spinta idrodinamica assume la seguente espressione:

$$E_{wd} = \frac{7}{12} k_h \gamma_w H^2$$

Con H' altezza del livello di falda misurato a partire dalla base del muro.

Spinta idrostatica

La falda con superficie distante H_w dalla base del muro induce delle pressioni idrostatiche normali alla parete che, alla profondità z , sono espresse come segue:

$$P_w(z) = \gamma_w \cdot z$$

Con risultante pari a:

$$S_w = \frac{1}{2} \gamma_w \cdot H^2$$

La spinta del terreno immerso si ottiene sostituendo γ_t con γ'_t ($\gamma'_t = \gamma_{\text{saturo}} - \gamma_w$), peso efficace del materiale immerso in acqua.

Resistenza passiva

Per terreno omogeneo il diagramma delle pressioni risulta lineare del tipo:

$$P_t = K_p \cdot \gamma_t \cdot z$$

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------|
|  | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO OPERE DI SOSTEGNO | | REV 0 | PAG 9 di 31 |

per integrazione si ottiene la spinta passiva:

$$S_p = \frac{1}{2} \cdot \gamma_t \cdot H^2 \cdot K_p$$

Avendo indicato con:

$$K_p = \frac{\sin^2(\varphi + \beta)}{\sin^2\beta \cdot \sin(\beta - \delta) \cdot \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\delta + \varphi) \cdot \sin(\varphi + \varepsilon)}{\sin(\beta - \delta) \cdot \sin(\beta - \varepsilon)}} \right]^2}$$

(Muller-Breslau) con valori limiti di δ pari a:

$$\delta < \beta - \varphi - \varepsilon$$

L'espressione di K_p secondo la formulazione di Rankine assume la seguente forma:

$$K_p = \frac{\cos\varepsilon + \sqrt{\cos^2\varepsilon - \cos^2\varphi}}{\cos\varepsilon - \sqrt{\cos^2\varepsilon - \cos^2\varphi}}$$

Carico limite di fondazioni superficiali su terreni

VESIC - Analisi a breve termine

Affinché la fondazione di un muro possa resistere il carico di progetto con sicurezza nei riguardi della rottura generale deve essere soddisfatta la seguente disuguaglianza:

$$V_d \leq R_d$$

Dove V_d è il carico di progetto, normale alla base della fondazione, comprendente anche il peso del muro; mentre R_d è il carico limite di progetto della fondazione nei confronti di carichi normali, tenendo conto anche dell'effetto di carichi inclinati o eccentrici.

Nella valutazione analitica del carico limite di progetto R_d si devono considerare le situazioni a breve e a lungo termine nei terreni a grana fine. Il carico limite di progetto in condizioni non drenate si calcola come:

$$\frac{R}{A'} \leq (2 + \pi) \cdot c_u \cdot s_c \cdot i_c \cdot d_c + q$$

Dove:

$A' = B'L'$ area della fondazione efficace di progetto, intesa, in caso di carico eccentrico, come l'area ridotta al cui centro viene applicata la risultante del carico.

- c_u Coesione non drenata;
- q Pressione litostatica totale sul piano di posa;
- s_c Fattore di forma;

$s_c = 0.2 \cdot \left(\frac{B'}{L'} \right)$ per fondazioni rettangolari, il valore di s_c viene assunto pari ad 1 per fondazioni nastriformi

- d_c Fattore di profondità;

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  <p>RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO OPERE DI SOSTEGNO | | REV 0 | PAG 10 di 31 |

$$d_c = 0.4 \cdot K \quad \text{con } K = \frac{D}{B} \text{ se } \frac{D}{B} \leq 1 \text{ altrimenti } K = \arctan \frac{D}{B}$$

i_c Fattore correttivo per l'inclinazione del carico dovuta ad un carico H;

$$i_c = 1 - \frac{2H}{A_f \cdot c_a \cdot N_c}$$

A_f Area efficace della fondazione;

c_a Aderenza alla base, pari alla coesione o ad una sua frazione.

VESIC - Analisi a lungo termine

Per le condizioni drenate il carico limite di progetto è calcolato come segue.

$$\frac{R}{A'} \leq c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot i_c \cdot d_c + q' \cdot N_q \cdot s_q \cdot i_q \cdot d_q + 0.5 \cdot \gamma' \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma \cdot d_\gamma$$

Dove:

$$N_q = e^{\pi \tan \varphi'} \tan^2 \left(45 + \frac{\varphi'}{2} \right)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot \varphi'$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \varphi'$$

Fattori di forma

$$s_q = 1 + \left(\frac{B'}{L'} \right) \cdot \tan \varphi' \quad \text{per forma rettangolare}$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \cdot \left(\frac{B'}{L'} \right) \quad \text{per forma rettangolare}$$

$$s_c = 1 + \frac{N_q}{N_c} \cdot \frac{B'}{L'} \quad \text{per forma rettangolare, quadrata o circolare}$$

Fattori inclinazione risultante dovuta ad un carico orizzontale H parallelo a B'

$$i_q = \left(1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cot \varphi'} \right)^m$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cot \varphi'} \right)^{m+1}$$

$$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_c \cdot \tan \varphi'}$$

$$m = \frac{2 + \frac{B'}{L'}}{1 + \frac{B'}{L'}}$$

Fattori di profondità

$$d_c = 1 + 0.4K$$

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  <p>RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO OPERE DI SOSTEGNO | | REV 0 | PAG 11 di 31 |

$$d_q = 1 + 2 \tan \varphi \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot K$$

$$\text{con } K = \frac{D}{B} \text{ se } \frac{D}{B} \leq 1 \text{ altrimenti } K = \arctan \frac{D}{B}$$

$$d_\gamma = 1$$

HANSEN - Analisi a breve termine

$$\frac{R}{A'} \leq (2 + \pi) \cdot c_u (1 + s_c + d_c - i_c) + q$$

Dove:

A' = B' L' area della fondazione efficace di progetto, intesa, in caso di carico eccentrico, come l'area ridotta al cui centro viene applicata la risultante del carico.

c_u Coesione non drenata;

q Pressione litostatica totale sul piano di posa;

s_c Fattore di forma, s_c = 0 per fondazioni nastriformi;

d_c Fattore di profondità;

$$d_c = 0.4 \cdot K \text{ con } K = \frac{D}{B} \text{ se } \frac{D}{B} \leq 1 \text{ altrimenti } K = \arctan \frac{D}{B}$$

i_c Fattore correttivo di inclinazione del carico;

$$i_c = 0.5 - 0.5 \sqrt{1 - \frac{H}{A_f c_a}}$$

A_f Area efficace della fondazione;

c_a Aderenza alla base, pari alla coesione o ad una sua frazione.

HANSEN- Analisi a lungo termine

Per le condizioni drenate il carico limite di progetto è calcolato come segue.

$$\frac{R}{A'} \leq c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot i_c \cdot d_c + q' \cdot N_q \cdot s_q \cdot i_q \cdot d_q + 0.5 \cdot \gamma' \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma \cdot d_\gamma$$

Dove:

$$N_q = e^{\pi \tan \varphi'} \tan^2 \left(45 + \frac{\varphi'}{2} \right)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot \varphi'$$

$$N_\gamma = 1.5 \cdot (N_q - 1) \cdot \tan \varphi'$$

Fattori di forma

$$s_q = 1 + \left(\frac{B'}{L'} \right) \cdot \tan \varphi' \quad \text{per forma rettangolare}$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \cdot \left(\frac{B'}{L'} \right) \quad \text{per forma rettangolare}$$

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO OPERE DI SOSTEGNO | | REV 0 | PAG 12 di 31 |

$$s_c = 1 + \frac{N_q}{N_c} \cdot \frac{B'}{L'} \quad \text{per forma rettangolare, quadrata o circolare.}$$

$$s_c = s_q = s_\gamma = 1 \quad \text{per fondazione nastroforme}$$

Fattori inclinazione risultante dovuta ad un carico orizzontale H parallelo a B'

$$i_q = \left(1 - \frac{0.5 \cdot H}{V + A_f \cdot c_a \cot \varphi'} \right)^3$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{0.7 \cdot H}{V + A_f \cdot c_a \cot \varphi'} \right)^3$$

$$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$$

Fattori di profondità

$$d_c = 1 + 0.4K$$

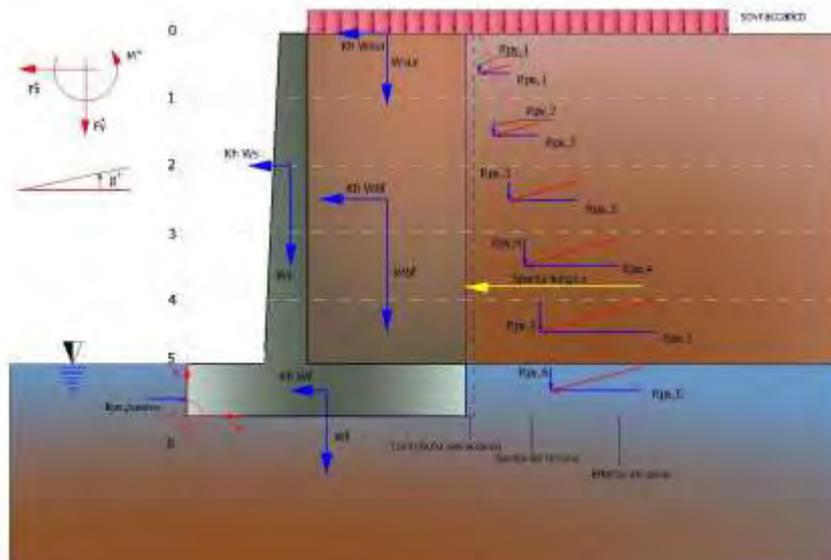
$$d_q = 1 + 2 \tan \varphi (1 - \sin \varphi) \cdot K$$

con $K = \frac{D}{B}$ se $\frac{D}{B} \leq 1$ altrimenti $K = \arctan \frac{D}{B}$

$$d_\gamma = 1$$

Sollecitazioni muro

Per il calcolo delle sollecitazioni il muro è stato discretizzato in n-tratti in funzione delle sezioni significative e per ogni tratto sono state calcolate le spinte del terreno (valutate secondo un piano di rottura passante per il paramento lato monte), le risultanti delle forze orizzontali e verticali e le forze inerziali.



Schema delle forze agenti su un muro e convenzioni sui segni

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO OPERE DI SOSTEGNO | | REV 0 | PAG 13 di 31 |

Calcolo delle spinte per le verifiche globali

Le spinte sono state valutate ipotizzando un piano di rottura passante per l'estradosso della mensola di fondazione lato monte, tale piano è stato discretizzato in *n-tratti*.

Convenzione segni

| | |
|--------------------------|-----------------------------------------------|
| Forze verticali | positive se dirette dall'alto verso il basso; |
| Forze orizzontali | positive se dirette da monte verso valle; |
| Coppie | positive se antiorarie; |
| Angoli | positivi se antiorari. |

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO OPERE DI SOSTEGNO | | REV 0 | PAG 14 di 31 |

5.1 Verifica a flessione

Si riportano i principali output di calcolo della verifica LEM, riportata per intero in allegato . La verifica è stata effettuata considerando una striscia di 1m.

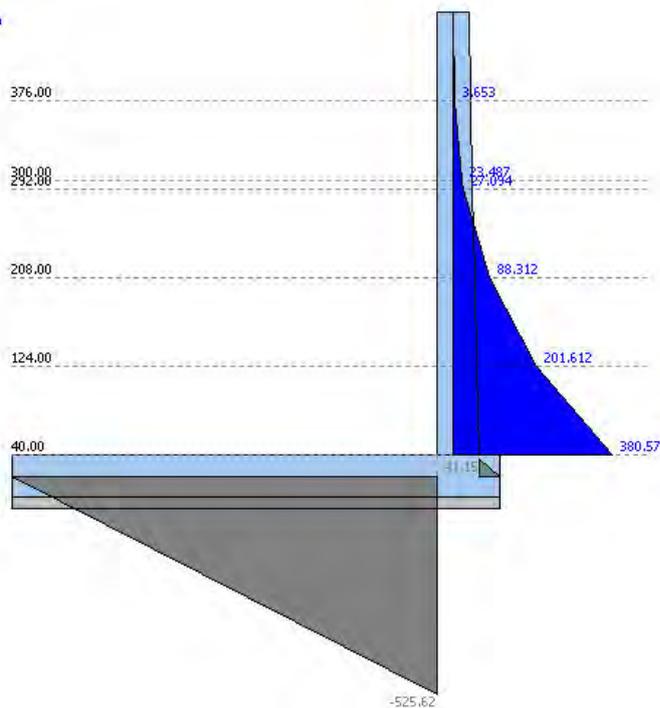
Verifica della struttura in c.a.

| | H (m) | H=4,25 | H=3,50 | H=3,0m |
|---------------------|----------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Spiccato muro | Mmax (KNm) | 381 | 214 | 127 |
| | h sezione (cm) | 50 | 30 | 30 |
| | As,max | 5Φ20+5Φ20 Mres= 436KNm | 5Φ20+5Φ20 Mres=232KNm | 5Φ20+5Φ20 Mres=232KNm |
| Spiccato fondazione | Mmax (KNm) | 525 | 309 | 195 |
| | h sezione (cm) | 50 | 50 | 30 |
| | As,max | 10Φ20+5Φ20 Mres=527KNm | 5Φ20+5Φ20 Mres=436KNm | 5Φ20+5Φ20 Mres=232KNm |

Si riportano i valori dei momenti sollecitanti per le varie altezze.

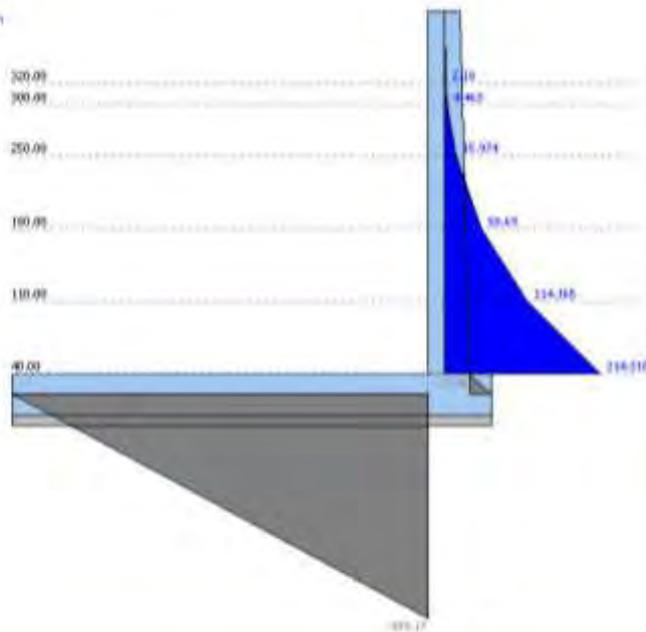
| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------------|
|  <p>Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | <p>PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767</p> | | |
| <p>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE DI SOSTEGNO</p> | | <p>REV 0</p> | <p>PAG 15 di 31</p> |

DIAGRAMMA MOMENTI kNm



Momenti agenti per combinazione (A1+M1+R1)
 h 420

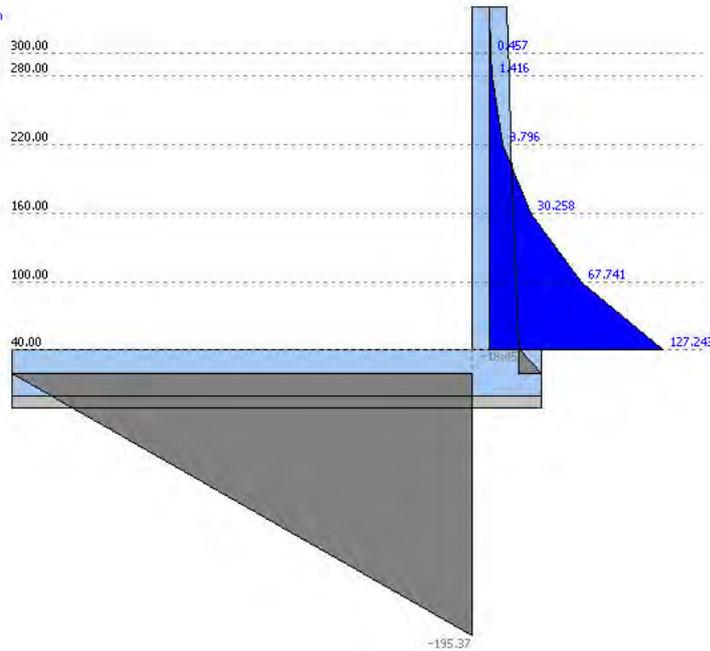
DIAGRAMMA MOMENTI kNm



Momenti agenti per combinazione (A1+M1+R1)
 H 350

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------------|
|  <p>Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | <p>PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767</p> | | |
| <p>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE DI SOSTEGNO</p> | | <p>REV 0</p> | <p>PAG 16 di 31</p> |

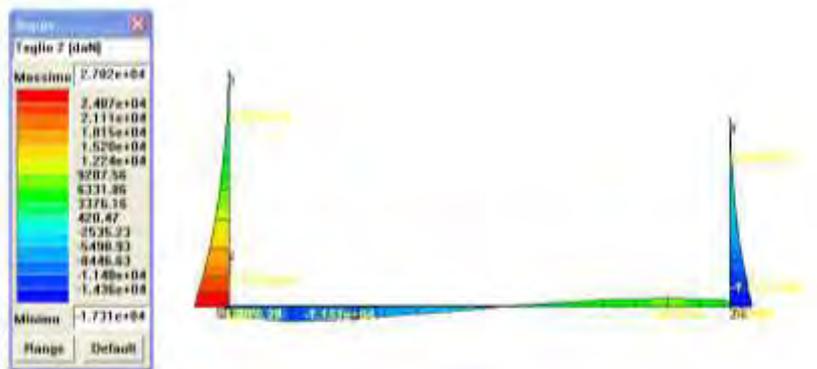
DIAGRAMMA MOMENTI kNm



Momenti agenti per combinazione (A1+M1+R1)
 H300

5.2 Verifica a taglio

Per valutare la sollecitazione a taglio della struttura in c.a., si utilizza il programma PROSAP e viene modellato l'intero muro ad U.



Il taglio massimo sul muro in elevazione è di 270KN per combinazione (A1+M1+R1) muro h 420.

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  <p>Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO OPERE DI SOSTEGNO | | REV 0 | PAG 17 di 31 |

VERIFICA A TAGLIO DI ELEMENTO SENZA ARMATURA A TAGLIO

MATERIALI

| | | | | | | | |
|-----|---------|-----------|-----|---------|-------|-----|-----|
| CLS | C 28/35 | 35 | Mpa | ACCIAIO | B450C | | |
| | f_cd | 16.461667 | Mpa | | f_yk | 450 | Mpa |
| | | | | | f_yd | 391 | MPa |
| | | | | | | | |

GEOMETRIA SEZIONE

| | | | | | |
|----|----|------|-------------|------------|--------|
| n | Ø | B | 1000 mm | Copriferro | 40 mm |
| 10 | 18 | H | 500 mm | d | 460 mm |
| 0 | 12 | Af | 2544.69 mmq | k | 1.659 |
| 5 | 18 | A'f | 1272.35 mmq | kcalc | 1.659 |
| 0 | 0 | Atot | 3817.04 mmq | pl | 0.008 |

| | |
|--|--------------------|
| | Armatura tesa |
| | Armatura compressa |

SOLLECITAZIONI AGENTI

| | | |
|-----|--------|-----|
| N | 0 | KN |
| M | 381.00 | KNm |
| Ved | 270.00 | KN |

RISULTATI ANALISI

verifica di resistenza della sezione fessurata

| | |
|-------------------------------------------|-----------|
| vmin | 0.443 |
| Vmin | 203.60 KN |
| Vrd | 273.84 KN |
| <i>Vrd > Vmin verifica soddisfatta</i> | |

verifica di resistenza rispetto al taglio agente

Vrd > Ved verifica soddisfatta

non occor armatura a taglio

5.3 Carico limite terreno

Per valutare la pressione massima sul terreno, si utilizza il programma PROSAP e viene modellato l'intero muro ad U. Infatti il programma MDC della geostru considera il calcolo di un muro di sostegno e questo crea un'errata valutazione delle pressioni agenti e del Qlim, dato che vengono considerate forze orizzontali

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO OPERE DI SOSTEGNO | | REV 0 | PAG 18 di 31 |

molto elevate che nella realtà non si hanno. Viene applicata la spinta sul modello e si verifica di avere le stesse sollecitazioni trasmesse dei muri in elevazione nella combinazione 2 (A2+M2+R2). Preliminarmente viene valutata la condizione di calcolo A1+M1+R1 per validare il modello ed ottenere risultati congruenti.



(combinazione A1+M1+R1) (controllo risultati)



combinazione A2+M2+R2

Si valutano quindi le pressioni massime sul terreno nella combinazione A2+M2+R2

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO OPERE DI SOSTEGNO | | REV 0 | PAG 19 di 31 |

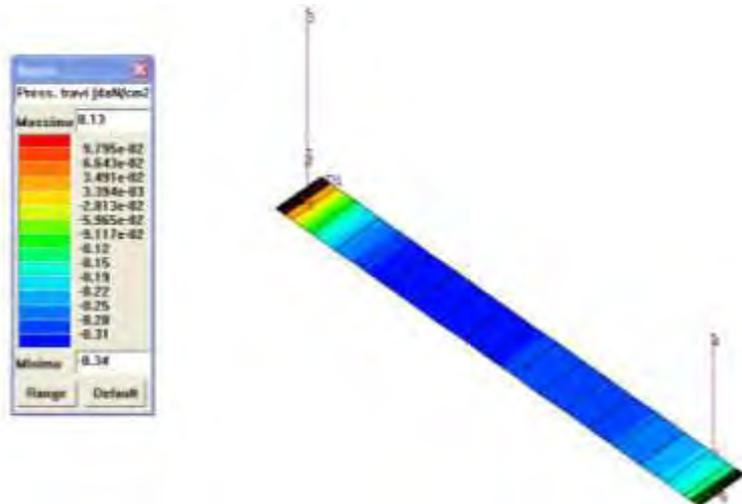


Diagramma delle pressioni . qmax=0.34Kg/cmq

| | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|-------|--------------------|------|------------------------------------------------|------|------|----|-------|--------|
| Calcolo portanza del terreno Brinch-Hansen Terreno approccio 1 - fondazioni R2= 1.8 M2 (angolo)= 1.25 M2 (gamma)= 1 | | | | | | | | | | | |
| φ | tan | tan,calc | φ, d | Nc | Nγ | Nq | γ | γ, d | C' | Tag φ | φ rad |
| 24 | 0.445229 | 0.356183 | 19.61 | 14.47 | 5.10 | 6.15 | 1900 | 1900 | 0 | 0.36 | 0.3422 |
| Geometria L 100 m B 9 m D 5 m con B<L | | | | | | Fattori forma Sc 1.04 Sγ 0.96 Sq 1.03 | | | | | |
| $Q_{lim} = 1/2 \gamma' B N_{\gamma} s_{\gamma} i_{\gamma} b_{\gamma} g_{\gamma} + c' N_c s_c d_c i_c b_c g_c + q' N_q s_q d_q i_q b_q g_q$ | | | | | | | | | | | |
| Q_lim | | | | 5.69 kg/cmq | | | | | | | |

Dato che Qlim > qmax la verifica è soddisfatta

| | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  <p>RFI RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO OPERE DI SOSTEGNO | | REV 0 | PAG 20 di 31 |

6. Conclusioni

I muri posti a contenimento delle rampe di risalita risultano verificati nei confronti degli SLU. In fase di progettazione esecutiva si dovranno approfondire le verifiche SLE al fine di valutare se gli spostamenti delle strutture di sostegno sono compatibili con i prefissati livelli di sicurezza e con la funzionalità delle strutture in elevazione preesistenti.

| | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
|  DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE ANCONA S.O. INGEGNERIA E TECNOLOGIE | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | |
| RELAZIONE DI CALCOLO OPERE DI SOSTEGNO | REV 0 | PAG 21 di 31 |

PARTE II - PALIFICATA RAMPA

1. Premessa

Nel presente capitolo vengono riportate le verifiche per il dimensionamento della palificata necessaria per la realizzazione della rampa di risalita del sottovia lato SP51 – LATO NORD. La palificata si rende necessaria per la presenza del canale di sezione circa 0,5mq posto al confine con il ciglio della strada. La palificata servirà per mantenere il canale nella posizione attuale senza andare ad espropriare e segmentare il campo coltivato posto a confine creando particelle relitte. Dato l'andamento variabile delle altezze, vengono calcolate le sollecitazioni per l'altezza massima del terreno sbancato, utilizzando in fase di progetto definitivo un'unica tipologia di pali. Per i valori di dettaglio della verifica si rimanda all'allegato 2 contenente gli OUTPUT della modellazione eseguita mediante il programma di calcolo Geostru.

2. Materiali

Per le opere in c.a. si adotta:

- un calcestruzzo C (25/30) le cui caratteristiche principali sono:

Resistenza cilindrica caratteristica: $f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$

Resistenza di calcolo a compressione semplice: $f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_m$,

dove:

$\alpha_{cc} = 0.85$ e $\gamma_m = 1.5$;

$f_{cd} = 14.17 \text{ Nmm}^{-2}$

Resistenza di calcolo a trazione semplice: $f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_m$,

dove $\gamma_m = 1.5$;

$f_{ctd} = 1.29 \text{ Nmm}^{-2}$.

Modulo elastico: $E_c = 32300 \text{ Nmm}^{-2}$.

Modulo di Poisson: $\nu = 0.20$

Densità di Massa: $\rho = 25 \text{ kN/m}^3$

Coefficiente di Espansione Termica: $\alpha = 1.00 \text{E-}05 \text{ m/}^\circ\text{C}$

- acciaio da cemento armato normale B450C controllato in stabilimento. Le barre sono ad aderenza migliorata. Le caratteristiche meccaniche sono:

tensione caratteristica di snervamento: $f_{yk} = 450 \text{ Nmm}^{-2}$

| | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  <p>RFI RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | <p>PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767</p> | | |
| <p>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE DI SOSTEGNO</p> | <table border="1"> <tr> <td data-bbox="1187 226 1315 286"> REV 0 </td> <td data-bbox="1315 226 1493 286"> PAG 22 di 31 </td> </tr> </table> | REV 0 | PAG 22 di 31 |
| REV 0 | PAG 22 di 31 | | |

resistenza di calcolo dell'acciaio: $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$ dove $\gamma_s = 1.15 = 391 \text{ Nmm}^{-2}$
 Allungamento $D_1 \geq 12\%$
 Modulo di elasticità: $E_s = 206000 \text{ Nmm}^{-2}$

3. Analisi dei carichi

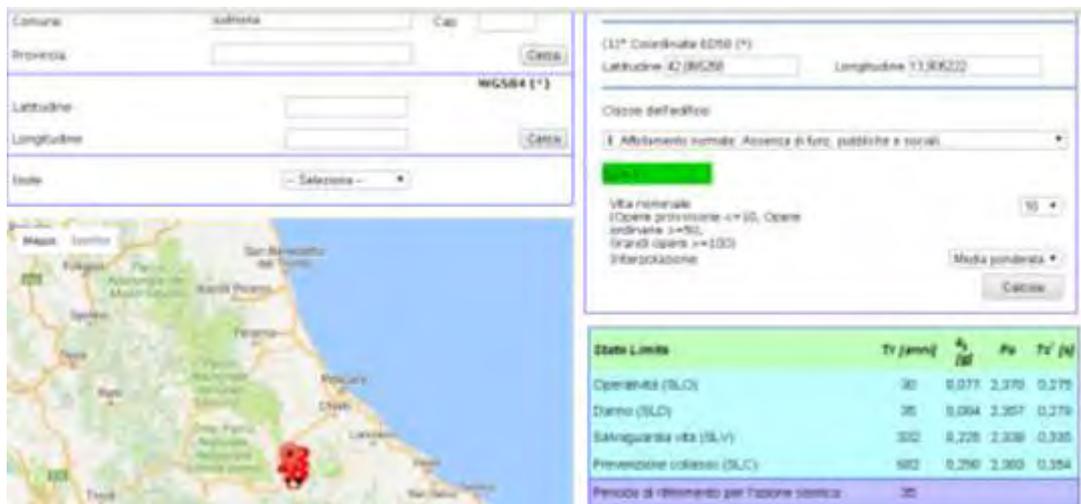
Si riportano di seguito i carichi utilizzati per il calcolo delle sollecitazioni e le verifiche delle sezioni della struttura in esame.

I pesi dei materiali da costruzione e del terreno sono indicati nella tabella seguente. I parametri del terreno sono:

| PESI | ϕ' | kN/m^3 |
|-------------------------------------------|---------|-----------------|
| calcestruzzo armato | . | 25 |
| ballast + armamento | . | 18 |
| Terreno a ridosso dei piedritti (unità A) | 32 | 20 |
| Terreno di fondazione (unità B) | 24 | 19 |

Come si evince dalla relazione geotecnica, il sito in esame è costituito da sabbie e ghiaie di elevate caratteristiche meccaniche. Da un punti di vista della verifica sismica si assume terreno tipo B e coefficiente topografico T1

Si riportano i valori di a_g , K_h e K_v



| Stato Limite | T_1 (mm) | $\frac{a_g}{g}$ | P_0 | T_2 (N) |
|---------------------------------------------|------------|-----------------|-------|-----------|
| Operatività (SLC) | 30 | 0,077 | 2,370 | 0,270 |
| Danno (SLC) | 30 | 0,064 | 2,307 | 0,270 |
| Salvaguardia vita (SLV) | 300 | 0,228 | 2,338 | 0,335 |
| Prevenzione collassi (SLC) | 500 | 0,290 | 2,360 | 0,354 |
| Periodo di riferimento per l'azione sismica | 30 | | | |

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO OPERE DI SOSTEGNO | | REV 0 | PAG 24 di 31 |

Schema geometrico della palificata

5. Modellazione adottata

Per verificare la palificata viene utilizzato il programma Geostru – applicativo paratie, utilizzando il metodo dell'equilibrio limite, il quale consiste nel ricercare soluzioni, al problema di verifica o di progetto, che siano compatibili con l'aspetto statico del problema. I principali schemi di calcolo cui si farà riferimento sono i seguenti:

1. Paratia a sbalzo;
2. Paratia tirantata ad estremo libero;
3. Paratia tirantata ad estremo fisso;

Paratia a sbalzo: calcolo della profondità d'infissione limite

Per paratia non tirantata, la stabilità è assicurata dalla resistenza passiva del terreno che si trova a valle della stessa; dall'equilibrio dei momenti rispetto al centro di rotazione si ottiene:

$$S_m \cdot B_m - R_v \cdot B_v = 0$$

Dove i simboli hanno il seguente significato:

S_m = componente orizzontale della spinta attiva;

B_m = braccio di S_m rispetto ad O centro di rotazione;

R_v = componente orizzontale della resistenza passiva;

B_v = braccio di R_v rispetto ad O centro di rotazione;

ogni termine risulta funzione di t dove t è la profondità del centro di rotazione rispetto al piano di riferimento di valle (piano campagna a valle). La lunghezza necessaria per assicurare l'equilibrio alla traslazione orizzontale si ottiene aumentando t come segue:

$$t' = a \cdot t \quad d = t \cdot (1 + a) \quad \text{dove } a = 0.2 \quad (\text{Metodo di Blum})$$

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO OPERE DI SOSTEGNO | | REV 0 | PAG 25 di 31 |

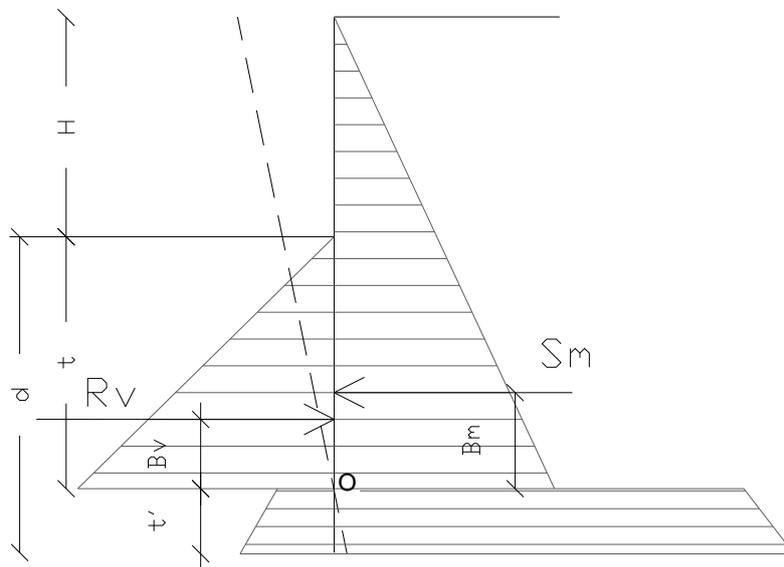


Figura 2: Schema di riferimento per il calcolo dell'equilibrio della paratia

Coefficiente di sicurezza sulla resistenza passiva

La lunghezza d'infissione d come sopra determinata è relativa alla condizione limite di incipiente collasso, tramite un coefficiente F . E' possibile introdurre un margine di sicurezza sulle resistenze passive; la riduzione si effettua come segue:

$$S_m \cdot B_m - \frac{R_v}{F} \cdot B_v = 0$$

Paratia tirantata ad estremo libero: calcolo della profondità d'infissione limite

La stabilità dell'opera è assicurata anche dai tiranti ancorati sulla paratia. Per utilizzare lo schema di calcolo ad estremo libero, la paratia deve essere sufficientemente corta e rigida. La lunghezza di infissione, sarà determinata imponendo l'equilibrio alla rotazione sull'origine del tirante indicato B1

$$S_m \cdot (H + t - B_m - t_m) - R_v \cdot (H + t - B_v - t_m) = 0$$

Dove i simboli hanno il seguente significato:

- S_m = componente orizzontale spinta attiva;
- H = altezza terreno da sostenere;
- t = profondità di infissione calcolata;
- B_m = braccio di S_m rispetto alla base della paratia;

| | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
|  | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | |
| RELAZIONE DI CALCOLO OPERE DI SOSTEGNO | REV 0 | PAG 26 di 31 |

P_m = ordinata del punto di applicazione del tirante a monte;

R_v = componente orizzontale della resistenza passiva;

B_v = braccio di R_v .

Nota t , si determinano S_m ed R_v ed il relativo sforzo del tirante.

Coefficiente di sicurezza F sulle resistenze passive

La lunghezza d'infissione sarà ulteriormente aumentata per avere margini di sicurezza in condizioni di esercizio tramite il coefficiente di sicurezza F:

$$S_m \cdot (H + t - B_m - t_m) - \frac{R_v}{F} \cdot (H + t - B_v - t_m) = 0$$

Paratia tirantata ad estremo fisso: calcolo della profondità d'infissione limite

Se la sezione più profonda della paratia non trasla e non ruota può essere assimilata ad un incastro, in tal caso la paratia si definisce ad estremo fisso. Un procedimento elaborato da BLUM consente di ricavare la profondità d'infissione ($t+t'$), imponendo le condizioni cinematiche di spostamenti nulli alla base dell'opera ed all'origine del tirante (B1), e le condizioni statiche di momento e taglio nullo alla base della paratia. Si perviene ad una equazione di 5° grado in ($t+t'$) che può essere risolta in modo agevole.

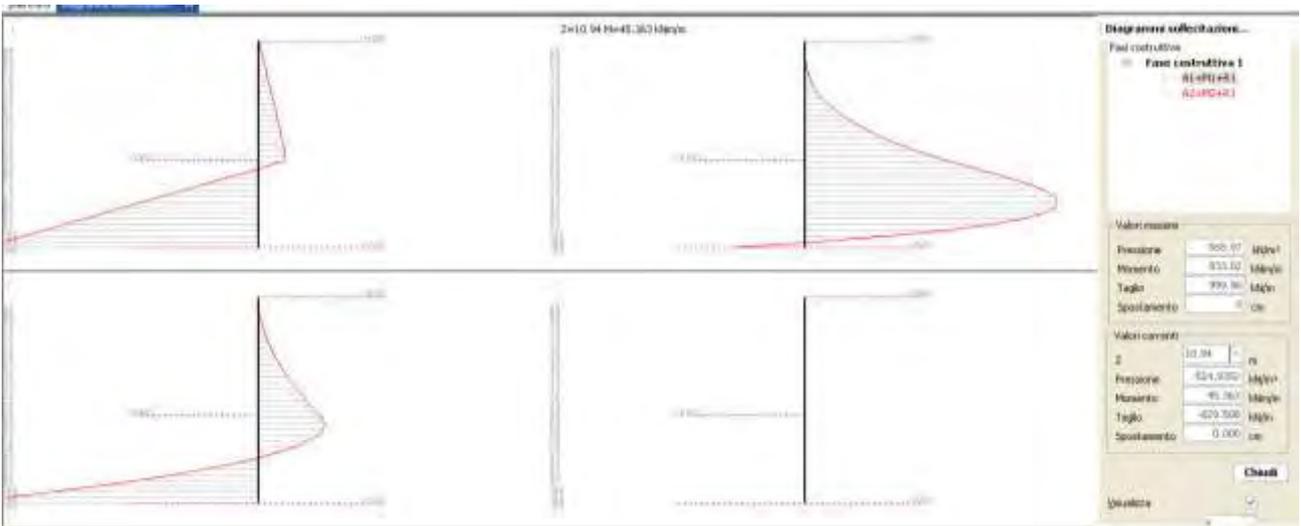
Coefficiente di sicurezza F sulle resistenze

Per aumentare il fattore di sicurezza sono stati introdotti negli sviluppi numerici, valori delle resistenze passive ridotte.

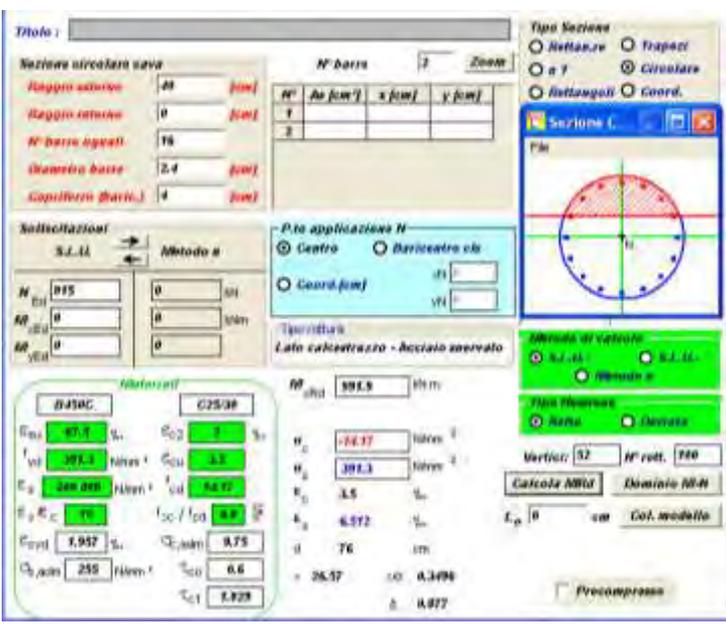
| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  <p>RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | <p>PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767</p> | | |
| <p>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE DI SOSTEGNO</p> | <table border="1"> <tr> <td data-bbox="1189 235 1316 291"> REV 0 </td> <td data-bbox="1316 235 1492 291"> PAG 27 di 31 </td> </tr> </table> | REV 0 | PAG 27 di 31 |
| REV 0 | PAG 27 di 31 | | |

6. Risultati analisi

6.1 verifica della struttura A1+M1+R1



Si Dalla verifica emerge che il Momento agente max è Msoll=833,02KNm/m



Sezione circolare sava

- Raggio esterno: 40 [cm]
- Raggio interno: 0 [cm]
- N° barre agenti: 16
- diametro barre: 2.4 [cm]
- Capacità barre: 4 [cm]

Barre

| N° | As [cm ²] | x [cm] | y [cm] |
|----|-----------------------|--------|--------|
| 1 | | | |
| 2 | | | |

Proprietà

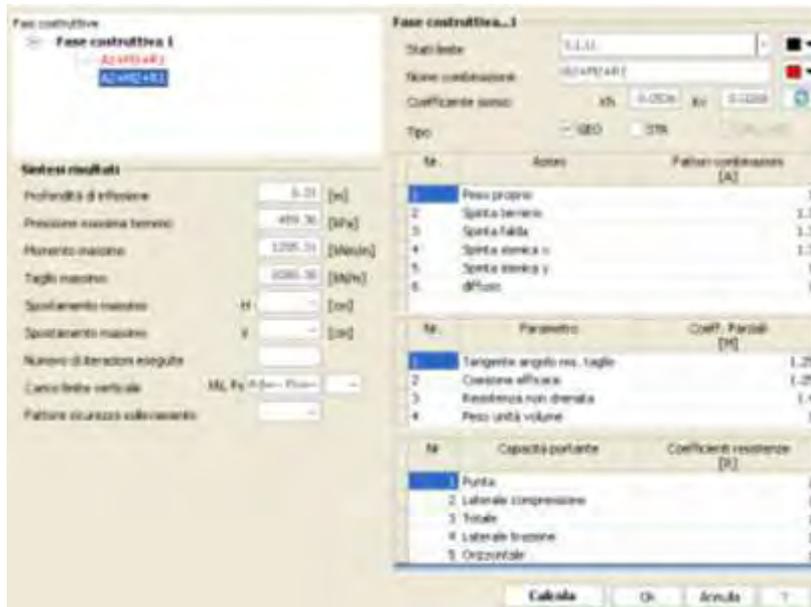
- M_{res}: 992.37 [kgm²]
- M₀: 399.36 [kgm²]
- M₁: 3.5 [kgm²]
- M₂: 6.572 [kgm²]
- l: 76 [cm]
- σ: 26.37 [kg/cm²]
- σ₀: 0.3496 [kg/cm²]
- Δ: 0.877

Il palo avente diametro 80cm/passo 90 armato con 16 Φ24 per N=0KN ha Mres=992KNm/m>Msoll.
 La verifica risulta soddisfatta.

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------------|
|  <p>RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | <p>PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767</p> | | |
| <p>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE DI SOSTEGNO</p> | | <p>REV 0</p> | <p>PAG 28 di 31</p> |

6.2 Verifica di stabilità globale

La combinazione più gravosa risulta essere la 2 (A2+M2+R1)



Fase: 1 - Combinazione: 2

Altezza scavo

Tipo:

Nome:

Coefficienti sismici:

6.5 [m]

S.L.U. [GEO]

A2+M2+R1

$K_h = 0.0536$, $K_v = 0.0268$

Coefficienti parziali azioni

| Nr. | Azioni | Fattori combinazione |
|-----|------------------|----------------------|
| 1 | Peso proprio | 1 |
| 2 | Spinta terreno | 1.3 |
| 3 | Spinta falda | 1.3 |
| 4 | Spinta sismica x | 1.3 |
| 5 | Spinta sismica y | 1 |
| 6 | diffuso | 1 |

Coefficienti parziali terreno

| Nr. | Parametro | Coefficienti parziali |
|-----|-----------------------------------|-----------------------|
| 1 | Tangente angolo resistenza taglio | 1.25 |
| 2 | Coesione efficace | 1.25 |
| 3 | Resistenza non drenata | 1.4 |
| 4 | Peso unità volume | 1 |
| 5 | Angolo di attrito terra parete | 1 |

Coefficienti resistenze capacità portante verticale

| Nr. | Capacità portante | Coefficienti resistenze |
|-----|-----------------------|-------------------------|
| 1 | Punta | 1 |
| 2 | Laterale compressione | 1 |
| 3 | Totale | 1 |

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------------|
|  <p>Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | <p>PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767</p> | | |
| <p>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE DI SOSTEGNO</p> | | <p>REV 0</p> | <p>PAG 29 di 31</p> |

| | | |
|---|-------------------|---|
| 4 | Laterale trazione | 1 |
| 5 | Orizzontale | 1 |

| | | |
|---------------------------|---------|---------|
| Profondità di infissione | 6.31 | [m] |
| Pressione massima terreno | 489.36 | [kPa] |
| Momento massimo | 1205.31 | [kNm/m] |
| Taglio massimo | 1080.38 | [KN/m] |

Il palo è da 21m, con infissione di La profondità di infissione di progetto è di 14,5m>profondità di infissione da calcolo.

Verifica soddisfatta

7. Conclusioni

La palificata posta a contenimento delle rampe di risalita risulta verificati nei confronti degli SLU. In fase di progettazione esecutiva si dovranno approfondire le verifiche SLE al fine di valutare se gli spostamenti delle strutture di sostegno sono compatibili con i prefissati livelli di sicurezza e con la funzionalità delle strutture in elevazione preesistenti.

| | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
|  | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | |
| RELAZIONE DI CALCOLO OPERE DI SOSTEGNO | REV 0 | PAG 30 di 31 |

PARTE II – MURO BRETTELLA

1. Premessa

Nel presente capitolo vengono riportate le verifiche per il dimensionamento del muro previsto in adiacenza al sottovia posto al di sotto della nuova bretella ferroviaria, a palificata necessaria per la realizzazione della rampa di risalita del sottovia lato SP51 – LATO NORD. Dato l'andamento variabile delle altezze, vengono calcolate le sollecitazioni per l'altezza massima del terreno sbancato, utilizzando in fase di progetto definitivo un'unica sezione di progetto.

Per i valori di dettaglio della verifica si rimanda all'allegato 3 contenente gli OUTPUT della modellazione eseguita mediante il programma di calcolo Geostru.

2. Materiali

Per le opere in c.a. si adotta:

- un calcestruzzo C (28/35) le cui caratteristiche principali sono:

Resistenza cilindrica caratteristica: $f_{ck} = 28 \text{ N/mm}^2$

Resistenza di calcolo a compressione semplice: $f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_m$,

dove:

$\alpha_{cc} = 0.85$ e $\gamma_m = 1.5$;

$f_{cd} = 15.87 \text{ Nmm}^{-2}$

Resistenza di calcolo a trazione semplice: $f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_m$,

dove $\gamma_m = 1.5$;

$f_{ctd} = 1.29 \text{ Nmm}^{-2}$.

Modulo elastico: $E_c = 32300 \text{ Nmm}^{-2}$.

Modulo di Poisson: $\nu = 0.20$

Densità di Massa: $\rho = 25 \text{ kN/m}^3$

Coefficiente di Espansione Termica: $\alpha = 1.00 \text{E-}05 \text{ m/}^\circ\text{C}$

- acciaio da cemento armato normale B450C controllato in stabilimento. Le barre sono ad aderenza migliorata. Le caratteristiche meccaniche sono:

tensione caratteristica di snervamento: $f_{yk} = 450 \text{ Nmm}^{-2}$

resistenza di calcolo dell'acciaio: $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$ dove $\gamma_s = 1.15 = 391 \text{ Nmm}^{-2}$

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  <p>RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO OPERE DI SOSTEGNO | | REV 0 | PAG 31 di 31 |

Allungamento $D_1 \geq 12\%$
 Modulo di elasticità: $E_s = 206000 \text{ Nmm}^{-2}$

3. Analisi dei carichi

Si riportano di seguito i carichi utilizzati per il calcolo delle sollecitazioni e le verifiche delle sezioni della struttura in esame.

I pesi dei materiali da costruzione e del terreno sono indicati nella tabella seguente. I parametri del terreno sono:

| PESI | ϕ' | kN/m^3 |
|-------------------------------------------|---------|-----------------|
| calcestruzzo armato | . | 25 |
| ballast + armamento | . | 18 |
| Terreno a ridosso dei piedritti (unità A) | 32 | 20 |
| Terreno di fondazione (unità B) | 24 | 19 |

Come si evince dalla relazione geotecnica, il sito in esame è costituito da sabbie e ghiaie di elevate caratteristiche meccaniche. Da un punto di vista della verifica sismica si assume terreno tipo B e coefficiente topografico T1

(1)* Coordinate WGS84 (°)

Latitudine Longitudine

(1)* Coordinate ED50 (°)

Latitudine Longitudine

Classe dell'edificio

$\phi_u = 1$

Vita nominale (Opere provvisorie ≤ 10 , Opere ordinarie ≥ 50 , Grandi opere ≥ 100)

Interpolazione

| Stato Limite | T_r [anni] | α_p [g] | F_0 | T_c [s] |
|----------------------------------------------|--------------|----------------|-------|-----------|
| Operatività (SLO) | 30 | 0,077 | 2,370 | 0,275 |
| Danno (SLD) | 50 | 0,101 | 2,327 | 0,284 |
| Salvaguardia vita (SLV) | 475 | 0,256 | 2,363 | 0,346 |
| Prevenzione collasso (SLC) | 975 | 0,327 | 2,403 | 0,363 |
| Periodo di riferimento per l'azione sismica: | 50 | | | |

| | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  <p>RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | <p>PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767</p> | | |
| <p>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE DI SOSTEGNO</p> | <table border="1"> <tr> <td data-bbox="1189 224 1316 286"> REV 0 </td> <td data-bbox="1316 224 1493 286"> PAG 32 di 31 </td> </tr> </table> | REV 0 | PAG 32 di 31 |
| REV 0 | PAG 32 di 31 | | |

CALCOLO COEFFICIENTI SISMICI

Muri di sostegno Paratie
 Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m)
 us (m)

Categoria sottosuolo
 Categoria topografica

| | SLO | SLD | SLV | SLC |
|--------------------------------------|------|------|------|------|
| Ss * Amplificazione stratigrafica | 1,20 | 1,20 | 1,16 | 1,09 |
| Cc * Coeff. funz categoria | 1,42 | 1,41 | 1,36 | 1,35 |
| St * Amplificazione topografica | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |

Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]

| Coefficienti | SLO | SLD | SLV | SLC |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|
| kh | 0,017 | 0,029 | 0,092 | 0,111 |
| kv | 0,008 | 0,015 | 0,046 | 0,055 |
| Am _{max} [m/s²] | 0,906 | 1,188 | 2,909 | 3,499 |
| Beta | 0,180 | 0,240 | 0,310 | 0,310 |

Peso ballast:

$$p_b = h_b * \gamma_B = 16.2 \text{ kN/m}^2 =$$

Carichi accidentali, ripartizione carichi verticali (carico treno)

su una striscia di 1 metro avrò:

$$\Phi_3 = 1$$

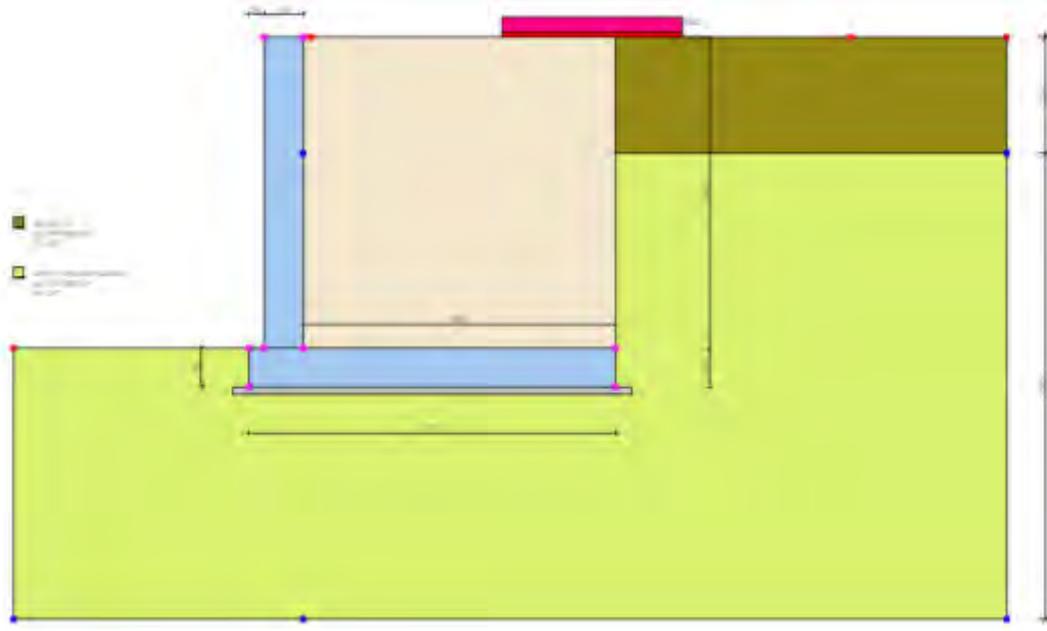
$$\alpha = 1$$

$$L_d = 2.30 \quad 2.30 \text{ m} \quad (\text{larghezza traverse})$$

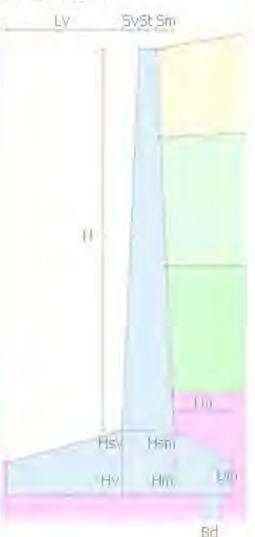
$$\text{Lunghezza area carichi concentrati} \quad 6.40 \text{ m}$$

$$\text{Carico ripartito sulla soletta} = 150 * \alpha * \Phi / L_d = 65.22 \text{ KN/m} =$$

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------------|
|  <p>Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | <p>PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767</p> | | |
| <p>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE DI SOSTEGNO</p> | <table border="1"> <tr> <td data-bbox="1189 224 1316 286"> <p>REV 0</p> </td> <td data-bbox="1316 224 1493 286"> <p>PAG 34 di 31</p> </td> </tr> </table> | <p>REV 0</p> | <p>PAG 34 di 31</p> |
| <p>REV 0</p> | <p>PAG 34 di 31</p> | | |



Dati geometrici



Clickcare sul simbolo della quota per la ricerca automatica.

Geometria muro | Carichi distribuiti sul terrapieno | Carichi concentrati

| | |
|--------------------------------------|--------------|
| Struttura in elevazione | |
| Sviluppo longitudinale muro | 1 [m] |
| Altezza muro | H: 400 [cm] |
| Spessore in testa | St: 50 [cm] |
| Risega muro lato valle alla base | Sv: 0 [cm] |
| Risega muro lato monte alla base | Sm: 0 [cm] |
| Fondazione | |
| Altezza fondazione lato valle | Hv: 50 [cm] |
| Altezza fondazione spiccato valle | Hsv: 0 [cm] |
| Altezza fondazione lato monte | Hm: 50 [cm] |
| Altezza fondazione spiccato monte | Hsm: 0 [cm] |
| Larghezza suola di valle | Lv: 20 [cm] |
| Larghezza suola di monte | Lm: 400 [cm] |
| Inclinazione fondazione | 0 ° |
| Magrone (Base fondazione=470) | |
| Base magrone | 490 [cm] |
| Altezza magrone | 10 [cm] |
| Rappresentazione | Continua |
| Dente di fondazione | |
| Base dente | Bd: 0 [cm] |
| Altezza dente | Hd: 0 [cm] |
| Distanza dente lato monte | Dm: 0 [cm] |
| Mensola | |
| Monte | [Muro] |
| Base mensola | 0 [cm] |
| Altezza mensola | 0 [cm] |
| Altezza mensola | 0 [cm] |
| Dist. mensola testa muro | 0 [cm] |
| Gradonature | |
| Numero Gradoni | 0 |
| Contrafforti | |
| Interasse | I: 0 [cm] |
| Spessore | S: 0 [cm] |
| Posizione | Esterni |
| Traslazione testa muro | |
| Traslazione testa muro | 0 [cm] |

5. Modellazione adottata

Per verificare i muri di sostegno viene utilizzato il programma Geostru – applicativo muri.

Calcolo della spinta attiva con Coulomb

| | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
|  | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | |
| RELAZIONE DI CALCOLO OPERE DI SOSTEGNO | REV 0 | PAG 35 di 31 |

Il calcolo della spinta attiva con il metodo di *Coulomb* è basato sullo studio dell'equilibrio limite globale del sistema formato dal muro e dal prisma di terreno omogeneo retrostante l'opera e coinvolto nella rottura nell'ipotesi di parete ruvida.

Per terreno omogeneo ed asciutto il diagramma delle pressioni si presenta lineare con distribuzione:

$$P_t = K_a \cdot \gamma_t \cdot z$$

La spinta S_t è applicata ad $1/3 H$ di valore

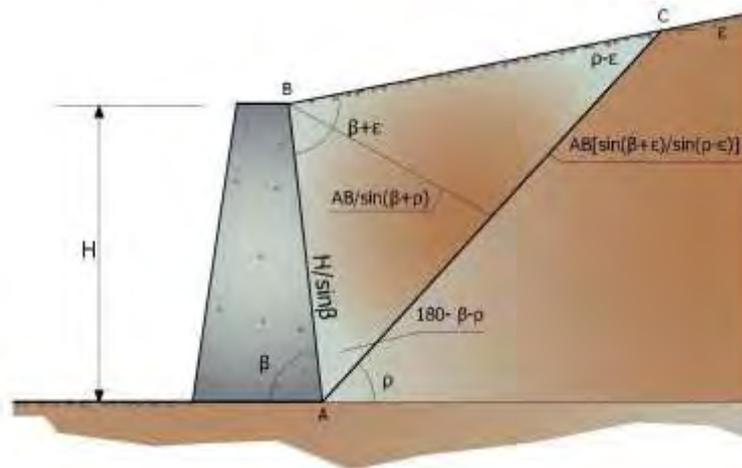
$$S_t = \frac{1}{2} \gamma_t \cdot H^2 \cdot K_a$$

Avendo indicato con:

$$K_a = \frac{\sin^2(\beta - \varphi)}{\sin^2\beta \cdot \sin(\beta + \delta) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\delta + \varphi) \cdot \sin(\varphi - \varepsilon)}{\sin(\beta + \delta) \cdot \sin(\beta - \varepsilon)}} \right]^2}$$

Valori limite di K_a :

- $\delta < (\beta - \varphi - \varepsilon)$ secondo Muller-Breslau
- γ_t Peso unità di volume del terreno;
- β Inclinazione della parete interna rispetto al piano orizzontale passante per il piede;
- φ Angolo di resistenza al taglio del terreno;
- δ Angolo di attrito terra-muro;
- ε Inclinazione del piano campagna rispetto al piano orizzontale, positiva se antioraria;
- H Altezza della parete.



Cuneo di rottura usato per la derivazione dell'equazione di Coulomb relativa alla pressione attiva.

Calcolo della spinta attiva con Rankine

Se $\varepsilon = \delta = 0$ e $\beta = 90^\circ$ (muro con parete verticale liscia e terrapieno con superficie orizzontale) la spinta S_t si semplifica nella forma:

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  <p>Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | <p>PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767</p> | | |
| <p>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE DI SOSTEGNO</p> | <table border="1"> <tr> <td data-bbox="1187 226 1315 284">REV 0</td> <td data-bbox="1315 226 1489 284">PAG 36 di 31</td> </tr> </table> | REV 0 | PAG 36 di 31 |
| REV 0 | PAG 36 di 31 | | |

$$S_t = \frac{\gamma \cdot H^2}{2} \frac{(1 - \sin\varphi)}{(1 + \sin\varphi)} = \frac{\gamma \cdot H^2}{2} \tan^2 \left(45 - \frac{\varphi}{2} \right)$$

che coincide con l'equazione di Rankine per il calcolo della spinta attiva del terreno con terrapieno orizzontale. In effetti Rankine adottò essenzialmente le stesse ipotesi fatte da Coulomb, ad eccezione del fatto che trascurò l'attrito terra-muro e la presenza di coesione. Nella sua formulazione generale l'espressione di K_a di Rankine si presenta come segue:

$$K_a = \cos\varepsilon \frac{\cos\varepsilon - \sqrt{\cos^2\varepsilon - \cos^2\varphi}}{\cos\varepsilon + \sqrt{\cos^2\varepsilon - \cos^2\varphi}}$$

Calcolo della spinta attiva con Mononobe & Okabe

Il calcolo della spinta attiva con il metodo di *Mononobe & Okabe* riguarda la valutazione della spinta in condizioni sismiche con il metodo pseudo-statico. Esso è basato sullo studio dell'equilibrio limite globale del sistema formato dal muro e dal prisma di terreno omogeneo retrostante l'opera e coinvolto nella rottura in una configurazione fittizia di calcolo nella quale l'angolo ε , di inclinazione del piano campagna rispetto al piano orizzontale, e l'angolo β , di inclinazione della parete interna rispetto al piano orizzontale passante per il piede, vengono aumentati di una quantità ϑ tale che:

$$\tan \vartheta = \left(\frac{k_h}{1 \pm k_h} \right)$$

con k_h coefficiente sismico orizzontale e k_v verticale.

Calcolo coefficienti sismici

Le NTC 2008 calcolano i coefficienti k_h e k_v in dipendenza di vari fattori:

$$k_h = \beta_m \cdot \left(\frac{a_{\max}}{g} \right); k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

β_m coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito; per i muri che non siano in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno il coefficiente β_m assume valore unitario. Per i muri liberi di traslare o ruotare intorno al piede, si può assumere che l'incremento di spinta dovuto al sisma agisca nello stesso punto di quella statica. Negli altri casi, in assenza di studi specifici, si assume che tale incremento sia applicato a metà altezza del muro.

a_{\max} Accelerazione orizzontale massima attesa al sito;
 g Accelerazione di gravità.

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa sul sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

$$a_{\max} = S \cdot a_g = S_S \cdot S_T \cdot a_g$$

S coefficiente comprendente l'effetto di amplificazione stratigrafica S_S e di amplificazione topografica S_T .
 a_g accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

Questi valori sono calcolati come funzione del punto in cui si trova il sito oggetto di analisi. Il parametro di entrata per il calcolo è il tempo di ritorno dell'evento sismico che è valutato come segue:

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO OPERE DI SOSTEGNO | | REV 0 | PAG 37 di 31 |

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - PVR)}$$

Con V_R vita di riferimento della costruzione e PVR probabilità di superamento, nella vita di riferimento, associata allo stato limite considerato. La vita di riferimento dipende dalla vita nominale della costruzione e dalla classe d'uso della costruzione (in linea con quanto previsto al punto 2.4.3 delle NTC). In ogni caso V_R dovrà essere maggiore o uguale a 35 anni.

Per l'applicazione dell'**Eurocodice 8** (progettazione geotecnica in campo sismico) il coefficiente sismico orizzontale viene così definito:

$$k_h = \frac{a_{gR} \cdot \gamma_I \cdot S}{g}$$

a_{gR} Accelerazione di picco di riferimento su suolo rigido affiorante;
 γ_I Fattore di importanza;
 S Soil factor e dipende dal tipo di terreno (da A ad E);
 $a_g = a_{gR} \gamma_I$ è la "design ground acceleration on type A ground".

Il coefficiente sismico verticale k_v è definito in funzione di k_h , e vale:

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

Effetto dovuto alla coesione

La coesione induce delle pressioni negative costanti pari a:

$$P_c = -2 \cdot c \cdot \sqrt{K_a}$$

Non essendo possibile stabilire a priori quale sia il decremento indotto nella spinta per effetto della coesione, è stata calcolata un'altezza critica Z_c come segue:

$$Z_c = \frac{2 \cdot c}{\gamma} \cdot \frac{1}{\sqrt{K_A}} - \frac{Q \cdot \frac{\sin \beta}{\sin(\beta + \epsilon)}}{\gamma}$$

Dove:

Q = Carico agente sul terrapieno.

Se $Z_c < 0$ è possibile sovrapporre direttamente gli effetti, con decremento pari a:

$$S_c = P_c \cdot H$$

con punto di applicazione pari a $H/2$.

Carico uniforme sul terrapieno

Un carico Q , uniformemente distribuito sul piano campagna induce delle pressioni costanti pari a:

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO OPERE DI SOSTEGNO | | REV 0 | PAG 38 di 31 |

$$P_q = K_a \cdot Q \cdot \frac{\sin\beta}{\sin(\beta + \varepsilon)}$$

Per integrazione, una spinta pari a S_q :

$$S_q = K_a \cdot Q \cdot H \frac{\sin\beta}{\sin(\beta + \varepsilon)}$$

Con punto di applicazione ad $H/2$, avendo indicato con K_a il coefficiente di spinta attiva secondo *Muller-Breslau*.

Spinta attiva in condizioni sismiche

In presenza di sisma la forza di calcolo esercitata dal terrapieno sul muro è data da:

$$E_d = \frac{1}{2} \gamma \cdot (1 \pm k_v) \cdot KH^2 + E_{ws} + E_{wd}$$

Dove:

- H Altezza muro;
- k_v Coefficiente sismico verticale;
- γ Peso per unità di volume del terreno;
- K Coefficienti di spinta attiva totale (statico + dinamico);
- E_{ws} Spinta idrostatica dell'acqua;
- E_{wd} Spinta idrodinamica.

Per terreni impermeabili la spinta idrodinamica $E_{wd} = 0$, ma viene effettuata una correzione sulla valutazione dell'angolo ϑ della formula di Mononobe & Okabe così come di seguito:

$$\operatorname{tg} \vartheta = \frac{\gamma_{sat}}{\gamma_{sat} - \gamma_w} \frac{k_h}{1 \mp k_v}$$

Nei terreni ad elevata permeabilità in condizioni dinamiche continua a valere la correzione di cui sopra, ma la spinta idrodinamica assume la seguente espressione:

$$E_{wd} = \frac{7}{12} k_h \gamma_w H^2$$

Con H' altezza del livello di falda misurato a partire dalla base del muro.

Spinta idrostatica

La falda con superficie distante H_w dalla base del muro induce delle pressioni idrostatiche normali alla parete che, alla profondità z , sono espresse come segue:

$$P_w(z) = \gamma_w \cdot z$$

Con risultante pari a:

$$S_w = \frac{1}{2} \gamma_w \cdot H^2$$

La spinta del terreno immerso si ottiene sostituendo γ_t con γ'_t ($\gamma'_t = \gamma_{saturo} - \gamma_w$), peso efficace del materiale immerso in

| | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  <p>RFI RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | <p>PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767</p> | | |
| <p>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE DI SOSTEGNO</p> | <table border="1"> <tr> <td data-bbox="1189 235 1316 280"> REV 0 </td> <td data-bbox="1324 235 1460 280"> PAG 39 di 31 </td> </tr> </table> | REV 0 | PAG 39 di 31 |
| REV 0 | PAG 39 di 31 | | |

acqua.

Resistenza passiva

Per terreno omogeneo il diagramma delle pressioni risulta lineare del tipo:

$$P_t = K_p \cdot \gamma_t \cdot z$$

per integrazione si ottiene la spinta passiva:

$$S_p = \frac{1}{2} \cdot \gamma_t \cdot H^2 \cdot K_p$$

Avendo indicato con:

$$K_p = \frac{\sin^2(\varphi + \beta)}{\sin^2\beta \cdot \sin(\beta - \delta) \cdot \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\delta + \varphi) \cdot \sin(\varphi + \varepsilon)}{\sin(\beta - \delta) \cdot \sin(\beta - \varepsilon)}} \right]^2}$$

(Muller-Breslau) con valori limiti di δ pari a:

$$\delta < \beta - \varphi - \varepsilon$$

L'espressione di K_p secondo la formulazione di Rankine assume la seguente forma:

$$K_p = \frac{\cos\varepsilon + \sqrt{\cos^2\varepsilon - \cos^2\varphi}}{\cos\varepsilon - \sqrt{\cos^2\varepsilon - \cos^2\varphi}}$$

Carico limite di fondazioni superficiali su terreni

VESIC - Analisi a breve termine

Affinché la fondazione di un muro possa resistere il carico di progetto con sicurezza nei riguardi della rottura generale deve essere soddisfatta la seguente disuguaglianza:

$$V_d \leq R_d$$

Dove V_d è il carico di progetto, normale alla base della fondazione, comprendente anche il peso del muro; mentre R_d è il carico limite di progetto della fondazione nei confronti di carichi normali, tenendo conto anche dell'effetto di carichi inclinati o eccentrici.

Nella valutazione analitica del carico limite di progetto R_d si devono considerare le situazioni a breve e a lungo termine nei terreni a grana fine. Il carico limite di progetto in condizioni non drenate si calcola come:

$$\frac{R}{A'} \leq (2 + \pi) \cdot c_u \cdot s_c \cdot i_c \cdot d_c + q$$

Dove:

A' = $B \cdot L'$ area della fondazione efficace di progetto, intesa, in caso di carico eccentrico, come l'area ridotta al cui centro viene applicata la risultante del carico.

c_u Coesione non drenata;

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  <p>Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO OPERE DI SOSTEGNO | | REV 0 | PAG 40 di 31 |

q Pressione litostatica totale sul piano di posa;

s_c Fattore di forma;

$s_c = 0.2 \cdot \left(\frac{B'}{L'}\right)$ per fondazioni rettangolari, il valore di s_c viene assunto pari ad 1 per fondazioni nastriformi

d_c Fattore di profondità;

$d_c = 0.4 \cdot K$ con $K = \frac{D}{B}$ se $\frac{D}{B} \leq 1$ altrimenti $K = \arctan \frac{D}{B}$

i_c Fattore correttivo per l'inclinazione del carico dovuta ad un carico H;

$i_c = 1 - \frac{2H}{A_f \cdot c_a \cdot N_c}$

A_f Area efficace della fondazione;

c_a Aderenza alla base, pari alla coesione o ad una sua frazione.

VESIC - Analisi a lungo termine

Per le condizioni drenate il carico limite di progetto è calcolato come segue.

$$\frac{R}{A'} \leq c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot i_c \cdot d_c + q' \cdot N_q \cdot s_q \cdot i_q \cdot d_q + 0.5 \cdot \gamma' \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma \cdot d_\gamma$$

Dove:

$$N_q = e^{\pi \tan \varphi'} \tan^2 \left(45 + \frac{\varphi'}{2} \right)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot \varphi'$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \varphi'$$

Fattori di forma

$$s_q = 1 + \left(\frac{B'}{L'}\right) \cdot \tan \varphi' \quad \text{per forma rettangolare}$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \cdot \left(\frac{B'}{L'}\right) \quad \text{per forma rettangolare}$$

$$s_c = 1 + \frac{N_q}{N_c} \cdot \frac{B'}{L'} \quad \text{per forma rettangolare, quadrata o circolare}$$

Fattori inclinazione risultante dovuta ad un carico orizzontale H parallelo a B'

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  <p>Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO OPERE DI SOSTEGNO | | REV 0 | PAG 41 di 31 |

$$i_q = \left(1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cot \varphi'} \right)^m$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cot \varphi'} \right)^{m+1}$$

$$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_c \cdot \tan \varphi'}$$

$$m = \frac{2 + \frac{B'}{L'}}{1 + \frac{B'}{L'}}$$

Fattori di profondità

$$d_c = 1 + 0.4K$$

$$d_q = 1 + 2 \tan \varphi \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot K$$

$$\text{con } K = \frac{D}{B} \text{ se } \frac{D}{B} \leq 1 \text{ altrimenti } K = \arctan \frac{D}{B}$$

$$d_\gamma = 1$$

HANSEN - Analisi a breve termine

$$\frac{R}{A'} \leq (2 + \pi) \cdot c_u (1 + s_c + d_c - i_c) + q$$

Dove:

$A' = B' L'$ area della fondazione efficace di progetto, intesa, in caso di carico eccentrico, come l'area ridotta al cui centro viene applicata la risultante del carico.

c_u Coesione non drenata;

q Pressione litostatica totale sul piano di posa;

s_c Fattore di forma, $s_c = 0$ per fondazioni nastriformi;

d_c Fattore di profondità;

$$d_c = 0.4 \cdot K \text{ con } K = \frac{D}{B} \text{ se } \frac{D}{B} \leq 1 \text{ altrimenti } K = \arctan \frac{D}{B}$$

i_c Fattore correttivo di inclinazione del carico;

$$i_c = 0.5 - 0.5 \sqrt{1 - \frac{H}{A_f c_a}}$$

A_f Area efficace della fondazione;

c_a Aderenza alla base, pari alla coesione o ad una sua frazione.

HANSEN- Analisi a lungo termine

Per le condizioni drenate il carico limite di progetto è calcolato come segue.

$$\frac{R}{A'} \leq c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot i_c \cdot d_c + q' \cdot N_q \cdot s_q \cdot i_q \cdot d_q + 0.5 \cdot \gamma' \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma \cdot d_\gamma$$

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  <p>Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO OPERE DI SOSTEGNO | | REV 0 | PAG 42 di 31 |

Dove:

$$N_q = e^{\pi \tan \varphi'} \tan^2 \left(45 + \frac{\varphi'}{2} \right)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot \varphi'$$

$$N_\gamma = 1.5 \cdot (N_q - 1) \cdot \tan \varphi'$$

Fattori di forma

$$s_q = 1 + \left(\frac{B'}{L'} \right) \cdot \tan \varphi' \quad \text{per forma rettangolare}$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \cdot \left(\frac{B'}{L'} \right) \quad \text{per forma rettangolare}$$

$$s_c = 1 + \frac{N_q}{N_c} \cdot \frac{B'}{L'} \quad \text{per forma rettangolare, quadrata o circolare.}$$

$$s_c = s_q = s_\gamma = 1 \quad \text{per fondazione nastroforme}$$

Fattori inclinazione risultante dovuta ad un carico orizzontale H parallelo a B'

$$i_q = \left(1 - \frac{0.5 \cdot H}{V + A_f \cdot c_a \cot \varphi'} \right)^3$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{0.7 \cdot H}{V + A_f \cdot c_a \cot \varphi'} \right)^3$$

$$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$$

Fattori di profondità

$$d_c = 1 + 0.4K$$

$$d_q = 1 + 2 \tan \varphi (1 - \sin \varphi) \cdot K$$

$$\text{con } K = \frac{D}{B} \text{ se } \frac{D}{B} \leq 1 \text{ altrimenti } K = \arctan \frac{D}{B}$$

$$d_\gamma = 1$$

Sollecitazioni muro

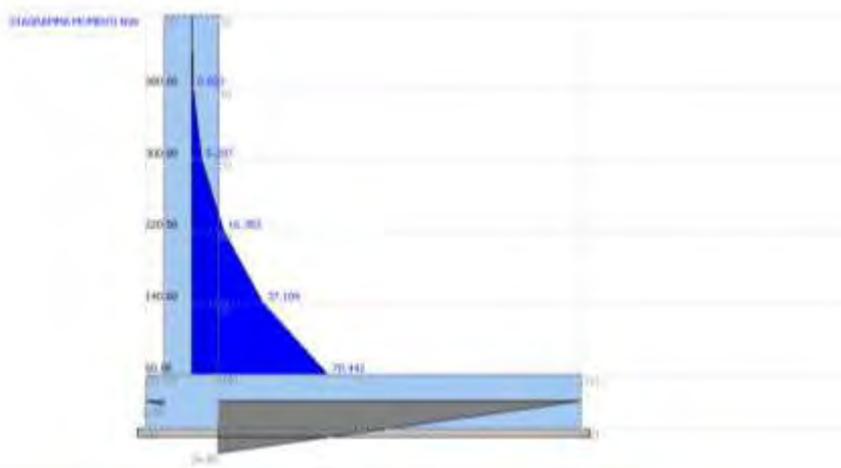
Per il calcolo delle sollecitazioni il muro è stato discretizzato in n-tratti in funzione delle sezioni significative e per ogni tratto sono state calcolate le spinte del terreno (valutate secondo un piano di rottura passante per il paramento lato monte), le risultanti delle forze orizzontali e verticali e le forze inerziali.

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO OPERE DI SOSTEGNO | | REV 0 | PAG 44 di 31 |

6. VERIFICHE

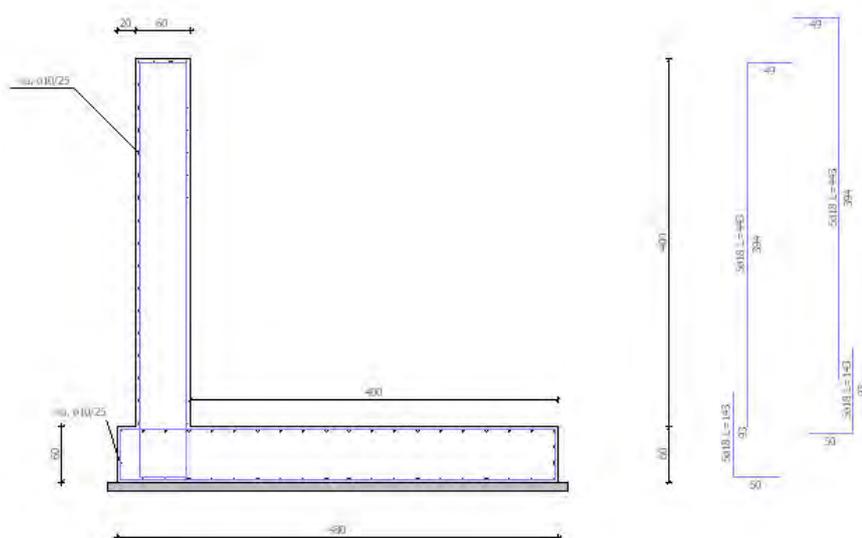
6.1 Verifica a flessione

Si riportano i principali output di calcolo della verifica LEM, riportata per intero in allegato . La verifica è stata effettuata considerando una striscia di 1m.



Momenti max combinazione STR

Il momento max è $M_{soll} = 70.442 \text{ KNm/m}$. Il programma elabora la seguente carpenteria compatibile con i suddetti momenti (sezione h60, B=100cm, $A_s = A_s' = \Phi 18/20$)



La verifica risulta soddisfatta

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------------|
|  <p>Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | <p>PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767</p> | | |
| <p>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE DI SOSTEGNO</p> | | <p>REV 0</p> | <p>PAG 45 di 31</p> |

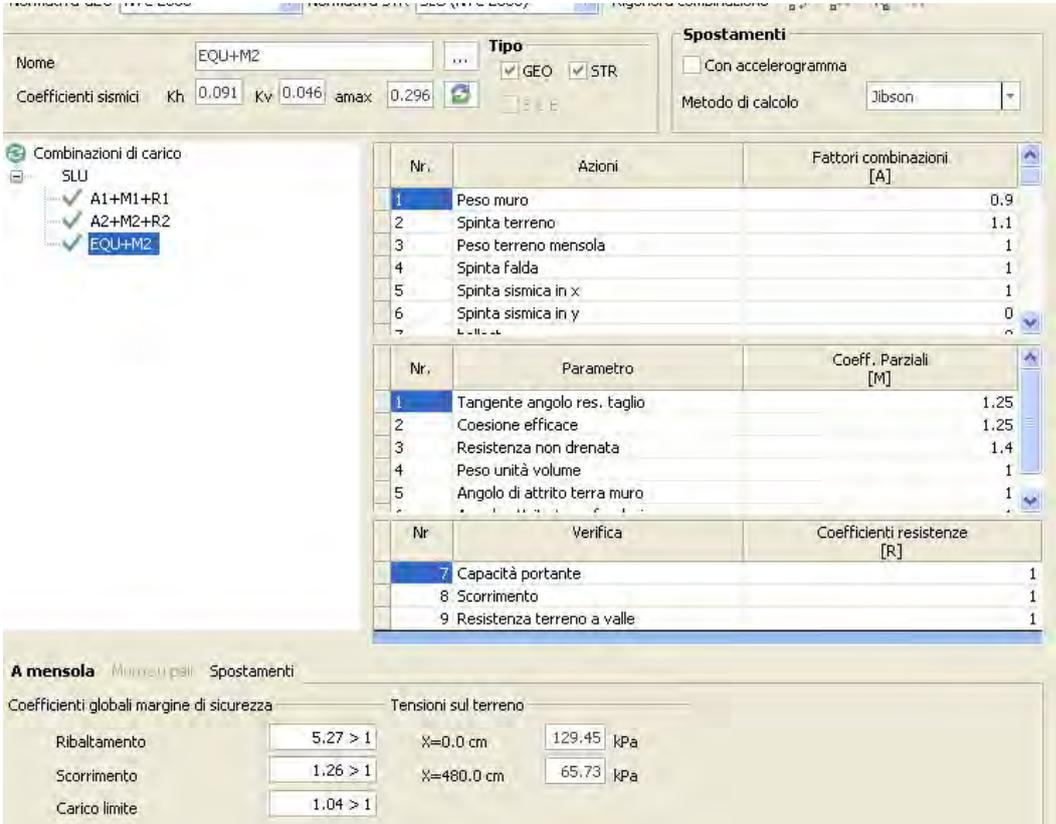
6.2 Verifica alla stabilità globale

Si riportano i coefficienti di sicurezza delle verifiche di stabilità globale:

CS ribaltamento = 5,27

CS scorrimento = 1,26

La verifica risulta quindi soddisfatta



The screenshot shows a software interface for structural analysis. The main window displays the following data:

Nome: EQU+M2
Tipo: GEO, STR
Coefficienti sismici: Kh 0.091, Kv 0.046, amax 0.296
Spostamenti: Con accelerogramma (unchecked), Metodo di calcolo: Jibson

Combinazioni di carico: SLU, A1+M1+R1, A2+M2+R2, EQU+M2 (selected)

| Nr. | Azioni | Fattori combinazioni [A] |
|-----|----------------------|--------------------------|
| 1 | Peso muro | 0.9 |
| 2 | Spinta terreno | 1.1 |
| 3 | Peso terreno mensola | 1 |
| 4 | Spinta falda | 1 |
| 5 | Spinta sismica in x | 1 |
| 6 | Spinta sismica in y | 0 |

| Nr. | Parametro | Coeff. Parziali [M] |
|-----|------------------------------|---------------------|
| 1 | Tangente angolo res. taglio | 1.25 |
| 2 | Coesione efficace | 1.25 |
| 3 | Resistenza non drenata | 1.4 |
| 4 | Peso unità volume | 1 |
| 5 | Angolo di attrito terra muro | 1 |

| Nr. | Verifica | Coefficienti resistenze [R] |
|-----|----------------------------|-----------------------------|
| 7 | Capacità portante | 1 |
| 8 | Scorrimento | 1 |
| 9 | Resistenza terreno a valle | 1 |

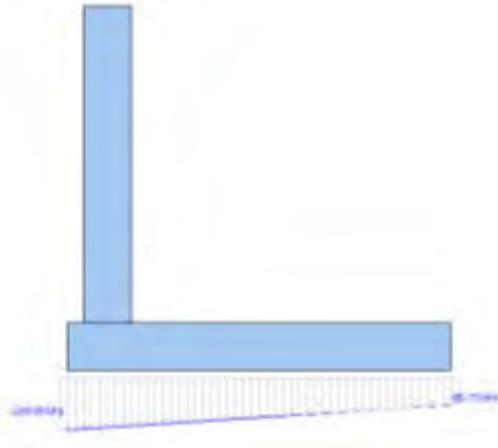
A mensola - Misure pali - Spostamenti

Coefficienti globali margine di sicurezza:
 Ribaltamento: 5.27 > 1
 Scorrimento: 1.26 > 1
 Carico limite: 1.04 > 1

Tensioni sul terreno:
 X=0.0 cm: 129.45 kPa
 X=480.0 cm: 65.73 kPa

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO OPERE DI SOSTEGNO | | REV 0 | PAG 46 di 31 |

6.3 Verifiche al carico limite



Dalle verifiche emerge che per la combinazione A2+M2+R2 la massima $q_{soll}=130\text{KPa}$. Il carico viene confrontato con il q_{lim} calcolato con la teoria di Brinch - Hansen

| | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|-----------|---------------------------------------------------------------------|------------|-------|----------|-------------|------|------------|------------|--|
| Calcolo portanza del terreno Brinch-Hansen Terreno approccio 1 - fondazioni R2= 1.8 M2 (angolo)= 1.25 M2 (gamma)= 1 | | | | | | | | | | | | |
| Φ | tan | tan,calc | Φ, d | N_c | N_γ | N_q | γ | γ, d | C' | Tag Φ | Φ rad | |
| 24 | 0.445229 | 0.356183 | 19.61 | 14.47 | 5.10 | 6.15 | 1900 | 1900 | 0 | 0.36 | 0.3422 | |
| Geometria L 100 m B 4 m D 3 m con $B < L$ | | | | Fattori forma S_c 1.02 S_γ 0.98 S_q 1.01 | | | | | | | | |
| $Q_{lim} = 1/2 \gamma' B N_\gamma s_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma + c' N_c s_c d_c i_c b_c g_c + q' N_q s_q d_q i_q b_q g_q$ | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Q_lim 3.04 kg/cmq 303.51 Kpa | | | | | | | | |

Dato che $Q_{lim} > q_{max}$ la verifica è soddisfatta

| | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
|  <p>Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO OPERE DI SOSTEGNO | | REV 0 | PAG 47 di 31 |

7. Conclusioni

I muri posti a contenimento del rilevato ferroviario risultano verificati nei confronti degli SLU. In fase di progettazione esecutiva si dovranno approfondire le verifiche SLE al fine di valutare se gli spostamenti delle strutture di sostegno sono compatibili con i prefissati livelli di sicurezza e con la funzionalità delle strutture in elevazione preesistenti.

| | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------------|
|  <p>RFI RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE Direzione Territoriale Produzione Ancona S.O. Ingegneria e Tecnologie</p> | <p>PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767</p> | | |
| <p>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE DI SOSTEGNO</p> | | <p>REV 0</p> | <p>PAG 48 di 31</p> |

PARTE III - ALLEGATI

ALLEGATO 1 : OUTPUT DEL CALCOLO MURO H 4.20m

ALLEGATO 2 : OUTPUT DEL CALCOLO PALI Φ 80cm

ALLEGATO 3 : OUTPUT DEL CALCOLO MURO BRETELLA

COMMITTENTE:



DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE DI ANCONA

SOGGETTO TECNICO: RFI – DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE DI ANCONA
 S. O. INGEGNERIA

PROGETTAZIONE: RFI – DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE DI ANCONA
 S. O. INGEGNERIA MICROSTRUTTURA CIVILE

PROGETTO DEFINITIVO

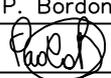
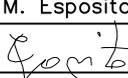
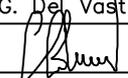
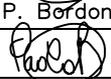
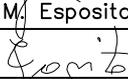
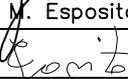
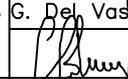
Linea : PESCARA –SULMONA–L'AQUILA–TERNI Comune : SULMONA

RIPRISTINO COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELLA LINEA PESCARA–SULMONA–TERNI
 TRA LE PROGRESSIVE KM.66+300/69+000, CON REALIZZAZIONE DELLA NUOVA
 FERMATA DI SULMONA S.RUFINA ED ADEGUAMENTO DELL'ASSETTO VIARIO DI VIA
 PARADISO CON OPERE SOSTITUTIVE DELL'EX PL KM.66+767

RELAZIONE DI CALCOLO OPERE DI CONTENIMENTO – All A

| | | | |
|--|--------|----|--|
| | Foglio | di | |
|--|--------|----|--|

| PROGETTO/ANNO | SOTTOPR. | LIVELLO | NOME DOC. | PROGR.OP. | FASE FUNZ. | NUMERAZ. |
|---------------|----------|---------|-----------|-----------|------------|----------|
| 17 | | PD | T G | 00 | 00 | 107A |

| Revis. | Descrizione | Progettista | Data | Verificato | Data | Approvato | Data | Autorizzato | Data |
|--------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 0 | Prima emissione | P. Bordoni  | | M. Esposito  | | G. Del Vasto  | | S. Morellina  | |
| A | 1^Revisione giugno 2018 | P. Bordoni  | 18/06/2018 | M. Esposito  | 19/06/2018 | M. Esposito  | 19/06/2018 | G. Del Vasto  | 22/06/2018 |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

| POSIZIONE ARCHIVIO | LINEA | SEDE TECN. | NOME DOC. | NUMERAZ. |
|--------------------|-------|------------|-----------|----------|
| | L506 | TR4995 | | |

| Verificato e trasmesso | Data | Convalidato | Data | Archiviato | Data |
|------------------------|------|-------------|------|------------|------|
| | | | | | |

File: 0.07

RELAZIONE DI CALCOLO

Normative di riferimento:

NTC 2008 - Norme tecniche per le costruzioni - D.M. 14 Gennaio 2008.

CIRCOLARE 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle 'Nuove norme tecniche per le costruzioni' di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008. (GU n. 47 del 26-2-2009 - Suppl. Ordinario n.27).

Calcolo della spinta attiva con Coulomb

Il calcolo della spinta attiva con il metodo di *Coulomb* è basato sullo studio dell'equilibrio limite globale del sistema formato dal muro e dal prisma di terreno omogeneo retrostante l'opera e coinvolto nella rottura nell'ipotesi di parete ruvida.

Per terreno omogeneo ed asciutto il diagramma delle pressioni si presenta lineare con distribuzione:

$$P_t = K_a \cdot \gamma_t \cdot z$$

La spinta S_t è applicata ad $1/3 H$ di valore

$$S_t = \frac{1}{2} \gamma_t \cdot H^2 \cdot K_a$$

Avendo indicato con:

$$K_a = \frac{\sin^2(\beta - \varphi)}{\sin^2\beta \cdot \sin(\beta + \delta) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\delta + \varphi) \cdot \sin(\varphi - \varepsilon)}{\sin(\beta + \delta) \cdot \sin(\beta - \varepsilon)}} \right]^2}$$

Valori limite di K_a :

$\delta < (\beta - \varphi - \varepsilon)$ secondo Muller-Breslau

γ_t Peso unità di volume del terreno;

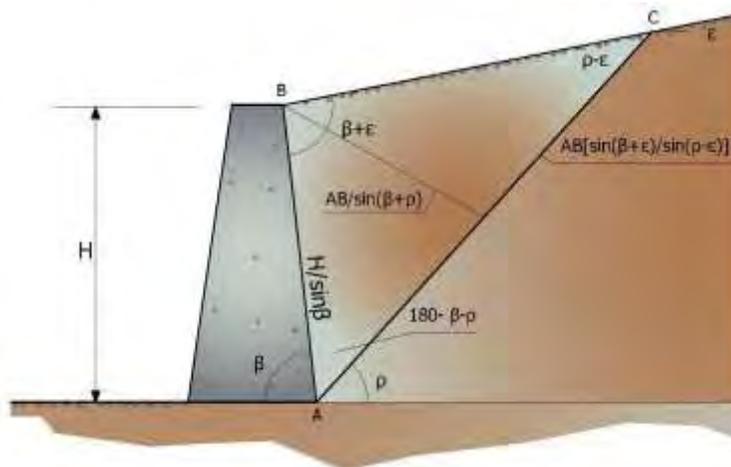
β Inclinazione della parete interna rispetto al piano orizzontale passante per il piede;

φ Angolo di resistenza al taglio del terreno;

δ Angolo di attrito terra-muro;

ε Inclinazione del piano campagna rispetto al piano orizzontale, positiva se antioraria;

H Altezza della parete.



Cuneo di rottura usato per la derivazione dell'equazione di Coulomb relativa alla pressione attiva.

Calcolo della spinta attiva con Rankine

Se $\varepsilon = \delta = 0$ e $\beta = 90^\circ$ (muro con parete verticale liscia e terrapieno con superficie orizzontale) la spinta S_t si semplifica nella forma:

$$S_t = \frac{\gamma \cdot H^2}{2} \frac{(1 - \sin\varphi)}{(1 + \sin\varphi)} = \frac{\gamma \cdot H^2}{2} \tan^2\left(45 - \frac{\varphi}{2}\right)$$

che coincide con l'equazione di Rankine per il calcolo della spinta attiva del terreno con terrapieno orizzontale.

In effetti Rankine adottò essenzialmente le stesse ipotesi fatte da Coulomb, ad eccezione del fatto che trascurò l'attrito terra-muro e la presenza di coesione. Nella sua formulazione generale l'espressione di K_a di Rankine si presenta come segue:

$$K_a = \cos\varepsilon \frac{\cos\varepsilon - \sqrt{\cos^2\varepsilon - \cos^2\varphi}}{\cos\varepsilon + \sqrt{\cos^2\varepsilon - \cos^2\varphi}}$$

Calcolo della spinta attiva con Mononobe & Okabe

Il calcolo della spinta attiva con il metodo di *Mononobe & Okabe* riguarda la valutazione della spinta in condizioni sismiche con il metodo pseudo-statico. Esso è basato sullo studio dell'equilibrio limite globale del sistema formato dal muro e dal prisma di terreno omogeneo retrostante l'opera e coinvolto nella rottura in una configurazione fittizia di calcolo nella quale l'angolo ε , di inclinazione del piano campagna rispetto al piano orizzontale, e l'angolo β , di inclinazione della parete interna rispetto al piano orizzontale passante per il piede, vengono aumentati di una quantità ϑ tale che:

$$\tan \vartheta = \left(\frac{k_h}{1 \pm k_h} \right)$$

con k_h coefficiente sismico orizzontale e k_v verticale.

Calcolo coefficienti sismici

Le **NTC 2008** calcolano i coefficienti k_h e k_v in dipendenza di vari fattori:

$$k_h = \beta_m \cdot \left(\frac{a_{\max}}{g} \right); k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

β_m coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito; per i muri che non siano in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno il coefficiente β_m assume valore unitario. Per i muri liberi di traslare o ruotare intorno al piede, si può assumere che l'incremento di spinta dovuto al sisma agisca nello stesso punto di quella statica. Negli altri casi, in assenza di studi specifici, si assume che tale incremento sia applicato a metà altezza del muro.

a_{\max} Accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g Accelerazione di gravità.

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa sul sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

$$a_{\max} = S \cdot a_g = S_S \cdot S_T \cdot a_g$$

S coefficiente comprendente l'effetto di amplificazione stratigrafica S_S e di amplificazione topografica S_T .

a_g accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

Questi valori sono calcolati come funzione del punto in cui si trova il sito oggetto di analisi. Il parametro di entrata per il calcolo è il tempo di ritorno dell'evento sismico che è valutato come segue:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - PVR)}$$

Con V_R vita di riferimento della costruzione e PVR probabilità di superamento, nella vita di riferimento, associata allo stato limite considerato. La vita di riferimento dipende dalla vita nominale della costruzione e dalla classe d'uso della costruzione (in linea con quanto previsto al punto 2.4.3 delle NTC). In ogni caso V_R dovrà essere maggiore o uguale a 35 anni.

Per l'applicazione dell'**Eurocodice 8** (progettazione geotecnica in campo sismico) il coefficiente sismico orizzontale viene così definito:

$$k_h = \frac{a_{gR} \cdot \gamma_I \cdot S}{g}$$

a_{gR} Accelerazione di picco di riferimento su suolo rigido affiorante;

γ_I Fattore di importanza;

S Soil factor e dipende dal tipo di terreno (da A ad E);

$a_g = a_{gR} \gamma_I$ è la "design ground acceleration on type A ground".

Il coefficiente sismico verticale k_v è definito in funzione di k_h , e vale:

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

Effetto dovuto alla coesione

La coesione induce delle pressioni negative costanti pari a:

$$P_c = -2 \cdot c \cdot \sqrt{K_a}$$

Non essendo possibile stabilire a priori quale sia il decremento indotto nella spinta per effetto della coesione, è stata calcolata un'altezza critica Z_c come segue:

$$Z_c = \frac{2 \cdot c}{\gamma} \cdot \frac{1}{\sqrt{K_A}} - \frac{Q \cdot \frac{\sin \beta}{\sin(\beta + \epsilon)}}{\gamma}$$

Dove:

Q = Carico agente sul terrapieno.

Se $Z_c < 0$ è possibile sovrapporre direttamente gli effetti, con decremento pari a:

$$S_c = P_c \cdot H$$

con punto di applicazione pari a $H/2$.

Carico uniforme sul terrapieno

Un carico Q , uniformemente distribuito sul piano campagna induce delle pressioni costanti pari a:

$$P_q = K_a \cdot Q \cdot \frac{\sin\beta}{\sin(\beta + \varepsilon)}$$

Per integrazione, una spinta pari a S_q :

$$S_q = K_a \cdot Q \cdot H \frac{\sin\beta}{\sin(\beta + \varepsilon)}$$

Con punto di applicazione ad $H/2$, avendo indicato con K_a il coefficiente di spinta attiva secondo *Muller-Breslau*.

Spinta attiva in condizioni sismiche

In presenza di sisma la forza di calcolo esercitata dal terrapieno sul muro è data da:

$$E_d = \frac{1}{2} \gamma \cdot (1 \pm k_v) \cdot KH^2 + E_{ws} + E_{wd}$$

Dove:

| | |
|----------|------------------------------------------------------------|
| H | Altezza muro; |
| k_v | Coefficiente sismico verticale; |
| γ | Peso per unità di volume del terreno; |
| K | Coefficienti di spinta attiva totale (statico + dinamico); |
| E_{ws} | Spinta idrostatica dell'acqua; |
| E_{wd} | Spinta idrodinamica. |

Per terreni impermeabili la spinta idrodinamica $E_{wd} = 0$, ma viene effettuata una correzione sulla valutazione dell'angolo ϑ della formula di Mononobe & Okabe così come di seguito:

$$\operatorname{tg} \vartheta = \frac{\gamma_{\text{sat}}}{\gamma_{\text{sat}} - \gamma_w} \frac{k_h}{1 \mp k_v}$$

Nei terreni ad elevata permeabilità in condizioni dinamiche continua a valere la correzione di cui sopra, ma la spinta idrodinamica assume la seguente espressione:

$$E_{wd} = \frac{7}{12} k_h \gamma_w H^2$$

Con H altezza del livello di falda misurato a partire dalla base del muro.

Spinta idrostatica

La falda con superficie distante H_w dalla base del muro induce delle pressioni idrostatiche normali alla parete che, alla profondità z , sono espresse come segue:

$$P_w(z) = \gamma_w \cdot z$$

Con risultante pari a:

$$S_w = \frac{1}{2} \gamma_w \cdot H^2$$

La spinta del terreno immerso si ottiene sostituendo γ_t con γ'_t ($\gamma'_t = \gamma_{\text{saturo}} - \gamma_w$), peso efficace del materiale immerso in acqua.

Resistenza passiva

Per terreno omogeneo il diagramma delle pressioni risulta lineare del tipo:

$$P_t = K_p \cdot \gamma_t \cdot z$$

per integrazione si ottiene la spinta passiva:

$$S_p = \frac{1}{2} \cdot \gamma_t \cdot H^2 \cdot K_p$$

Avendo indicato con:

$$K_p = \frac{\sin^2(\varphi + \beta)}{\sin^2\beta \cdot \sin(\beta - \delta) \cdot \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\delta + \varphi) \cdot \sin(\varphi + \varepsilon)}{\sin(\beta - \delta) \cdot \sin(\beta - \varepsilon)}} \right]^2}$$

(Muller-Breslau) con valori limiti di δ pari a:

$$\delta < \beta - \varphi - \varepsilon$$

L'espressione di K_p secondo la formulazione di Rankine assume la seguente forma:

$$K_p = \frac{\cos\varepsilon + \sqrt{\cos^2\varepsilon - \cos^2\varphi}}{\cos\varepsilon - \sqrt{\cos^2\varepsilon - \cos^2\varphi}}$$

Carico limite di fondazioni superficiali su terreni

VESIC - Analisi a breve termine

Affinché la fondazione di un muro possa resistere il carico di progetto con sicurezza nei riguardi della rottura generale deve essere soddisfatta la seguente disuguaglianza:

$$V_d \leq R_d$$

Dove V_d è il carico di progetto, normale alla base della fondazione, comprendente anche il peso del muro; mentre R_d è il carico limite di progetto della fondazione nei confronti di carichi normali, tenendo conto anche dell'effetto di carichi inclinati o eccentrici.

Nella valutazione analitica del carico limite di progetto R_d si devono considerare le situazioni a breve e a lungo termine nei terreni a grana fine. Il carico limite di progetto in condizioni non drenate si calcola come:

$$\frac{R}{A'} \leq (2 + \pi) \cdot c_u \cdot s_c \cdot i_c \cdot d_c + q$$

Dove:

$A' = B'L'$ area della fondazione efficace di progetto, intesa, in caso di carico eccentrico, come l'area ridotta al cui centro viene applicata la risultante del carico.

c_u Coesione non drenata;

q Pressione litostatica totale sul piano di posa;

s_c Fattore di forma;

$s_c = 0.2 \cdot \left(\frac{B'}{L'}\right)$ per fondazioni rettangolari, il valore di s_c viene assunto pari ad 1 per fondazioni nastroformi

d_c Fattore di profondità;

$$d_c = 0.4 \cdot K \text{ con } K = \frac{D}{B} \text{ se } \frac{D}{B} \leq 1 \text{ altrimenti } K = \arctan \frac{D}{B}$$

i_c Fattore correttivo per l'inclinazione del carico dovuta ad un carico H;

$$i_c = 1 - \frac{2H}{A_f \cdot c_a \cdot N_c}$$

A_f Area efficace della fondazione;

c_a Aderenza alla base, pari alla coesione o ad una sua frazione.

VESIC - Analisi a lungo termine

Per le condizioni drenate il carico limite di progetto è calcolato come segue.

$$\frac{R}{A'} \leq c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot i_c \cdot d_c + q' \cdot N_q \cdot s_q \cdot i_q \cdot d_q + 0.5 \cdot \gamma' \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma \cdot d_\gamma$$

Dove:

$$N_q = e^{\pi \tan \varphi'} \tan^2 \left(45 + \frac{\varphi'}{2} \right)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot \varphi'$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \varphi'$$

Fattori di forma

$$s_q = 1 + \left(\frac{B'}{L'}\right) \cdot \tan \varphi' \quad \text{per forma rettangolare}$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \cdot \left(\frac{B'}{L'}\right) \quad \text{per forma rettangolare}$$

$$s_c = 1 + \frac{N_q}{N_c} \cdot \frac{B'}{L'} \quad \text{per forma rettangolare, quadrata o circolare}$$

Fattori inclinazione risultante dovuta ad un carico orizzontale H parallelo a B'

$$i_q = \left(1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cot \varphi'} \right)^m$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cot \varphi'} \right)^{m+1}$$

$$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_c \cdot \tan \varphi'}$$

$$m = \frac{2 + \frac{B'}{L'}}{1 + \frac{B'}{L'}}$$

Fattori di profondità

$$d_c = 1 + 0.4K$$

$$d_q = 1 + 2 \tan \varphi \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot K$$

$$\text{con } K = \frac{D}{B} \text{ se } \frac{D}{B} \leq 1 \text{ altrimenti } K = \arctan \frac{D}{B}$$

$$d_\gamma = 1$$

HANSEN - Analisi a breve termine

$$\frac{R}{A'} \leq (2 + \pi) \cdot c_u (1 + s_c + d_c - i_c) + q$$

Dove:

A' = $B' L'$ area della fondazione efficace di progetto, intesa, in caso di carico eccentrico, come l'area ridotta al cui centro viene applicata la risultante del carico.

c_u Coesione non drenata;

q Pressione litostatica totale sul piano di posa;

s_c Fattore di forma, $s_c = 0$ per fondazioni nastriformi;

d_c Fattore di profondità;

$$d_c = 0.4 \cdot K \text{ con } K = \frac{D}{B} \text{ se } \frac{D}{B} \leq 1 \text{ altrimenti } K = \arctan \frac{D}{B}$$

i_c Fattore correttivo di inclinazione del carico;

$$i_c = 0.5 - 0.5 \sqrt{1 - \frac{H}{A_f c_a}}$$

A_f Area efficace della fondazione;

c_a Aderenza alla base, pari alla coesione o ad una sua frazione.

HANSEN- Analisi a lungo termine

Per le condizioni drenate il carico limite di progetto è calcolato come segue.

$$\frac{R}{A'} \leq c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot i_c \cdot d_c + q' \cdot N_q \cdot s_q \cdot i_q \cdot d_q + 0.5 \cdot \gamma' \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma \cdot d_\gamma$$

Dove:

$$N_q = e^{\pi \tan \varphi'} \tan^2 \left(45 + \frac{\varphi'}{2} \right)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot \varphi'$$

$$N_\gamma = 1.5 \cdot (N_q - 1) \cdot \tan \varphi'$$

Fattori di forma

$$s_q = 1 + \left(\frac{B'}{L'} \right) \cdot \tan \varphi' \quad \text{per forma rettangolare}$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \cdot \left(\frac{B'}{L'} \right) \quad \text{per forma rettangolare}$$

$$s_c = 1 + \frac{N_q}{N_c} \cdot \frac{B'}{L'} \quad \text{per forma rettangolare, quadrata o circolare.}$$

$$s_c = s_q = s_\gamma = 1 \quad \text{per fondazione nastroforme}$$

Fattori inclinazione risultante dovuta ad un carico orizzontale H parallelo a B'

$$i_q = \left(1 - \frac{0.5 \cdot H}{V + A_f \cdot c_a \cot \varphi'} \right)^3$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{0.7 \cdot H}{V + A_f \cdot c_a \cot \varphi'} \right)^3$$

$$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$$

Fattori di profondità

$$d_c = 1 + 0.4K$$

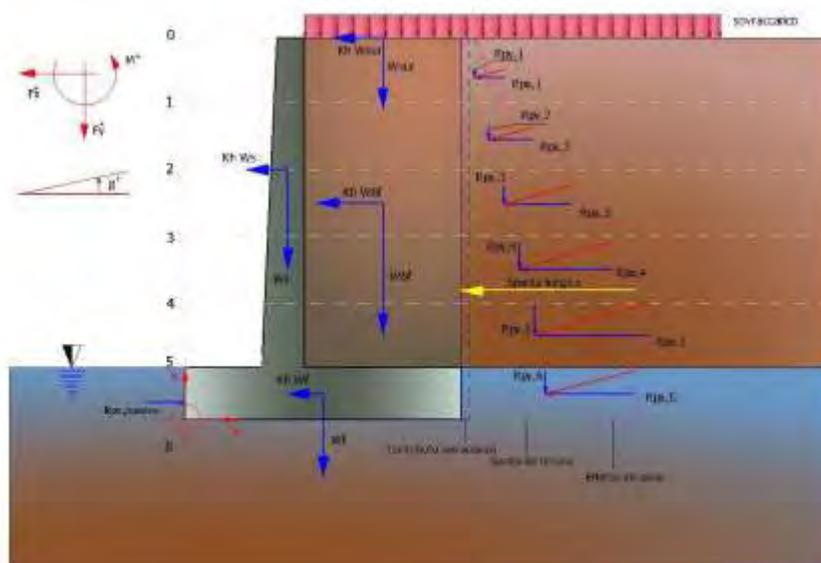
$$d_q = 1 + 2 \tan \varphi (1 - \sin \varphi) \cdot K$$

con $K = \frac{D}{B}$ se $\frac{D}{B} \leq 1$ altrimenti $K = \arctan \frac{D}{B}$

$$d_\gamma = 1$$

Sollecitazioni muro

Per il calcolo delle sollecitazioni il muro è stato discretizzato in n-tratti in funzione delle sezioni significative e per ogni tratto sono state calcolate le spinte del terreno (valutate secondo un piano di rottura passante per il paramento lato monte), le risultanti delle forze orizzontali e verticali e le forze inerziali.



Schema delle forze agenti su un muro e convenzioni sui segni

Calcolo delle spinte per le verifiche globali

Le spinte sono state valutate ipotizzando un piano di rottura passante per l'estradosso della mensola di fondazione lato monte, tale piano è stato discretizzato in *n-tratti*.

Convenzione segni

| | |
|--------------------------|-----------------------------------------------|
| Forze verticali | positive se dirette dall'alto verso il basso; |
| Forze orizzontali | positive se dirette da monte verso valle; |
| Coppie | positive se antiorarie; |
| Angoli | positivi se antiorari. |

H420

Dati generali

| | |
|-----------------------|------------------------------|
| Codice progetto | bretella sulmona |
| Descrizione | sostegno delta 415cm |
| Comune di | Sulmona - via S.Rufino |
| Tecnico | ing Bordoni |
| Data | 12/09/2017 |
| Condizioni ambientali | Ordinarie |
| Zona | sulmona |
| Normativa GEO | NTC 2008 |
| Normativa STR | NTC 2008 |
| Spinta | Mononobe e Okabe [M.O. 1929] |

Dati generali muro

| | |
|-----------------------------------|----------|
| Altezza muro | 420.0 cm |
| Spessore testa muro | 30.0 cm |
| Risega muro lato valle | 0.0 cm |
| Risega muro lato monte | 10.0 cm |
| Sporgenza mensola a valle | 400.0 cm |
| Sporgenza mensola a monte | 20.0 cm |
| Svaso mensola a valle | 0.0 cm |
| Altezza estremità mensola a valle | 40.0 cm |
| Altezza estremità mensola a monte | 40.0 cm |

Stratigrafia

| Ns | Spessore strato (cm) | Inclinazione dello strato. (°) | Peso unità di volume (KN/m³) | Angolo di resistenza a taglio (°) | Coesione (kPa) | Angolo di attrito terra muro (°) | Presenza di falda (Si/No) | Litologia | Descrizione |
|----|----------------------|--------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|----------------|----------------------------------|---------------------------|-----------|------------------------|
| 1 | 160 | 0 | 20.00 | 32 | 0.00 | 21 | No | | terreno A |
| 2 | 600 | 0 | 19.00 | 24 | 0.00 | 16 | No | | Limo o limo con sabbia |

Carichi distribuiti

| Descrizione | Ascissa iniziale (cm) | Ascissa finale (cm) | Valore iniziale (kPa) | Valore finale (kPa) | Profondità (cm) |
|-----------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|-----------------|
| Carichi distribuiti_1 | 200.0 | 400.0 | 1.0 | 1.0 | 0.0 |

FATTORI DI COMBINAZIONE

A1+M1+R1

| Nr. | Azioni | Fattore combinazione |
|-----|----------------------|----------------------|
| 1 | Peso muro | 1.30 |
| 2 | Spinta terreno | 1.00 |
| 3 | Peso terreno mensola | 1.30 |
| 4 | Spinta falda | 1.00 |
| 5 | Spinta sismica in x | 1.00 |

ALLEGATO 1 -sostegno delta 415cm

| | | |
|---|-----------------------|------|
| 6 | Spinta sismica in y | 1.00 |
| 7 | Carichi distribuiti_1 | 0.00 |

| Nr. | Parametro | Coefficienti parziali |
|-----|-----------------------------|-----------------------|
| 1 | Tangente angolo res. taglio | 1 |
| 2 | Coesione efficace | 1 |
| 3 | Resistenza non drenata | 1 |
| 4 | Peso unità volume | 1 |

| Nr. | Verifica | Coefficienti resistenze |
|-----|-------------------------------|-------------------------|
| 1 | Carico limite | 1 |
| 2 | Scorrimento | 1 |
| 3 | Partecipazione spinta passiva | 1 |

A2+M2+R2

| Nr. | Azioni | Fattore combinazione |
|-----|-----------------------|----------------------|
| 1 | Peso muro | 1.00 |
| 2 | Spinta terreno | 1.00 |
| 3 | Peso terreno mensola | 1.00 |
| 4 | Spinta falda | 1.00 |
| 5 | Spinta sismica in x | 1.00 |
| 6 | Spinta sismica in y | 1.00 |
| 7 | Carichi distribuiti_1 | 0.00 |

| Nr. | Parametro | Coefficienti parziali |
|-----|-----------------------------|-----------------------|
| 1 | Tangente angolo res. taglio | 1.25 |
| 2 | Coesione efficace | 1.25 |
| 3 | Resistenza non drenata | 1.4 |
| 4 | Peso unità volume | 1 |

| Nr. | Verifica | Coefficienti resistenze |
|-----|-------------------------------|-------------------------|
| 1 | Carico limite | 1 |
| 2 | Scorrimento | 1 |
| 3 | Partecipazione spinta passiva | 1 |

EQU+M2

| Nr. | Azioni | Fattore combinazione |
|-----|-----------------------|----------------------|
| 1 | Peso muro | 0.90 |
| 2 | Spinta terreno | 1.10 |
| 3 | Peso terreno mensola | 1.00 |
| 4 | Spinta falda | 1.00 |
| 5 | Spinta sismica in x | 1.00 |
| 6 | Spinta sismica in y | 0.00 |
| 7 | Carichi distribuiti_1 | 0.00 |

| Nr. | Parametro | Coefficienti parziali |
|-----|-----------------------------|-----------------------|
| 1 | Tangente angolo res. taglio | 1.25 |
| 2 | Coesione efficace | 1.25 |
| 3 | Resistenza non drenata | 1.4 |
| 4 | Peso unità volume | 1 |

| Nr. | Verifica | Coefficienti resistenze |
|-----|-------------------------------|-------------------------|
| 1 | Carico limite | 1 |
| 2 | Scorrimento | 1 |
| 3 | Partecipazione spinta passiva | 1 |

A1+M1+R1 [STR]

Coefficiente sismico orizzontale Kh 0.343
 Coefficiente sismico verticale Kv 0.171

CALCOLO SPINTE

Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);
 Qf Quota finale strato
 Gamma Peso unità di volume (KN/m³);
 Eps Inclinazione dello strato. (°);
 Fi Angolo di resistenza a taglio (°);
 Delta Angolo attrito terra muro;
 c Coesione (kPa);
 β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
 Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

| Qi | Qf | Gamma | Eps | Fi | Delta | c | β | Note |
|-------|-------|-------|------|------|-------|-----|-----|------|
| 460.0 | 376.0 | 20.0 | 34.0 | 32.0 | 21.0 | 0.0 | 1.0 | |
| 376.0 | 300.0 | 20.0 | 34.0 | 32.0 | 21.0 | 0.0 | 1.0 | |
| 300.0 | 292.0 | 19.0 | 0.0 | 24.0 | 16.0 | 0.0 | 1.0 | |
| 292.0 | 208.0 | 19.0 | 0.0 | 24.0 | 16.0 | 0.0 | 1.0 | |
| 208.0 | 124.0 | 19.0 | 0.0 | 24.0 | 16.0 | 0.0 | 1.0 | |
| 124.0 | 40.0 | 19.0 | 0.0 | 24.0 | 16.0 | 0.0 | 1.0 | |

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ Angolo di direzione della spinta.
 Ka Coefficiente di spinta attiva.
 Kd Coefficiente di spinta dinamica.
 Dk Coefficiente di incremento dinamico.
 Kax, Kay Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
 Dkx, Dky Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

| μ | Ka | Kd | Dk | Kax | Kay | Dkx | Dky |
|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 22.0 | 0.78 | 1.6 | 0.93 | 0.72 | 0.29 | 0.86 | 0.35 |
| 22.0 | 0.78 | 1.6 | 0.93 | 0.72 | 0.29 | 0.86 | 0.35 |
| 17.0 | 0.38 | 1.17 | 0.86 | 0.37 | 0.11 | 0.82 | 0.25 |
| 17.0 | 0.38 | 1.17 | 0.86 | 0.37 | 0.11 | 0.82 | 0.25 |
| 17.0 | 0.38 | 1.17 | 0.86 | 0.37 | 0.11 | 0.82 | 0.25 |
| 17.0 | 0.38 | 1.17 | 0.86 | 0.37 | 0.11 | 0.82 | 0.25 |

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota inizio strato.
 Qf Quota inizio strato.
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

| | Qi | Qf | Rpx | Rpy | z(Rpx) | z(Rpy) |
|---|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| 1 | 460.0 | 376.0 | 11.14 | 4.5 | 404.0 | 404.0 |
| 2 | 376.0 | 300.0 | 29.29 | 11.83 | 334.05 | 334.05 |

ALLEGATO 1 -sostegno delta 415cm

| | | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| 3 | 300.0 | 292.0 | 4.12 | 1.66 | 295.98 | 295.98 |
| 4 | 292.0 | 208.0 | 51.95 | 20.06 | 247.85 | 248.3 |
| 5 | 208.0 | 124.0 | 67.9 | 24.93 | 164.36 | 164.63 |
| 6 | 124.0 | 40.0 | 83.86 | 29.81 | 80.67 | 80.85 |

CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzi a)

Py Peso del muro (kN);
 Px Forza inerziale (kN);
 Xp, Yp Coordinate baricentro dei pesi (cm);

| Quota | Px | Py | Xp | Yp |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| 376.0 | 2.84 | 8.29 | 415.5 | 417.5 |
| 300.0 | 5.58 | 16.26 | 416.0 | 378.4 |
| 292.0 | 5.88 | 17.15 | 416.0 | 374.2 |
| 208.0 | 9.1 | 26.52 | 416.5 | 330.2 |
| 124.0 | 12.49 | 36.4 | 417.1 | 285.4 |
| 40.0 | 16.07 | 46.86 | 417.6 | 240.0 |

Sollecitazioni sul muro

Quota Origine ordinata minima del muro (cm).
 Fx Forza in direzione x (kN);
 Fy Forza in direzione y (kN);
 M Momento (kNm);
 H Altezza sezione di calcolo (cm);

| Quota | Fx | Fy | M | H |
|-------|--------|--------|--------|------|
| 376.0 | 13.99 | 12.79 | 3.65 | 32.0 |
| 300.0 | 46.01 | 32.59 | 23.49 | 33.8 |
| 292.0 | 50.43 | 35.14 | 27.09 | 34.0 |
| 208.0 | 105.59 | 64.57 | 88.31 | 36.0 |
| 124.0 | 176.88 | 99.38 | 201.61 | 38.0 |
| 40.0 | 264.33 | 139.65 | 380.57 | 40.0 |

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U .)

La verifica viene condotta con programma Guelfi.

Indice

| | |
|-----------------------------------|----|
| 1.Dati generali | 9 |
| 2.Stratigrafia | 10 |
| 3.Fattori combinazione | 10 |
| 4.A1+M1+R1 [STR] | 11 |
| 4.1.1-(Peso, Baricentro, Inerzia) | 12 |
| 4.2.1-Armatura elevazione | 13 |
| 4.3.1-Sollecitazioni totali | 15 |
| 4.4.1-Armatura in fondazione | 16 |
| 5.A2+M2+R2 [GEO+STR] | 17 |
| 5.1.2-(Peso, Baricentro, Inerzia) | 18 |
| 5.2.2-Armatura elevazione | 18 |
| 5.3.2-Sollecitazioni totali | 21 |
| 5.4.2-Armatura in fondazione | 21 |
| 6.EQU+M2 [GEO+STR] | 22 |
| 6.1.3-(Peso, Baricentro, Inerzia) | 23 |
| 6.2.3-Armatura elevazione | 24 |
| 6.3.3-Sollecitazioni totali | 26 |
| 6.4.3-Armatura in fondazione | 27 |
| Indice | 29 |

COMMITTENTE:



DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE DI ANCONA

SOGGETTO TECNICO: RFI – DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE DI ANCONA
 S. O. INGEGNERIA

PROGETTAZIONE: RFI – DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE DI ANCONA
 S. O. INGEGNERIA MICROSTRUTTURA CIVILE

PROGETTO DEFINITIVO

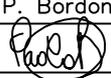
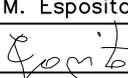
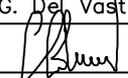
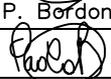
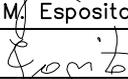
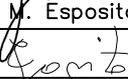
Linea : PESCARA –SULMONA–L'AQUILA–TERNI Comune : SULMONA

RIPRISTINO COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELLA LINEA PESCARA–SULMONA–TERNI
 TRA LE PROGRESSIVE KM.66+300/69+000, CON REALIZZAZIONE DELLA NUOVA
 FERMATA DI SULMONA S.RUFINA ED ADEGUAMENTO DELL'ASSETTO VIARIO DI VIA
 PARADISO CON OPERE SOSTITUTIVE DELL'EX PL KM.66+767

RELAZIONE DI CALCOLO OPERE DI CONTENIMENTO – AII B

| | | |
|--|--------|----|
| | Foglio | di |
|--|--------|----|

| PROGETTO/ANNO | SOTTOPR. | LIVELLO | NOME DOC. | PROGR.OP. | FASE FUNZ. | NUMERAZ. |
|---------------|----------|---------|-----------|-----------|------------|----------|
| 17 | | PD | T G | 00 | 00 | 107B |

| Revis. | Descrizione | Progettista | Data | Verificato | Data | Approvato | Data | Autorizzato | Data |
|--------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 0 | Prima emissione | P. Bordoni  | | M. Esposito  | | G. Del Vasto  | | S. Morellina  | |
| A | 1^Revisione giugno 2018 | P. Bordoni  | 18/06/2018 | M. Esposito  | 19/06/2018 | M. Esposito  | 19/06/2018 | G. Del Vasto  | 22/06/2018 |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

| POSIZIONE ARCHIVIO | LINEA | SEDE TECN. | NOME DOC. | NUMERAZ. |
|--------------------|------------------------|------------|-------------|----------|
| | L506 | TR4995 | | |
| | Verificato e trasmesso | Data | Convalidato | Data |
| | | | | |
| | | | Archiviato | Data |
| | | | | |

File: 0.07

RELAZIONE DI CALCOLO

Introduzione.

Le paratie sono opere di ingegneria civile che trovano molta applicazione in problemi legati alla stabilizzazione di versanti o al sostegno di rilevati di terreno. Tuttavia è anche facile sentire parlare di paratie che sono utilizzate per l'ormeggio di grandi imbarcazioni, o per puntellare pareti di trincee e altri scavi o per realizzare cassoni a tenuta stagna per lavori subacquei. Come si può quindi intuire grande importanza deve essere data alla progettazione di una simile opera, soprattutto per quanto riguarda il progetto strutturale e geotecnico. Per quanto riguarda l'aspetto del calcolo vale la pena sottolineare che non esistono, ad oggi, metodi esatti, e questo è anche dovuto alla complessa interazione tra la profondità di scavo, la rigidità del materiale costituente la paratia e la resistenza dovuta alla pressione passiva. In ogni caso, i metodi correntemente utilizzati possono essere classificati in due categorie:

1. Metodi che si basano su una discretizzazione del modello di paratia (si parla di differenze finite o di elementi finiti);
2. Metodi che si basano su congetture di tipo semplicistico, al fine di poter affrontare il problema con il semplice studio dell'equilibrio di un corpo rigido.

Tra le due classi di metodi esposti all'elenco precedente, quello degli elementi finiti è quello che più di tutti risulta razionale, in quanto basato su considerazioni che coinvolgono sia la statica del problema (equilibrio) sia la cinematica (congruenza).

Tipi di paratie.

I tipi di paratie maggiormente utilizzate allo stato attuale possono essere classificati come segue:

1. Paratie in calcestruzzo armato, costruite per mezzo di pali o per mezzo di setti (entrambi armati);
2. Paratie di legno;
3. Paratie in acciaio.

Analisi della paratia.

Alcune considerazioni preliminari.

Gli elementi che concorrono al calcolo di una paratia sono vari. Si coinvolgono infatti concetti legati alla flessibilità dei pali, al calcolo della spinta del terrapieno, alla rigidità del terreno ecc. Si osservi la seguente figura:

Come accennato in uno dei paragrafi precedenti, deve in ogni caso essere effettuato il calcolo della spinta attiva e passiva. Si espone quindi in questa sezione il calcolo delle spinte con il metodo di Coulomb.

Calcolo della spinta attiva.

La spinta attiva può essere calcolata con il metodo di Coulomb o alternativamente utilizzando la Teoria di Caquot.

Metodo di Coulomb.

Il metodo di Coulomb è capace di tenere in conto le variabili più significative, soprattutto con riguardo al fenomeno attritivo che si genera all'interfaccia paratia-terreno. Per terreno omogeneo ed asciutto il diagramma delle pressioni si presenta lineare con distribuzione (valutata alla profondità z):

$$\sigma_h(z) = k_a \cdot \gamma_t \cdot z$$

La spinta totale, che è l'integrale della relazione precedente su tutta l'altezza, è applicata ad 1/3 di H e si calcola con la seguente espressione:

$$S_t(z) = \frac{1}{2} k_a \cdot \gamma_t \cdot H^2$$

Avendo indicato con k_a il valore del coefficiente di pressione attiva, determinabile con la seguente relazione:

$$k_a = \frac{\sin^2(\phi + \beta)}{\sin^2 \beta \times \sin(\beta - \delta) \times \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \times \sin(\phi - \varepsilon)}{\sin(\beta - \delta) \times \sin(\beta + \varepsilon)}} \right]^2}$$

con $\delta < (\beta - \phi - \varepsilon)$ secondo Muller - Breslau

γ_t = Peso unità di volume del terreno;

β = Inclinazione della parete interna rispetto al piano orizzontale passante per il piede;

ϕ = Angolo di resistenza al taglio del terreno;

δ = Angolo di attrito terreno-paratia positivo se antiorario;

ε = Inclinazione del piano campagna rispetto al piano orizzontale positiva se antioraria;

Metodo di Caquot.

Il metodo di Coulomb risulta essere un metodo sufficientemente accurato per la valutazione dei coefficienti di pressione allo stato limite. Tuttavia soffre dell'ipotesi riguardante la planarità della superficie di scorrimento. Tale ipotesi è rimossa applicando la teoria di Caquot la quale si basa sull'utilizzo di una superficie di scorrimento a forma di spirale logaritmica. Secondo questa teoria il coefficiente di pressione attiva si determina utilizzando la seguente formula:

$$K_a = \rho \cdot K_a^{Coulomb}$$

Dove i simboli hanno il seguente significato:

- $K_a^{Coulomb}$ è il coefficiente di pressione attiva calcolato con la teoria di Coulomb;
- ρ è un coefficiente moltiplicativo calcolato con la seguente formula:

$$\rho = \left([1 - 0.9 \cdot \lambda^2 - 0.1 \cdot \lambda] \cdot [1 - 0.3 \cdot \lambda^3] \right)^{-n}$$

Dove i simboli sono calcolati con le seguenti formule:

$$\lambda = \frac{\Delta + \beta - \Gamma}{4 \cdot \varphi - 2 \cdot \pi \cdot (\Delta + \beta - \Gamma)}$$

$$\Delta = 2 \cdot \tan^{-1} \left(\frac{|\cot(\delta)| - \sqrt{\cot^2(\delta) - \cot^2(\varphi)}}{1 + \cos ec(\varphi)} \right)$$

$$\Gamma = \sin^{-1} \left(\frac{\sin(\beta)}{\sin(\varphi)} \right)$$

Dove i simboli hanno il seguente significato (vedere anche figura seguente):

- β è l'inclinazione del profilo di monte misurata rispetto all'orizzontale;
- φ è l'angolo di attrito interno del terreno spingente;
- δ è l'angolo di attrito all'interfaccia opera-terreno;

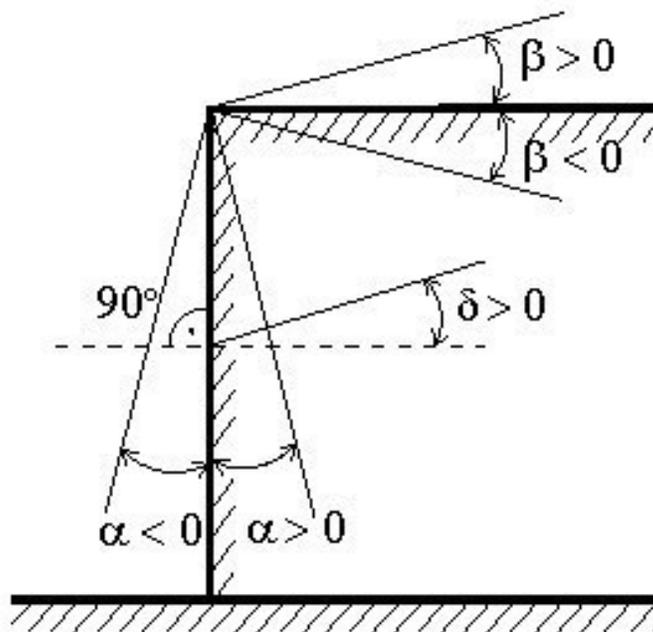


Figura: Convenzione utilizzata per il calcolo del coefficiente di pressione secondo la teoria di Caquot
Carico uniforme sul terrapieno

Un carico Q , uniformemente distribuito sul piano campagna induce delle pressioni costanti pari:

$$\sigma_q(z) = k_a \cdot Q \cdot \frac{\sin(\beta)}{\sin(\beta + \varepsilon)}$$

Integrando la tensione riportata alla formula precedente si ottiene la spinta totale dovuta al sovraccarico:

$$S_q = k_a \cdot Q \cdot \frac{\sin(\beta)}{\sin(\beta + \varepsilon)} \cdot H$$

Con punto di applicazione ad $H/2$ (essendo la distribuzione delle tensioni costante). Nelle precedenti formule i simboli hanno il seguente significato:

β = Inclinazione della parete interna rispetto al piano orizzontale passante per il piede

ε = Inclinazione del piano campagna rispetto al piano orizzontale positiva se antioraria

K_a = Coefficiente di pressione attiva calcolato al paragrafo precedente

Striscia di carico su pc inclinato

Il carico agente viene decomposto in un carico ortogonale ed in uno tangenziale al terrapieno, le pressioni indotte sulla parete saranno calcolate come illustrato nei due paragrafi che seguono.

Striscia di carico ortogonale al piano di azione

Un carico ripartito in modo parziale di ascissa iniziale x_1 ed ascissa finale x_2 genera un diagramma di pressioni sulla parete i cui valori sono stati determinati secondo la formulazione di Terzaghi, che esprime la pressione alla generica profondità z come segue:

$$\sigma_q(z) = \frac{Q}{2\pi \times (2\Delta\theta + A)}$$

$$\tau_{xz} = -\frac{Q}{2\pi B}$$

Con:

$$\Delta\theta = \theta_1 - \theta_2;$$

$$A = \sin(2\theta_1) - \sin(2\theta_2)$$

$$B = \cos(2\theta_1) - \cos(2\theta_2)$$

$$\theta_1 = \arctg(z/x_1)$$

$$\theta_2 = \arctg(z/x_2)$$

Per integrazione si otterrà la risultante ed il relativo braccio.

Striscia di carico tangenziale al p.c.

$$\sigma_x = \frac{t}{2\pi \times (D - 2E)}$$

T = Intensità del carico [F/L²]

D = 4 × log[senθ₁/senθ₂]

E = sen²θ₁ - sen²θ₂

Linee di carico sul terrapieno

Le linee di carico generano un incremento di pressioni sulla parete che secondo BOUSSINESQ, alla profondità z, possono essere espresse come segue:

$$\sigma_x(x, z) = \frac{2V}{\pi \cdot x^2 \cdot z \cdot (x^2 + z^2)^2}$$

$$\tau_{xz}(x, z) = \frac{2V}{\pi \cdot x \cdot z^2 \cdot (x^2 + z^2)^2}$$

Dove i simboli hanno il seguente significato:

V = Intensità del carico espessa in [F/L];

X = Distanza, in proiezione orizzontale, del punto di applicazione del carico dalla parete;

Se il piano di azione è inclinato di ε □ viene ruotato il sistema di riferimento xz in XZ, attraverso la seguente trasformazione:

$$\begin{cases} X = x \cdot \cos(\varepsilon) - z \cdot \sin(\varepsilon) \\ Z = z \cdot \cos(\varepsilon) + x \cdot \sin(\varepsilon) \end{cases}$$

Spinta in presenza di falda acquifera

La falda con superficie distante H_w dalla base della struttura, induce delle pressioni idrostatiche normali alla parete che, alla profondità z sono espresse come segue:

$$u(z) = \gamma_w \cdot z$$

La spinta idrostatica totale si ottiene per integrazione su tutta l'altezza della relazione precedente:

$$S_w = \frac{1}{2} \gamma_w \cdot H^2$$

Avendo indicato con H l'altezza totale di spinta e con γ_w il peso dell'unità di volume dell'acqua. La spinta del terreno immerso si ottiene sostituendo γ_t con γ'_t (γ'_t = γ_{saturo} - γ_w), peso specifico del materiale immerso in acqua. In condizioni sismiche la sovrappinta esercitata dall'acqua viene valutata nel seguente modo:

$$\Delta S_w = \frac{7}{12} \gamma_w \cdot H_w^2 \cdot C$$

applicata a 2/3 dell'altezza della falda H_w [Matsuo O'Hara (1960) Geotecnica, R. Lancellotta]

Effetto dovuto alla presenza di coesione

La coesione induce delle pressioni negative costanti pari a:

$$P_c = -\frac{2 \cdot c}{\sqrt{k_a}}$$

Non essendo possibile stabilire a priori quale sia il decremento indotto della spinta per effetto della coesione. E' stata calcolate l'altezza critica Z_c come segue:

$$Z_c = \frac{2c}{\gamma_t \times \sqrt{K_a}} - \left\{ \frac{\left[\frac{Q \times \sin \beta}{\sin(\beta + \varepsilon)} \right]}{\gamma_t} \right\}$$

Dove i simboli hanno il seguente significato

Q = Carico agente sul terrapieno eventualmente presente.

γ_t = Peso unità di volume del terreno

β = Inclinazione della parete interna rispetto al piano orizzontale passante per il piede

ε = Inclinazione del piano campagna rispetto al piano orizzontale positiva se antioraria

C = Coesione del materiale

K_a = Coefficiente di pressione attiva, come calcolato ai passi precedenti

Nel caso in cui si verifichi la circostanza che la Z_c , calcolata con la formula precedente, sia minore di zero è possibile sovrapporre direttamente gli effetti dei diagrammi, imponendo un decremento al diagramma di spinta originario valutato come segue:

$$S_c = P_c \cdot H$$

Dove si è indicata con il simbolo H l'altezza totale di spinta.

Sisma

Spinta attiva in condizioni sismiche

In presenza di sisma la forza di calcolo esercitata dal terrapieno sulla parete è data da:

$$E_d = \frac{1}{2} \gamma (1 \pm k_v) K H^2 + E_{ws} + E_{wd}$$

Dove i simboli hanno il seguente significato:

H = altezza di scavo

K_v = coefficiente sismico verticale

γ = peso per unità di volume del terreno

K = coefficienti di spinta attiva totale (statico + dinamico) (vedi Mononobe & Okabe)

E_{ws} = spinta idrostatica dell'acqua

E_{wd} = spinta idrodinamica.

Per terreni impermeabili la spinta idrodinamica $E_{wd} = 0$, ma viene effettuata una correzione sulla valutazione dell'angolo β della formula di Mononobe & Okabe così come di seguito:

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{\gamma_{\text{sat}}}{\gamma_{\text{sat}} - \gamma_w} \frac{k_h}{1 \mp k_v}$$

Nei terreni ad elevata permeabilità in condizioni dinamiche continua a valere la correzione di cui sopra, ma la spinta idrodinamica assume la seguente espressione:

$$E_{wd} = \frac{7}{12} k_h \gamma_w H^2$$

Con H altezza del livello di falda (riportata nella sezione relativa al calcolo della spinta idrostatica).

Resistenza passiva

Anche per il calcolo della resistenza passiva si possono utilizzare i due metodi usati nel calcolo della pressione allo stato limite attivo (metodo di Coulomb e metodo di Caquot).

Metodo di Coulomb

Per terreno omogeneo il diagramma delle pressioni in condizioni di stato limite passivo risulta lineare con legge del tipo del tipo:

$$\sigma_p(z) = k_p \gamma_t z$$

Ancora una volta integrando la precedente relazione sull'altezza di spinta (che per le paratie deve essere valutata attentamente) si ottiene la spinta passiva totale:

$$S_t = \frac{1}{2} k_p \cdot \gamma_t \cdot H^2$$

Avendo indicato al solito con H l'altezza di spinta, γ_t il peso dell'unità di volume di terreno e con k_p il coefficiente di pressione passiva (in condizioni di stato limite passivo). Il valore di questo coefficiente è determinato con la seguente formula:

$$\left\{ \begin{array}{l} k_p = \frac{\sin^2(\beta - \phi)}{\sin^2 \beta \times \sin(\beta + \delta) \times \left[1 - \frac{\sqrt{\sin(\phi + \delta) \times \sin(\phi + \varepsilon)}}{\sqrt{\sin(\beta + \delta) \times \sin(\beta + \varepsilon)}} \right]^2} \\ \text{con } \delta < \beta - \phi - \varepsilon \text{ secondo Muller - Breslau} \end{array} \right.$$

con valori limite pari a: $\delta < \beta - \phi - \varepsilon$ (Muller-Breslau).

Metodo di Caquot

Il metodo di Caquot differisce dal metodo di Coulomb per il calcolo del coefficiente di pressione allo stato limite passivo. Il coefficiente di pressione passiva viene calcolato, con questo metodo, interpolando i valori della seguente tabella:

| Coefficient of passive earth pressure K_p for $\delta = -\varphi$ | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| α [°] | φ [°] | K_p when β° | | | | | | | | | |
| | | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| | 10 | 1,17 | 1,41 | 1,53 | | | | | | | |
| | 15 | 1,30 | 1,70 | 1,92 | 2,08 | | | | | | |
| | 20 | 1,71 | 2,08 | 2,42 | 2,71 | 2,92 | | | | | |
| | 25 | 2,14 | 2,81 | 2,98 | 3,88 | 4,22 | 4,43 | | | | |
| -30 | 30 | 2,78 | 3,42 | 4,18 | 5,01 | 5,98 | 8,94 | 7,40 | | | |
| | 35 | 3,75 | 4,73 | 5,87 | 7,21 | 8,78 | 10,80 | 12,50 | 13,80 | | |
| | 40 | 5,31 | 8,87 | 8,77 | 11,00 | 13,70 | 17,20 | 24,80 | 25,40 | 28,40 | |
| | 45 | 8,05 | 10,70 | 14,20 | 18,40 | 23,80 | 90,60 | 38,90 | 49,10 | 60,70 | 69,10 |
| | 10 | 1,36 | 1,58 | 1,70 | | | | | | | |
| | 15 | 1,68 | 1,97 | 2,20 | 2,38 | | | | | | |
| | 20 | 2,13 | 2,52 | 2,92 | 3,22 | 3,51 | | | | | |
| | 25 | 2,78 | 3,34 | 3,99 | 4,80 | 5,29 | 5,57 | | | | |
| -20 | 30 | 3,78 | 4,81 | 8,58 | 8,81 | 7,84 | 9,12 | 9,77 | | | |
| | 35 | 5,38 | 8,89 | 8,28 | 10,10 | 12,20 | 14,80 | 17,40 | 19,00 | | |
| | 40 | 8,07 | 10,40 | 12,00 | 18,50 | 20,00 | 25,50 | 38,50 | 37,80 | 42,20 | |
| | 45 | 13,2 | 17,50 | 22,90 | 29,80 | 38,30 | 48,90 | 82,30 | 78,80 | 97,30 | 111,04 |
| | 10 | 1,52 | 1,72 | 1,83 | | | | | | | . |
| | 15 | 1,95 | 2,23 | 2,57 | 2,88 | | | | | | |
| | 20 | 2,57 | 2,98 | 3,42 | 3,75 | 4,09 | | | | | |
| | 25 | 3,50 | 4,14 | 4,90 | 5,82 | 8,45 | 8,81 | | | | |
| -10 | 30 | 4,98 | 8,01 | 7,19 | 8,51 | 10,10 | 11,70 | 12,80 | | | |
| | 35 | 7,47 | 9,24 | 11,30 | 13,80 | 18,70 | 20,10 | 23,70 | 26,00 | | |
| | 40 | 12,0 | 15,40 | 19,40 | 24,10 | 29,80 | 37,10 | 53,20 | 55,10 | 61,80 | |
| | 45 | 21,2 | 27,90 | 38,50 | 47,20 | 80,80 | 77,30 | 908,20 | 124,00 | 153,00 | 178,00 |
| | 10 | 1,84 | 1,81 | 1,93 | | | | | | | |
| | 15 | 2,19 | 2,46 | 2,73 | 2,91 | | | | | | |
| | 20 | 3,01 | 3,44 | 3,91 | 4,42 | 4,66 | | | | | |
| | 25 | 4,28 | 5,02 | 5,81 | 8,72 | 7,71 | 8,16 | | | | |
| 0 | 30 | 8,42 | 7,69 | 9,19 | 10,80 | 12,70 | 14,80 | 15,90 | | | |
| | 35 | 10,2 | 12,60 | 15,30 | 18,80 | 22,30 | 28,90 | 31,70 | 34,90 | | |

| | | | | | | | | | | | |
|----|----|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 40 | 17,5 | 22,30 | 28,00 | 34,80 | 42,90 | 53,30 | 78,40 | 79,10 | 88,70 | |
| | 45 | 33,5 | 44,10 | 57,40 | 74,10 | 94,70 | 120,00 | 153,00 | 174,00 | 240,00 | 275,00 |
| | 10 | 1,73 | 1,87 | 1,98 | | | | | | | |
| | 15 | 2,40 | 2,65 | 2,93 | 3,12 | | | | | | |
| | 20 | 3,45 | 3,90 | 4,40 | 4,96 | 5,23 | | | | | |
| 10 | 25 | 5,17 | 5,99 | 6,90 | 7,95 | 9,11 | 9,67 | | | | |
| | 30 | 8,17 | 9,69 | 11,40 | 13,50 | 15,90 | 18,50 | 19,90 | | | |
| | 35 | 13,8 | 16,90 | 20,50 | 24,80 | 29,80 | 35,80 | 42,30 | 46,60 | | |
| | 40 | 25,5 | 32,20 | 40,40 | 49,90 | 61,70 | 76,40 | 110,00 | 113,00 | 127,00 | |
| | 45 | 52,9 | 69,40 | 90,90 | 116,00 | 148,00 | 188,00 | 239,00 | 303,00 | 375,00 | 431,00 |
| | 10 | 1,78 | 1,89 I | 2,01 | | | | | | | |
| | 15 | 2,58 | 2,821 | 3,11 | 3,30 | | | | | | |
| | 20 | 3,90 | 4,38 | 4,92 | 5,53 | 5,83 | | | | | |
| 20 | 25 | 6,18 | 7,12 | 8,17 | 9,39 | 10,70 | 11,40 | | | | |
| | 30 | 10,4 | 12,30 | 14,40 | 16,90 | 20,00 | 23,20 | 25,00 | | | |
| | 35 | 18,7 | 22,80 | 27,60 | 33,30 | 40,00 | 48,00 | 56,80 | 62,50 | | |
| | 40 | 37,2 | 46,90 | 58,60 | 72,50 | 89,30 | 111,00 | 158,00 | 164,00 | 185,00 | |
| | 45 | 84,0 | 110,00 | 143,00 | 184,00 | 234,00 | 297,00 | 378,00 | 478,00 | 592,00 | 680,00 |

Tabella: Valutazione del coefficiente di pressione passiva con la teoria di Caquot

Carico uniforme sul terrapieno

La resistenza indotta da un carico uniformemente distribuito S_q vale:

$$S_q = k_p \cdot Q \cdot H \cdot \frac{\sin\beta}{\sin(\beta + \varepsilon)}$$

Con punto di applicazione pari a $H/2$ (essendo il diagramma delle tensioni orizzontali costante per tutta l'altezza). Nella precedente formula k_p è il coefficiente di spinta passiva valutato al paragrafo precedente.

Coesione

La coesione determina un incremento di resistenza pari a:

$$P_c = 2c \times \sqrt{k_p}$$

Tale incremento va a sommarsi direttamente al diagramma principale di spinta.

Metodo dell'equilibrio limite (LEM)

Il metodo dell'equilibrio limite consiste nel ricercare soluzioni, al problema di verifica o di progetto, che siano compatibili con il solo aspetto statico del problema. In sostanza si ragiona in termini di

equilibrio di un corpo rigido, senza preoccuparsi della congruenza cinematica degli spostamenti. I principali schemi di calcolo cui si farà riferimento sono i seguenti:

1. Paratia a sbalzo;
2. Paratia tirantata ad estremo libero;
3. Paratia tirantata ad estremo fisso;

Paratia a sbalzo: calcolo della profondità d'infissione limite

Per paratia non tirantata, la stabilità è assicurata dalla resistenza passiva del terreno che si trova a valle della stessa; dall'equilibrio dei momenti rispetto al centro di rotazione si ottiene:

$$S_m \cdot B_m - R_v \cdot B_v = 0$$

Dove i simboli hanno il seguente significato:

S_m =componente orizzontale della spinta attiva;

B_m =braccio di S_m rispetto ad O centro di rotazione;

R_v =componente orizzontale della resistenza passiva;

B_v =braccio di R_v rispetto ad O centro di rotazione;

ogni termine risulta funzione di t dove t è la profondità del centro di rotazione rispetto al piano di riferimento di valle (piano campagna a valle). La lunghezza necessaria per assicurare l'equilibrio alla traslazione orizzontale si ottiene aumentando t come segue:

$$t' = a \cdot t \quad d = t \cdot (1 + a) \quad \text{dove } a = 0.2 \quad (\text{Metodo di Blum})$$

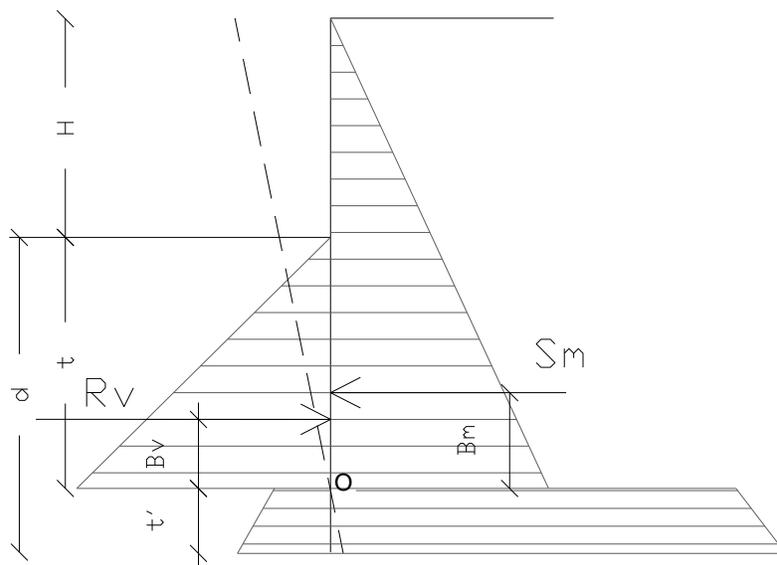


Figura 2: Schema di riferimento per il calcolo dell'equilibrio della paratia

Coefficiente di sicurezza sulla resistenza passiva

La lunghezza d'infissione d come sopra determinata è relativa alla condizione limite di incipiente collasso, tramite un coefficiente F . È possibile introdurre un margine di sicurezza sulle resistenze passive; la riduzione si effettua come segue:

$$S_m \cdot B_m - \frac{R_v}{F} \cdot B_v = 0$$

Paratia tirantata ad estremo libero: calcolo della profondità d'infissione limite

La stabilità dell'opera è assicurata anche dai tiranti ancorati sulla paratia. Per utilizzare lo schema di calcolo ad estremo libero, la paratia deve essere sufficientemente corta e rigida. La lunghezza di infissione, sarà determinata imponendo l'equilibrio alla rotazione sull'origine del tirante indicato B1

$$S_m \cdot (H + t - B_m - t_m) - R_v \cdot (H + t - B_v - t_m) = 0$$

Dove i simboli hanno il seguente significato:

S_m = componente orizzontale spinta attiva;

H = altezza terreno da sostenere;

t = profondità di infissione calcolata;

B_m = braccio di S_m rispetto alla base della paratia;

P_m = ordinata del punto di applicazione del tirante a monte;

R_v = componente orizzontale della resistenza passiva;

B_v = braccio di R_v .

Noto t , si determinano S_m ed R_v ed il relativo sforzo del tirante.

Coefficiente di sicurezza F sulle resistenze passive

La lunghezza d'infissione sarà ulteriormente aumentata per avere margine di sicurezza in condizioni di esercizio tramite il coefficiente di sicurezza F:

$$S_m \cdot (H + t - B_m - t_m) - \frac{R_v}{F} \cdot (H + t - B_v - t_m) = 0$$

Paratia tirantata ad estremo fisso: calcolo della profondità d'infissione limite

Se la sezione più profonda della paratia non trasla e non ruota può essere assimilata ad un incastro, in tal caso la paratia si definisce ad estremo fisso. Un procedimento elaborato da BLUM consente di ricavare la profondità d'infissione ($t+t'$), imponendo le condizioni cinematiche di spostamenti nulli alla base dell'opera ed all'origine del tirante (B1), e le condizioni statiche di momento e taglio nullo alla base della paratia. Si perviene ad una equazione di 5° grado in ($t+t'$) che può essere risolta in modo agevole.

Coefficiente di sicurezza F sulle resistenze

Per aumentare il fattore di sicurezza sono stati introdotti negli sviluppi numerici, valori delle resistenze passive ridotte.

Metodo degli elementi finiti (FEM)

Il metodo degli elementi finiti è il metodo che più di tutti si fonda su basi teoriche solide e razionali. Di fatti tutto il metodo presuppone che il problema sia affrontato tenendo in conto sia l'aspetto statico (e quindi l'equilibrio del problema, sia l'aspetto cinematica (e quindi la congruenza degli spostamenti o meglio delle deformazioni). In questo approccio la paratia è modellata come un insieme di travi, con vincolo di continuità tra loro (elementi beam) vincolati al terreno mediante molle elastiche, la cui rigidezza è valutata in funzione delle proprietà elastiche del terreno. Nella figura che segue è mostrato schematicamente il modello utilizzato per l'analisi ad elementi finiti:

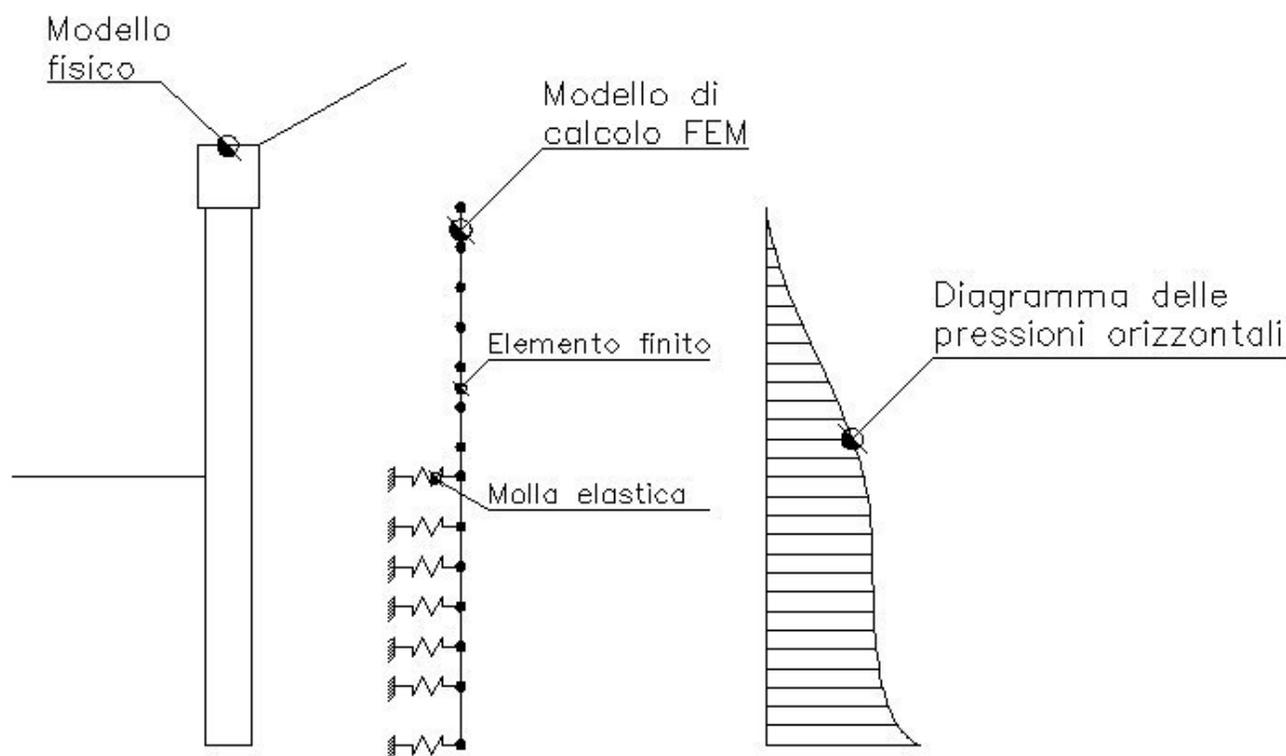


Figura 3: Schematizzazione della paratia ad elementi finiti

Vari aspetti hanno importanza centrale in questo metodo di calcolo. Si riportano nel seguito gli aspetti essenziali.

Calcolo del modulo di rigidezza K_s del terreno

Come già detto in precedenza, il terreno viene schematizzato con delle molle di rigidezza K_s applicate sui nodi dei conci compresi tra il nodo di fondo scavo e l'estremità di infissione. La stima della rigidezza K_s è stata effettuata sulla base della capacità portante delle fondazioni secondo la seguente formula:

$$k_s = A_s + B_s \cdot z^n$$

Dove i simboli hanno il seguente significato:

A_s = costante, calcolata come segue $A_s = C \times (c \times N_c + 0.5 \times G \times B \times N_g)$

B_s =coefficiente funzione della profondità $B_s=C \times G \times N_q$

Z =Profondità in esame

C =40 nel sistema internazionale SI

n = $\pi \times \tan \varphi$

N_q = $\exp[n \times (\tan^2(45^\circ + \varphi/2))]$

N_c = $(N_q - 1) \times \cot \varphi$

N_g = $1.5 \times (N_q - 1) \times \tan \varphi$

Tiranti

I tiranti vengono schematizzati come elementi elastici, con sezione trasversale di area pari ad A modulo di elasticità E e lunghezza L . Per un tratto di paratia di larghezza unitaria, l'azione dei tiranti inclinati di un angolo β vale:

$$F = \frac{A \cdot E}{S \cdot L} \cdot \cos(\beta)$$

Sifonamento

Il sifonamento è un fenomeno che in una fase iniziale si localizza al piede della paratia, e poi rapidamente si estende nell'intorno del volume resistente. Si verifica quando, per una elevata pressione idrodinamica o di infiltrazione, si annullano le pressioni passive efficaci, con la conseguente perdita di resistenza del terreno. Si assume di norma un fattore di sicurezza $F_{sif}=3.5-4$ Indicando con:

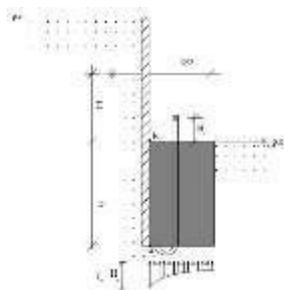
i_c = Gradiente Idraulico critico;

i_e = Gradiente Idraulico in condizioni di esercizio;

Il margine di sicurezza è definito come rapporto tra i_c ed i_e , se $i_e < i_c$ la paratie è stabile.

Verifica di sollevamento del fondo scavo.

Nel caso di un diaframma infisso nel terreno, la presenza della falda in posizioni tali da innescare un moto di filtrazione comporta l'instaurarsi di una forza di filtrazione che, se diretta verso l'alto, può annullare il peso del terreno il quale, in assenza di coesione, può essere trascinato dal flusso dell'acqua e compromettere la stabilità dell'opera. Il fenomeno della stabilità del fondo scavo, analogo a quello del sifonamento, è stato affrontato per la prima volta da Terzaghi (1943). A differenza del sifonamento, che è un fenomeno localizzato nel punto di sbocco della prima linea di flusso, quello del sollevamento del fondo scavo si estende per una profondità pari a quella d'infissione della paratia per una larghezza pari a metà di tale infissione.



Per semplificare il problema della determinazione dell'effettivo andamento della pressione interstiziale nel punto A, si assume che il valore della sovrappressione al piede del diaframma sia costante sulla lunghezza $D/2$ e pari a $\gamma_w \times H_c$. Per determinare H_c si ricorre all'espressione del gradiente di efflusso i_E :

$$i_E = \frac{H_c}{D} = \frac{H}{H + 2D}$$

Da cui si ottiene:

$$H_c = \frac{H \times D}{H + 2D}$$

La forza di filtrazione S_w che tende a sollevare il blocco di terreno coinvolto è pari a:

$$S_w = H_c \times \gamma_w \times \frac{D}{2}$$

Le condizioni limite di stabilità vengono raggiunte quando S_w uguaglia il peso efficace del blocco, pertanto il fattore di sicurezza a sollevamento del fondo scavo si definisce come il rapporto tra il peso efficace del blocco e la forza di filtrazione:

$$F_s = \frac{W'}{S_w} = \frac{\gamma' \times D^2 / 2}{H_c \times \gamma_w \times \frac{D}{2}} = \frac{\gamma' \times D}{H_c \times \gamma_w}$$

Verifica delle sezioni e calcolo armature

Il calcolo delle armature e le verifiche a presso-flessione e taglio della paratia soggetta alle sollecitazioni N, M e T, si effettuano sulla sezione maggiormente sollecitata. Le sollecitazioni di calcolo sono ottenute come prodotto tra le sollecitazioni ottenute con un calcolo a metro lineare e l'interasse tra i pali (o larghezza dei setti se la paratia è costituita da setto):

$$N_d = N' \cdot i; M_d = M' \cdot i; T_d = T' \cdot i$$

Dove M' , M' , T' rappresentano il momento il taglio e lo sforzo normale relativi ad una striscia unitaria di calcolo mentre i è l'interasse tra i pali per paratia costituita da pali o micropali (o larghezza setti per paratia costituita da setti).

Archivio materiali

CONGLOMERATI

| Nr. | Classe calcestruzzo | fck,cubi [MPa] | Ec [MPa] | fck [MPa] | fcd [MPa] | fctd [MPa] | fctm [MPa] |
|-----|---------------------|----------------|----------|-----------|-----------|------------|------------|
| 1 | C20/25 | 25 | 29960 | 20 | 11.33 | 1.03 | 2.21 |
| 2 | C25/30 | 30 | 31470 | 25 | 14.16 | 1.19 | 2.56 |
| 3 | C28/35 | 35 | 32300 | 28 | 15.86 | 1.28 | 2.76 |
| 4 | C40/50 | 50 | 35220 | 40 | 19.83 | 1.49 | 3.2 |

Acciai:

| Nr. | Classe acciaio | Es [MPa] | fyk [MPa] | fyd [MPa] | ftk [MPa] | ftd [MPa] | ep_tk | epd_ult | $\beta 1*\beta 2$ iniz. | $\beta 1*\beta 2$ finale |
|-----|----------------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|---------|-------------------------|--------------------------|
| 1 | B450C | 200000 | 450 | 391.3 | 540 | 391.3 | .075 | .0675 | 1 | 0.5 |
| 2 | B450C* | 200000 | 450 | 391.3 | 540 | 450 | .05 | .04 | 1 | 0.5 |
| 3 | S235H | 210000 | 235 | 204.35 | 360 | 204.35 | 0.05 | 0.04 | 1 | 0.5 |
| 4 | S275H | 210000 | 275 | 239.13 | 430 | 239.13 | 0.05 | 0.04 | 1 | 0.5 |
| 5 | S355H | 210000 | 355 | 308.7 | 510 | 308.7 | 0.05 | 0.04 | 1 | 0.5 |
| 6 | C1860 | 200205 | 1600 | 1116 | 1860 | 1116 | 0.05 | 0.04 | 1 | 0.5 |

GEOMETRIA SEZIONE

| | |
|--------------|-----------------|
| Sezione | Circolare Barre |
| Calcestruzzo | C25/30 |
| Acciaio | B450C |
| Nome | palo 80 |
| Diametro | 0.8 m |
| Disposizione | Singola fila |
| Interasse Iy | 0.9 m |

Stratigrafia

Fase: 1

| Nr. | Peso specifico [kN/m ³] | Peso specifico saturo [kN/m ³] | Coeficiente [kN/m ²] | Angolo attrito [°] | O.C.R. | Modulo edometrico [kN/m ²] | Attrito terra muro monte [°] | Attrito terra muro valle [°] | Spessore [m] | Inclinazione [°] | Descrizione |
|-----|-------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------|--------------------|--------|----------------------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------|------------------|------------------|
| 1 | 20.0 | 20.0 | 0.0 | 32.0 | 0.8 | 15000.0 | 21.0 | -21.0 | 3.0 | 0.0 | terreno ghiaioso |
| 2 | 19.0 | 19.0 | 0.0 | 24.0 | 0.8 | 10000.0 | 16.0 | -16.0 | 3.0 | 0.0 | limo sabbioso |
| 3 | 20.0 | 20.0 | 0.0 | 32.0 | 0.8 | 15000.0 | 21.0 | -21.0 | 15.0 | 0.0 | terreno |

Calcolo coefficienti sismici

Dati generali

| | |
|------------------|-------------|
| Descrizione zona | |
| Latitudine | 42.0643 [°] |
| Longitudine | 13.9043 [°] |

Dati opera

| | |
|---------------------|-------------------|
| Tipo opera | Opere provvisorie |
| Classe d'uso | II |
| Vita nominale | 10 [anni] |
| Vita di riferimento | 10 [anni] |

Parametri sismici su un sito di riferimento

| | |
|-----------------------|----|
| Categoria sottosuolo | B |
| Categoria topografica | T1 |

| SL | Tr [Anni] | ag [m/sec ²] | F0 [-] | TS* [sec] |
|-----|--------------|-----------------------------|-----------|--------------|
| SLO | 30 | 0.760 | 2.370 | 0.280 |
| SLD | 30 | 0.820 | 2.360 | 0.280 |
| SLV | 95 | 2.210 | 2.340 | 0.340 |
| SLC | 195 | 2.840 | 2.380 | 0.350 |

Coefficienti sismici orizzontale e verticale

Opera: Paratia

| | |
|-------------------------|-----------|
| Altezza paratia | 50.000[m] |
| Spostamento ammissibile | 0.100[m] |

| SL | Amax [m/sec ²] | beta [-] | kh [-] | kv [-] |
|-----|-------------------------------|-------------|-----------|-----------|
| SLO | 0.912 | 0.385 | 0.019 | 0.009 |
| SLD | 0.984 | 0.385 | 0.020 | 0.010 |
| SLV | 2.628 | 0.385 | 0.054 | 0.027 |
| SLC | 3.193 | 0.385 | 0.065 | 0.033 |

Analisi Paratia Metodo calcolo: LEM

Profondità massima di infissione 6.3125 [m]

Fase: 1 Analisi geotecnica Fase: 1 - Combinazione: 1

Altezza scavo 6.5 [m]

Tipo: S.L.U. [STR]
 Nome: A1+M1+R1
 Coefficienti sismici: $K_h = 0.0536$, $K_v = 0.0268$

Coefficienti parziali azioni

| Nr. | Azioni | Fattori combinazione |
|-----|------------------|----------------------|
| 1 | Peso proprio | 1 |
| 2 | Spinta terreno | 1.3 |
| 3 | Spinta falda | 1.5 |
| 4 | Spinta sismica x | 1.5 |
| 5 | Spinta sismica y | 1 |
| 6 | diffuso | 1 |

Coefficienti parziali terreno

| Nr. | Parametro | Coefficienti parziali |
|-----|-----------------------------------|-----------------------|
| 1 | Tangente angolo resistenza taglio | 1 |
| 2 | Coesione efficace | 1 |
| 3 | Resistenza non drenata | 1 |
| 4 | Peso unità volume | 1 |
| 5 | Angolo di attrito terra parete | 1 |

Coefficienti resistenze capacità portante verticale

| Nr. | Capacità portante | Coefficienti resistenze |
|-----|-----------------------|-------------------------|
| 1 | Punta | 1 |
| 2 | Laterale compressione | 1 |
| 3 | Totale | 1 |
| 4 | Laterale trazione | 1 |
| 5 | Orizzontale | 1 |

Profondità di infissione 4.75 [m]
 Pressione massima terreno 565.97 [kPa]
 Momento massimo 833.02 [kNm/m]
 Taglio massimo 999.96 [KN/m]

Sollecitazioni

| Z [m] | Pressioni totali terreno [kPa] | Sforzo normale [kN/m] | Momento [kNm/m] | Taglio [kN/m] | Spostamento [cm] | Modulo reazione [kN/m ³] |
|-------|--------------------------------|-----------------------|-----------------|---------------|------------------|--------------------------------------|
| 0.63 | 8.54 | 31.98 | 0.95 | 3.61 | -- | -- |
| 0.94 | 11.32 | 37.18 | 2.54 | 6.71 | -- | -- |
| 1.25 | 14.09 | 42.39 | 5.23 | 10.68 | -- | -- |
| 1.56 | 16.87 | 47.59 | 9.30 | 15.52 | -- | -- |
| 1.88 | 19.64 | 52.79 | 15.02 | 21.22 | -- | -- |

| | | | | | | |
|-------|---------|--------|--------|---------|----|----|
| 2.19 | 22.41 | 58.00 | 22.65 | 27.79 | -- | -- |
| 2.50 | 25.24 | 63.20 | 32.48 | 35.24 | -- | -- |
| 2.81 | 28.12 | 68.40 | 44.77 | 43.57 | -- | -- |
| 3.13 | 30.99 | 75.54 | 59.81 | 52.81 | -- | -- |
| 3.44 | 33.72 | 82.68 | 77.87 | 62.92 | -- | -- |
| 3.75 | 36.46 | 89.82 | 99.22 | 73.89 | -- | -- |
| 4.06 | 39.19 | 96.96 | 124.14 | 85.71 | -- | -- |
| 4.38 | 41.96 | 104.09 | 152.88 | 98.39 | -- | -- |
| 4.69 | 44.71 | 111.23 | 185.72 | 111.93 | -- | -- |
| 5.00 | 47.44 | 118.37 | 222.92 | 126.33 | -- | -- |
| 5.31 | 50.18 | 125.51 | 264.76 | 141.58 | -- | -- |
| 5.63 | 52.91 | 132.65 | 311.50 | 157.69 | -- | -- |
| 5.94 | 55.64 | 139.78 | 363.41 | 174.65 | -- | -- |
| 6.25 | 57.07 | 149.28 | 420.73 | 192.26 | -- | -- |
| 6.56 | 49.75 | 158.79 | 483.61 | 210.00 | -- | -- |
| 6.88 | 8.74 | 168.29 | 551.00 | 219.14 | -- | -- |
| 7.19 | -32.28 | 177.79 | 619.24 | 215.46 | -- | -- |
| 7.50 | -73.29 | 187.29 | 684.33 | 198.97 | -- | -- |
| 7.81 | -114.30 | 196.79 | 742.26 | 169.66 | -- | -- |
| 8.13 | -155.31 | 206.29 | 789.03 | 127.53 | -- | -- |
| 8.44 | -196.70 | 215.80 | 820.63 | 72.53 | -- | -- |
| 8.75 | -237.73 | 105.49 | 833.02 | 4.65 | -- | -- |
| 9.06 | -278.76 | 110.71 | 822.20 | -76.05 | -- | -- |
| 9.38 | -319.79 | 115.93 | 784.15 | -169.57 | -- | -- |
| 9.69 | -360.82 | 121.16 | 714.88 | -275.91 | -- | -- |
| 10.00 | -401.85 | 126.38 | 610.37 | -395.08 | -- | -- |
| 10.31 | -442.88 | 131.60 | 466.62 | -527.07 | -- | -- |
| 10.63 | -483.91 | 136.82 | 279.62 | -671.88 | -- | -- |
| 10.94 | -524.94 | 142.05 | 45.36 | -829.51 | -- | -- |

Fase: 1 - Combinazione: 2

Altezza scavo

Tipo:

Nome:

Coefficienti sismici:

6.5 [m]

S.L.U. [GEO]

A2+M2+R1

$K_h = 0.0536$, $K_v = 0.0268$

Coefficienti parziali azioni

| Nr. | Azioni | Fattori combinazione |
|-----|------------------|----------------------|
| 1 | Peso proprio | 1 |
| 2 | Spinta terreno | 1.3 |
| 3 | Spinta falda | 1.3 |
| 4 | Spinta sismica x | 1.3 |
| 5 | Spinta sismica y | 1 |
| 6 | diffuso | 1 |

Coefficienti parziali terreno

| Nr. | Parametro | Coefficienti parziali |
|-----|-----------------------------------|-----------------------|
| 1 | Tangente angolo resistenza taglio | 1.25 |
| 2 | Coesione efficace | 1.25 |
| 3 | Resistenza non drenata | 1.4 |
| 4 | Peso unità volume | 1 |
| 5 | Angolo di attrito terra parete | 1 |

Coefficienti resistenze capacità portante verticale

| Nr. | Capacità portante | Coefficienti resistenze |
|-----|-----------------------|-------------------------|
| 1 | Punta | 1 |
| 2 | Laterale compressione | 1 |
| 3 | Totale | 1 |
| 4 | Laterale trazione | 1 |
| 5 | Orizzontale | 1 |

| | |
|---------------------------|-----------------|
| Profondità di infissione | 6.31 [m] |
| Pressione massima terreno | 489.36 [kPa] |
| Momento massimo | 1205.31 [kNm/m] |
| Taglio massimo | 1080.38 [KN/m] |

Sollecitazioni

| Z [m] | Pressioni totali terreno [kPa] | Sforzo normale [kN/m] | Momento [kNm/m] | Taglio [kN/m] | Spostamento [cm] | Modulo reazione [kN/m ³] |
|-------|--------------------------------|-----------------------|-----------------|---------------|------------------|--------------------------------------|
| 0.63 | 9.58 | 32.44 | 1.00 | 3.89 | -- | -- |
| 0.94 | 12.93 | 37.88 | 2.74 | 7.41 | -- | -- |
| 1.25 | 16.27 | 43.31 | 5.74 | 11.97 | -- | -- |
| 1.56 | 19.62 | 48.75 | 10.33 | 17.58 | -- | -- |
| 1.88 | 22.97 | 54.18 | 16.83 | 24.24 | -- | -- |
| 2.19 | 26.32 | 59.62 | 25.58 | 31.94 | -- | -- |
| 2.50 | 29.67 | 65.05 | 36.90 | 40.69 | -- | -- |
| 2.81 | 33.15 | 70.49 | 51.12 | 50.50 | -- | -- |
| 3.13 | 36.54 | 78.18 | 68.58 | 61.39 | -- | -- |
| 3.44 | 39.82 | 85.88 | 89.60 | 73.32 | -- | -- |
| 3.75 | 43.11 | 93.57 | 114.51 | 86.28 | -- | -- |
| 4.06 | 46.42 | 101.26 | 143.63 | 100.27 | -- | -- |
| 4.38 | 49.71 | 108.96 | 177.29 | 115.29 | -- | -- |
| 4.69 | 53.00 | 116.65 | 215.80 | 131.34 | -- | -- |
| 5.00 | 56.28 | 124.35 | 259.48 | 148.41 | -- | -- |
| 5.31 | 59.56 | 132.04 | 308.66 | 166.51 | -- | -- |
| 5.63 | 62.85 | 139.74 | 363.66 | 185.64 | -- | -- |
| 5.94 | 66.13 | 147.43 | 424.80 | 205.79 | -- | -- |

| | | | | | | |
|-------|---------|--------|---------|---------|----|----|
| 6.25 | 68.23 | 158.84 | 492.37 | 226.79 | -- | -- |
| 6.56 | 64.14 | 170.25 | 566.60 | 248.21 | -- | -- |
| 6.88 | 36.49 | 181.66 | 646.84 | 263.93 | -- | -- |
| 7.19 | 8.83 | 193.07 | 730.65 | 271.01 | -- | -- |
| 7.50 | -18.83 | 204.48 | 815.32 | 269.45 | -- | -- |
| 7.81 | -46.48 | 215.90 | 898.16 | 259.24 | -- | -- |
| 8.13 | -74.14 | 227.31 | 976.45 | 240.40 | -- | -- |
| 8.44 | -101.79 | 238.72 | 1047.51 | 212.91 | -- | -- |
| 8.75 | -129.45 | 130.32 | 1108.62 | 176.78 | -- | -- |
| 9.06 | -157.10 | 137.45 | 1157.09 | 132.00 | -- | -- |
| 9.38 | -184.76 | 144.58 | 1190.22 | 78.59 | -- | -- |
| 9.69 | -212.42 | 151.71 | 1205.31 | 16.53 | -- | -- |
| 10.00 | -240.35 | 158.84 | 1199.65 | -54.22 | -- | -- |
| 10.31 | -268.02 | 165.98 | 1170.52 | -133.65 | -- | -- |
| 10.63 | -295.69 | 173.11 | 1115.21 | -221.73 | -- | -- |
| 10.94 | -323.36 | 180.24 | 1031.03 | -318.46 | -- | -- |
| 11.25 | -351.02 | 187.37 | 915.28 | -423.83 | -- | -- |
| 11.56 | -378.69 | 194.50 | 765.24 | -537.85 | -- | -- |
| 11.88 | -406.36 | 201.63 | 578.22 | -660.51 | -- | -- |
| 12.19 | -434.03 | 208.77 | 351.52 | -791.82 | -- | -- |
| 12.50 | -461.69 | 215.90 | 82.43 | -931.78 | -- | -- |

Risultati analisi struttural e

Fase: 1 Risultati analisi struttural e

Fase: 1 - Combinazione: 1

| Z [m] | Nome sezione | N [kN] | M [kNm] | T [kN] | Nr.Barre Diametro | Nu [kN] | Mu [kNm] | Cond. Verifica Flessione | Ver. Flessione |
|----------|-----------------|-----------|------------|-----------|----------------------|------------|-------------|--------------------------------|-------------------|
| 0.63 | palo 80 | 28.78 | 0.85 | 3.24 | 5Ø24 | 28.78 | 290.41 | 341.05 | Verificat a |
| 0.94 | palo 80 | 33.47 | 2.28 | 6.04 | 5Ø24 | 33.47 | 291.79 | 127.89 | Verificat a |
| 1.25 | palo 80 | 38.15 | 4.71 | 9.61 | 5Ø24 | 38.15 | 293.18 | 62.29 | Verificat a |
| 1.56 | palo 80 | 42.83 | 8.37 | 13.96 | 5Ø24 | 42.83 | 294.56 | 35.19 | Verificat a |
| 1.88 | palo 80 | 47.52 | 13.52 | 19.10 | 5Ø24 | 47.51 | 295.94 | 21.90 | Verificat a |
| 2.19 | palo 80 | 52.20 | 20.39 | 25.01 | 5Ø24 | 52.19 | 297.33 | 14.58 | Verificat a |
| 2.50 | palo 80 | 56.88 | 29.23 | 31.71 | 5Ø24 | 56.88 | 298.70 | 10.22 | Verificat a |
| 2.81 | palo 80 | 61.56 | 40.29 | 39.22 | 5Ø24 | 61.56 | 300.07 | 7.45 | Verificat a |

| | | | | | | | | | |
|-------|---------|--------|--------|---------|-------|--------|--------|------|----------------|
| 3.13 | palo 80 | 67.99 | 53.83 | 47.53 | 5Ø24 | 67.98 | 301.96 | 5.61 | Verificat a |
| 3.44 | palo 80 | 74.41 | 70.08 | 56.63 | 5Ø24 | 74.41 | 303.85 | 4.34 | Verificat a |
| 3.75 | palo 80 | 80.84 | 89.30 | 66.50 | 5Ø24 | 80.83 | 305.73 | 3.42 | Verificat a |
| 4.06 | palo 80 | 87.26 | 111.72 | 77.14 | 5Ø24 | 87.26 | 307.62 | 2.75 | Verificat a |
| 4.38 | palo 80 | 93.68 | 137.59 | 88.55 | 5Ø24 | 93.68 | 309.50 | 2.25 | Verificat a |
| 4.69 | palo 80 | 100.11 | 167.15 | 100.74 | 5Ø24 | 100.10 | 311.38 | 1.86 | Verificat a |
| 5.00 | palo 80 | 106.53 | 200.63 | 113.70 | 5Ø24 | 106.54 | 313.27 | 1.56 | Verificat a |
| 5.31 | palo 80 | 112.96 | 238.29 | 127.42 | 5Ø24 | 112.95 | 315.13 | 1.32 | Verificat a |
| 5.63 | palo 80 | 119.38 | 280.35 | 141.92 | 5Ø24 | 119.38 | 317.00 | 1.13 | Verificat a |
| 5.94 | palo 80 | 125.80 | 327.07 | 157.19 | 6Ø24 | 125.80 | 381.57 | 1.17 | Verificat a |
| 6.25 | palo 80 | 134.36 | 378.65 | 173.04 | 6Ø24 | 134.35 | 383.52 | 1.01 | Verificat a |
| 6.56 | palo 80 | 142.91 | 435.25 | 189.00 | 7Ø24 | 142.90 | 447.76 | 1.03 | Verificat a |
| 6.88 | palo 80 | 151.46 | 495.90 | 197.23 | 9Ø24 | 151.45 | 539.56 | 1.09 | Verificat a |
| 7.19 | palo 80 | 160.01 | 557.31 | 193.92 | 10Ø24 | 160.02 | 599.31 | 1.08 | Verificat a |
| 7.50 | palo 80 | 168.56 | 615.89 | 179.07 | 11Ø24 | 168.55 | 643.80 | 1.05 | Verificat a |
| 7.81 | palo 80 | 177.11 | 668.03 | 152.69 | 12Ø24 | 177.11 | 692.24 | 1.04 | Verificat a |
| 8.13 | palo 80 | 185.67 | 710.13 | 114.78 | 13Ø24 | 185.67 | 738.83 | 1.04 | Verificat a |
| 8.44 | palo 80 | 194.22 | 738.56 | 65.28 | 13Ø24 | 194.21 | 740.57 | 1.00 | Verificat a |
| 8.75 | palo 80 | 94.94 | 749.72 | 4.19 | 14Ø24 | 94.93 | 775.59 | 1.03 | Verificat a |
| 9.06 | palo 80 | 99.64 | 739.98 | -68.44 | 14Ø24 | 99.65 | 776.66 | 1.05 | Verificat a |
| 9.38 | palo 80 | 104.34 | 705.74 | -152.61 | 13Ø24 | 104.33 | 722.15 | 1.02 | Verificat a |
| 9.69 | palo 80 | 109.04 | 643.39 | -248.32 | 12Ø24 | 109.04 | 676.53 | 1.05 | Verificat a |
| 10.00 | palo 80 | 113.74 | 549.34 | -355.57 | 10Ø24 | 113.73 | 589.07 | 1.07 | Verificat a |
| 10.31 | palo 80 | 118.44 | 419.96 | -474.36 | 7Ø24 | 118.44 | 440.78 | 1.05 | Verificat |

| | | | | | | | | | |
|-------|---------|--------|---------|---------|------|--------|---------|------|----------------|
| | | | | | | | | | a |
| 10.63 | palo 80 | 123.14 | 251.66 | -604.69 | 5Ø24 | 123.14 | 318.10 | 1.26 | Verificat a |
| 10.94 | palo 80 | 127.84 | 40.83 | -746.56 | 5Ø24 | 127.84 | 319.47 | 7.82 | Verificat a |
| 11.25 | palo 80 | 132.54 | -216.14 | -899.96 | 5Ø24 | 132.54 | -344.40 | 1.59 | Verificat a |

| Z [m] | Def.Max calcestruzzo | Def.Max acciaio | Asse neutro [cm] | Passo staffe [cm] | Resistenza taglio kN | Misura sicurezza taglioOK<=1 | Verifica a taglio | Angolo inclinazione puntoni [°] |
|-------|----------------------|-----------------|------------------|-------------------|------------------------------------------|------------------------------|-------------------|---------------------------------|
| 0.63 | 3.50E-03 | -1.86E-02 | 27.97 | 24.9Ø10 | Calcestruzzo=874.43 Staffe=38 3.32 | 1.00 | Verificata | 21.80 |
| 0.94 | 3.50E-03 | -1.85E-02 | 27.93 | 24.9Ø10 | Calcestruzzo=875.01 Staffe=38 3.32 | 1.00 | Verificata | 21.80 |
| 1.25 | 3.50E-03 | -1.85E-02 | 27.88 | 24.9Ø10 | Calcestruzzo=875.58 Staffe=38 3.32 | 1.00 | Verificata | 21.80 |
| 1.56 | 3.50E-03 | -1.84E-02 | 27.84 | 24.9Ø10 | Calcestruzzo=876.15 Staffe=38 3.32 | 1.00 | Verificata | 21.80 |
| 1.88 | 3.50E-03 | -1.83E-02 | 27.79 | 24.9Ø10 | Calcestruzzo=876.73 Staffe=38 3.32 | 1.00 | Verificata | 21.80 |
| 2.19 | 3.50E-03 | -1.82E-02 | 27.75 | 24.9Ø10 | Calcestruzzo=877.30 Staffe=38 3.32 | 1.00 | Verificata | 21.80 |
| 2.50 | 3.50E-03 | -1.81E-02 | 27.71 | 24.9Ø10 | Calcestruzzo=877.87 Staffe=38 3.32 | 1.00 | Verificata | 21.80 |
| 2.81 | 3.50E-03 | -1.81E-02 | 27.66 | 24.9Ø10 | Calcestruzzo=878.44 Staffe=38 3.32 | 1.00 | Verificata | 21.80 |
| 3.13 | 3.50E-03 | -1.80E-02 | 27.60 | 24.9Ø10 | Calcestruzzo=879.23 Staffe=38 | 1.00 | Verificata | 21.80 |

| | | | | | | | | |
|------|----------|-----------|-------|---------|----------------------------------------------|------|------------|-------|
| | | | | | 3.32 | | | |
| 3.44 | 3.50E-03 | -1.79E-02 | 27.54 | 24.9Ø10 | Calcestruz zo=880.02 Staffe=38 3.32 | 1.00 | Verificata | 21.80 |
| 3.75 | 3.50E-03 | -1.78E-02 | 27.48 | 24.9Ø10 | Calcestruz zo=880.80 Staffe=38 3.32 | 1.00 | Verificata | 21.80 |
| 4.06 | 3.50E-03 | -1.76E-02 | 27.42 | 24.9Ø10 | Calcestruz zo=881.59 Staffe=38 3.32 | 1.00 | Verificata | 21.80 |
| 4.38 | 3.50E-03 | -1.75E-02 | 27.36 | 24.9Ø10 | Calcestruz zo=882.37 Staffe=38 3.32 | 1.00 | Verificata | 21.80 |
| 4.69 | 3.50E-03 | -1.74E-02 | 27.30 | 24.9Ø10 | Calcestruz zo=883.16 Staffe=38 3.32 | 1.00 | Verificata | 21.80 |
| 5.00 | 3.50E-03 | -1.73E-02 | 27.23 | 24.9Ø10 | Calcestruz zo=883.95 Staffe=38 3.32 | 1.00 | Verificata | 21.80 |
| 5.31 | 3.50E-03 | -1.72E-02 | 27.17 | 24.9Ø10 | Calcestruz zo=884.73 Staffe=38 3.32 | 1.00 | Verificata | 21.80 |
| 5.63 | 3.50E-03 | -1.71E-02 | 27.11 | 24.9Ø10 | Calcestruz zo=885.52 Staffe=38 3.32 | 1.00 | Verificata | 21.80 |
| 5.94 | 3.50E-03 | -1.34E-02 | 24.30 | 24.9Ø10 | Calcestruz zo=950.74 Staffe=37 5.19 | 1.00 | Verificata | 21.80 |
| 6.25 | 3.50E-03 | -1.34E-02 | 24.23 | 24.9Ø10 | Calcestruz zo=951.86 Staffe=37 5.19 | 1.00 | Verificata | 21.80 |
| 6.56 | 3.50E-03 | -1.39E-02 | 24.69 | 24.9Ø10 | Calcestruz zo=932.50 Staffe=37 7.96 | 1.00 | Verificata | 21.80 |
| 6.88 | 3.50E-03 | -1.18E-02 | 22.61 | 24.9Ø10 | Calcestruz zo=973.45 Staffe=37 | 1.00 | Verificata | 21.80 |

| | | | | | | | | |
|-------|----------|-----------|-------|---------|---------------------------------------------------|------|------------|-------|
| | | | | | 2.38 | | | |
| 7.19 | 3.50E-03 | -1.07E-02 | 21.27 | 24.9Ø10 | Calcestruz zo=992.71 Staffe=36 9.55 | 1.00 | Verificata | 21.80 |
| 7.50 | 3.50E-03 | -1.05E-02 | 20.98 | 24.9Ø10 | Calcestruz zo=993.87 Staffe=36 9.55 | 1.00 | Verificata | 21.80 |
| 7.81 | 3.50E-03 | -1.03E-02 | 20.73 | 24.9Ø10 | Calcestruz zo=995.04 Staffe=36 9.55 | 1.00 | Verificata | 21.80 |
| 8.13 | 3.50E-03 | -9.60E-03 | 19.70 | 24.9Ø10 | Calcestruz zo=1012.9 8 Staffe=36 6.71 | 1.00 | Verificata | 21.80 |
| 8.44 | 3.50E-03 | -9.57E-03 | 19.64 | 24.9Ø10 | Calcestruz zo=1014.1 7 Staffe=36 6.71 | 1.00 | Verificata | 21.80 |
| 8.75 | 3.50E-03 | -9.54E-03 | 19.60 | 24.9Ø10 | Calcestruz zo=1000.4 0 Staffe=36 6.71 | 1.00 | Verificata | 21.80 |
| 9.06 | 3.50E-03 | -9.51E-03 | 19.56 | 24.9Ø10 | Calcestruz zo=1001.0 5 Staffe=36 6.71 | 1.00 | Verificata | 21.80 |
| 9.38 | 3.50E-03 | -1.00E-02 | 20.29 | 24.9Ø10 | Calcestruz zo=985.11 Staffe=36 9.55 | 1.00 | Verificata | 21.80 |
| 9.69 | 3.50E-03 | -1.07E-02 | 21.26 | 24.9Ø10 | Calcestruz zo=985.75 Staffe=36 9.55 | 1.00 | Verificata | 21.80 |
| 10.00 | 3.50E-03 | -1.10E-02 | 21.66 | 24.9Ø10 | Calcestruz zo=986.40 Staffe=36 9.55 | 1.00 | Verificata | 21.80 |
| 10.31 | 3.50E-03 | -1.42E-02 | 24.98 | 19.7Ø10 | Calcestruz zo=929.35 Staffe=47 | 1.00 | Verificata | 21.80 |

| | | | | | | | | |
|-------|----------|-----------|--------|---------|----------------------------------------------|------|------------|-------|
| | | | | | 7.72 | | | |
| 10.63 | 3.50E-03 | -1.71E-02 | 27.08 | 15.7Ø10 | Calcestruz zo=885.98 Staffe=60 7.94 | 1.00 | Verificata | 21.80 |
| 10.94 | 3.50E-03 | -1.70E-02 | 27.03 | 12.7Ø10 | Calcestruz zo=886.55 Staffe=75 1.55 | 1.00 | Verificata | 21.80 |
| 11.25 | 3.50E-03 | -1.47E-02 | -25.36 | 10.4Ø10 | Calcestruz zo=931.16 Staffe=90 4.92 | 1.00 | Verificata | 21.80 |

Indice

| | |
|-----------------------------------------|----|
| 1.Archivio materiali | 18 |
| 2.Archivio sezioni... | 18 |
| 3.Calcolo coefficienti sismici | 19 |
| 4.Fase: 1 Analisi geotecnica | 20 |
| 4.1.Fase: 1 - Combinazione: 1 | 20 |
| 4.2.Fase: 1 - Combinazione: 2 | 21 |
| 5.Fase: 1 Risultati analisi strutturale | 23 |
| 5.1.Fase: 1 - Combinazione: 1 | 23 |
| Indice | 30 |

COMMITTENTE:



DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE DI ANCONA

SOGGETTO TECNICO: RFI – DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE DI ANCONA
 S. O. INGEGNERIA

PROGETTAZIONE: RFI – DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE DI ANCONA
 S. O. INGEGNERIA MICROSTRUTTURA CIVILE

PROGETTO DEFINITIVO

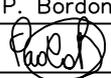
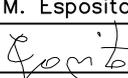
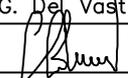
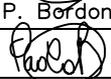
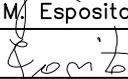
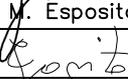
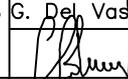
Linea : PESCARA –SULMONA–L'AQUILA–TERNI Comune : SULMONA

RIPRISTINO COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELLA LINEA PESCARA–SULMONA–TERNI
 TRA LE PROGRESSIVE KM.66+300/69+000, CON REALIZZAZIONE DELLA NUOVA
 FERMATA DI SULMONA S.RUFINA ED ADEGUAMENTO DELL'ASSETTO VIARIO DI VIA
 PARADISO CON OPERE SOSTITUTIVE DELL'EX PL KM.66+767

RELAZIONE DI CALCOLO OPERE DI CONTENIMENTO – All C

| | | | |
|--|--------|----|--|
| | Foglio | di | |
|--|--------|----|--|

| PROGETTO/ANNO | SOTTOPR. | LIVELLO | NOME DOC. | PROGR.OP. | FASE FUNZ. | NUMERAZ. |
|---------------|----------|---------|-----------|-----------|------------|----------|
| 17 | | PD | T G | 00 | 00 | 107C |

| Revis. | Descrizione | Progettista | Data | Verificato | Data | Approvato | Data | Autorizzato | Data |
|--------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 0 | Prima emissione | P. Bordoni  | | M. Esposito  | | G. Del Vasto  | | S. Morellina  | |
| A | 1^Revisione giugno 2018 | P. Bordoni  | 18/06/2018 | M. Esposito  | 19/06/2018 | M. Esposito  | 19/06/2018 | G. Del Vasto  | 22/06/2018 |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

| POSIZIONE ARCHIVIO | LINEA | SEDE TECN. | NOME DOC. | NUMERAZ. |
|--------------------|-------|------------|-----------|----------|
| | L506 | TR4995 | | |

| Verificato e trasmesso | Data | Convalidato | Data | Archiviato | Data |
|------------------------|------|-------------|------|------------|------|
| | | | | | |

File: 0.07

RELAZIONE DI CALCOLO

Normative di riferimento:

NTC 2008 - Norme tecniche per le costruzioni - D.M. 14 Gennaio 2008.

CIRCOLARE 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle 'Nuove norme tecniche per le costruzioni' di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008. (GU n. 47 del 26-2-2009 - Suppl. Ordinario n.27).

Calcolo della spinta attiva con Coulomb

Il calcolo della spinta attiva con il metodo di *Coulomb* è basato sullo studio dell'equilibrio limite globale del sistema formato dal muro e dal prisma di terreno omogeneo retrostante l'opera e coinvolto nella rottura nell'ipotesi di parete ruvida.

Per terreno omogeneo ed asciutto il diagramma delle pressioni si presenta lineare con distribuzione:

$$P_t = K_a \cdot \gamma_t \cdot z$$

La spinta S_t è applicata ad $1/3 H$ di valore

$$S_t = \frac{1}{2} \gamma_t \cdot H^2 \cdot K_a$$

Avendo indicato con:

$$K_a = \frac{\sin^2(\beta - \varphi)}{\sin^2\beta \cdot \sin(\beta + \delta) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\delta + \varphi) \cdot \sin(\varphi - \varepsilon)}{\sin(\beta + \delta) \cdot \sin(\beta - \varepsilon)}} \right]^2}$$

Valori limite di K_a :

$\delta < (\beta - \varphi - \varepsilon)$ secondo Muller-Breslau

γ_t Peso unità di volume del terreno;

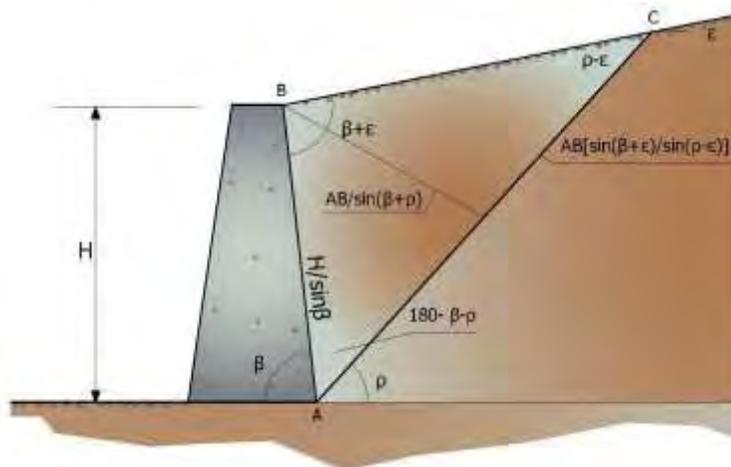
β Inclinazione della parete interna rispetto al piano orizzontale passante per il piede;

φ Angolo di resistenza al taglio del terreno;

δ Angolo di attrito terra-muro;

ε Inclinazione del piano campagna rispetto al piano orizzontale, positiva se antioraria;

H Altezza della parete.



Cuneo di rottura usato per la derivazione dell'equazione di Coulomb relativa alla pressione attiva.

Calcolo della spinta attiva con Rankine

Se $\varepsilon = \delta = 0$ e $\beta = 90^\circ$ (muro con parete verticale liscia e terrapieno con superficie orizzontale) la spinta S_t si semplifica nella forma:

$$S_t = \frac{\gamma \cdot H^2}{2} \frac{(1 - \sin\varphi)}{(1 + \sin\varphi)} = \frac{\gamma \cdot H^2}{2} \tan^2\left(45 - \frac{\varphi}{2}\right)$$

che coincide con l'equazione di Rankine per il calcolo della spinta attiva del terreno con terrapieno orizzontale.

In effetti Rankine adottò essenzialmente le stesse ipotesi fatte da Coulomb, ad eccezione del fatto che trascurò l'attrito terra-muro e la presenza di coesione. Nella sua formulazione generale l'espressione di K_a di Rankine si presenta come segue:

$$K_a = \cos\varepsilon \frac{\cos\varepsilon - \sqrt{\cos^2\varepsilon - \cos^2\varphi}}{\cos\varepsilon + \sqrt{\cos^2\varepsilon - \cos^2\varphi}}$$

Calcolo della spinta attiva con Mononobe & Okabe

Il calcolo della spinta attiva con il metodo di *Mononobe & Okabe* riguarda la valutazione della spinta in condizioni sismiche con il metodo pseudo-statico. Esso è basato sullo studio dell'equilibrio limite globale del sistema formato dal muro e dal prisma di terreno omogeneo retrostante l'opera e coinvolto nella rottura in una configurazione fittizia di calcolo nella quale l'angolo ε , di inclinazione del piano campagna rispetto al piano orizzontale, e l'angolo β , di inclinazione della parete interna rispetto al piano orizzontale passante per il piede, vengono aumentati di una quantità ϑ tale che:

$$\tan \vartheta = \left(\frac{k_h}{1 \pm k_h} \right)$$

con k_h coefficiente sismico orizzontale e k_v verticale.

Calcolo coefficienti sismici

Le NTC 2008 calcolano i coefficienti k_h e k_v in dipendenza di vari fattori:

$$k_h = \beta_m \cdot \left(\frac{a_{\max}}{g} \right); k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

β_m coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito; per i muri che non siano in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno il coefficiente β_m assume valore unitario. Per i muri liberi di traslare o ruotare intorno al piede, si può assumere che l'incremento di spinta dovuto al sisma agisca nello stesso punto di quella statica. Negli altri casi, in assenza di studi specifici, si assume che tale incremento sia applicato a metà altezza del muro.

a_{\max} Accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g Accelerazione di gravità.

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa sul sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

$$a_{\max} = S \cdot a_g = S_S \cdot S_T \cdot a_g$$

S coefficiente comprendente l'effetto di amplificazione stratigrafica S_S e di amplificazione topografica S_T .

a_g accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

Questi valori sono calcolati come funzione del punto in cui si trova il sito oggetto di analisi. Il parametro di entrata per il calcolo è il tempo di ritorno dell'evento sismico che è valutato come segue:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - PVR)}$$

Con V_R vita di riferimento della costruzione e PVR probabilità di superamento, nella vita di riferimento, associata allo stato limite considerato. La vita di riferimento dipende dalla vita nominale della costruzione e dalla classe d'uso della costruzione (in linea con quanto previsto al punto 2.4.3 delle NTC). In ogni caso V_R dovrà essere maggiore o uguale a 35 anni.

Per l'applicazione dell'**Eurocodice 8** (progettazione geotecnica in campo sismico) il coefficiente sismico orizzontale viene così definito:

$$k_h = \frac{a_{gR} \cdot \gamma_I \cdot S}{g}$$

a_{gR} Accelerazione di picco di riferimento su suolo rigido affiorante;

γ_I Fattore di importanza;

S Soil factor e dipende dal tipo di terreno (da A ad E);

$a_g = a_{gR} \gamma_I$ è la "design ground acceleration on type A ground".

Il coefficiente sismico verticale k_v è definito in funzione di k_h , e vale:

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

Effetto dovuto alla coesione

La coesione induce delle pressioni negative costanti pari a:

$$P_c = -2 \cdot c \cdot \sqrt{K_a}$$

Non essendo possibile stabilire a priori quale sia il decremento indotto nella spinta per effetto della coesione, è stata calcolata un'altezza critica Z_c come segue:

$$Z_c = \frac{2 \cdot c}{\gamma} \cdot \frac{1}{\sqrt{K_A}} - \frac{Q \cdot \frac{\sin \beta}{\sin(\beta + \epsilon)}}{\gamma}$$

Dove:

Q = Carico agente sul terrapieno.

Se $Z_c < 0$ è possibile sovrapporre direttamente gli effetti, con decremento pari a:

$$S_c = P_c \cdot H$$

con punto di applicazione pari a $H/2$.

Carico uniforme sul terrapieno

Un carico Q , uniformemente distribuito sul piano campagna induce delle pressioni costanti pari a:

$$P_q = K_a \cdot Q \cdot \frac{\sin\beta}{\sin(\beta + \varepsilon)}$$

Per integrazione, una spinta pari a S_q :

$$S_q = K_a \cdot Q \cdot H \frac{\sin\beta}{\sin(\beta + \varepsilon)}$$

Con punto di applicazione ad $H/2$, avendo indicato con K_a il coefficiente di spinta attiva secondo *Muller-Breslau*.

Spinta attiva in condizioni sismiche

In presenza di sisma la forza di calcolo esercitata dal terrapieno sul muro è data da:

$$E_d = \frac{1}{2} \gamma \cdot (1 \pm k_v) \cdot KH^2 + E_{ws} + E_{wd}$$

Dove:

| | |
|----------|------------------------------------------------------------|
| H | Altezza muro; |
| k_v | Coefficiente sismico verticale; |
| γ | Peso per unità di volume del terreno; |
| K | Coefficienti di spinta attiva totale (statico + dinamico); |
| E_{ws} | Spinta idrostatica dell'acqua; |
| E_{wd} | Spinta idrodinamica. |

Per terreni impermeabili la spinta idrodinamica $E_{wd} = 0$, ma viene effettuata una correzione sulla valutazione dell'angolo ϑ della formula di Mononobe & Okabe così come di seguito:

$$\operatorname{tg} \vartheta = \frac{\gamma_{\text{sat}}}{\gamma_{\text{sat}} - \gamma_w} \frac{k_h}{1 \mp k_v}$$

Nei terreni ad elevata permeabilità in condizioni dinamiche continua a valere la correzione di cui sopra, ma la spinta idrodinamica assume la seguente espressione:

$$E_{wd} = \frac{7}{12} k_h \gamma_w H^2$$

Con H altezza del livello di falda misurato a partire dalla base del muro.

Spinta idrostatica

La falda con superficie distante H_w dalla base del muro induce delle pressioni idrostatiche normali alla parete che, alla profondità z , sono espresse come segue:

$$P_w(z) = \gamma_w \cdot z$$

Con risultante pari a:

$$S_w = \frac{1}{2} \gamma_w \cdot H^2$$

La spinta del terreno immerso si ottiene sostituendo γ_t con γ'_t ($\gamma'_t = \gamma_{\text{saturo}} - \gamma_w$), peso efficace del materiale immerso in acqua.

Resistenza passiva

Per terreno omogeneo il diagramma delle pressioni risulta lineare del tipo:

$$P_t = K_p \cdot \gamma_t \cdot z$$

per integrazione si ottiene la spinta passiva:

$$S_p = \frac{1}{2} \cdot \gamma_t \cdot H^2 \cdot K_p$$

Avendo indicato con:

$$K_p = \frac{\sin^2(\varphi + \beta)}{\sin^2\beta \cdot \sin(\beta - \delta) \cdot \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\delta + \varphi) \cdot \sin(\varphi + \varepsilon)}{\sin(\beta - \delta) \cdot \sin(\beta - \varepsilon)}} \right]^2}$$

(Muller-Breslau) con valori limiti di δ pari a:

$$\delta < \beta - \varphi - \varepsilon$$

L'espressione di K_p secondo la formulazione di Rankine assume la seguente forma:

$$K_p = \frac{\cos\varepsilon + \sqrt{\cos^2\varepsilon - \cos^2\varphi}}{\cos\varepsilon - \sqrt{\cos^2\varepsilon - \cos^2\varphi}}$$

Carico limite di fondazioni superficiali su terreni

VESIC - Analisi a breve termine

Affinché la fondazione di un muro possa resistere il carico di progetto con sicurezza nei riguardi della rottura generale deve essere soddisfatta la seguente disuguaglianza:

$$V_d \leq R_d$$

Dove V_d è il carico di progetto, normale alla base della fondazione, comprendente anche il peso del muro; mentre R_d è il carico limite di progetto della fondazione nei confronti di carichi normali, tenendo conto anche dell'effetto di carichi inclinati o eccentrici.

Nella valutazione analitica del carico limite di progetto R_d si devono considerare le situazioni a breve e a lungo termine nei terreni a grana fine. Il carico limite di progetto in condizioni non drenate si calcola come:

$$\frac{R}{A'} \leq (2 + \pi) \cdot c_u \cdot s_c \cdot i_c \cdot d_c + q$$

Dove:

$A' = B'L'$ area della fondazione efficace di progetto, intesa, in caso di carico eccentrico, come l'area ridotta al cui centro viene applicata la risultante del carico.

- c_u Coesione non drenata;
- q Pressione litostatica totale sul piano di posa;
- s_c Fattore di forma;

$s_c = 0.2 \cdot \left(\frac{B'}{L'}\right)$ per fondazioni rettangolari, il valore di s_c viene assunto pari ad 1 per fondazioni nastriformi

d_c Fattore di profondità;

$$d_c = 0.4 \cdot K \text{ con } K = \frac{D}{B} \text{ se } \frac{D}{B} \leq 1 \text{ altrimenti } K = \arctan \frac{D}{B}$$

i_c Fattore correttivo per l'inclinazione del carico dovuta ad un carico H;

$$i_c = 1 - \frac{2H}{A_f \cdot c_a \cdot N_c}$$

A_f Area efficace della fondazione;

c_a Aderenza alla base, pari alla coesione o ad una sua frazione.

VESIC - Analisi a lungo termine

Per le condizioni drenate il carico limite di progetto è calcolato come segue.

$$\frac{R}{A'} \leq c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot i_c \cdot d_c + q' \cdot N_q \cdot s_q \cdot i_q \cdot d_q + 0.5 \cdot \gamma' \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma \cdot d_\gamma$$

Dove:

$$N_q = e^{\pi \tan \varphi'} \tan^2 \left(45 + \frac{\varphi'}{2} \right)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot \varphi'$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \varphi'$$

Fattori di forma

$$s_q = 1 + \left(\frac{B'}{L'}\right) \cdot \tan \varphi' \quad \text{per forma rettangolare}$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \cdot \left(\frac{B'}{L'}\right) \quad \text{per forma rettangolare}$$

$$s_c = 1 + \frac{N_q}{N_c} \cdot \frac{B'}{L'} \quad \text{per forma rettangolare, quadrata o circolare}$$

Fattori inclinazione risultante dovuta ad un carico orizzontale H parallelo a B'

$$i_q = \left(1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cot \varphi'} \right)^m$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cot \varphi'} \right)^{m+1}$$

$$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_c \cdot \tan \varphi'}$$

$$m = \frac{2 + \frac{B'}{L'}}{1 + \frac{B'}{L'}}$$

Fattori di profondità

$$d_c = 1 + 0.4K$$

$$d_q = 1 + 2 \tan \varphi \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot K$$

$$\text{con } K = \frac{D}{B} \text{ se } \frac{D}{B} \leq 1 \text{ altrimenti } K = \arctan \frac{D}{B}$$

$$d_\gamma = 1$$

HANSEN - Analisi a breve termine

$$\frac{R}{A'} \leq (2 + \pi) \cdot c_u (1 + s_c + d_c - i_c) + q$$

Dove:

A' = $B' \cdot L'$ area della fondazione efficace di progetto, intesa, in caso di carico eccentrico, come l'area ridotta al cui centro viene applicata la risultante del carico.

c_u Coesione non drenata;

q Pressione litostatica totale sul piano di posa;

s_c Fattore di forma, $s_c = 0$ per fondazioni nastriformi;

d_c Fattore di profondità;

$$d_c = 0.4 \cdot K \text{ con } K = \frac{D}{B} \text{ se } \frac{D}{B} \leq 1 \text{ altrimenti } K = \arctan \frac{D}{B}$$

i_c Fattore correttivo di inclinazione del carico;

$$i_c = 0.5 - 0.5 \sqrt{1 - \frac{H}{A_f c_a}}$$

A_f Area efficace della fondazione;

c_a Aderenza alla base, pari alla coesione o ad una sua frazione.

HANSEN- Analisi a lungo termine

Per le condizioni drenate il carico limite di progetto è calcolato come segue.

$$\frac{R}{A'} \leq c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot i_c \cdot d_c + q' \cdot N_q \cdot s_q \cdot i_q \cdot d_q + 0.5 \cdot \gamma' \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma \cdot d_\gamma$$

Dove:

$$N_q = e^{\pi \tan \varphi'} \tan^2 \left(45 + \frac{\varphi'}{2} \right)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot \varphi'$$

$$N_\gamma = 1.5 \cdot (N_q - 1) \cdot \tan \varphi'$$

Fattori di forma

$$s_q = 1 + \left(\frac{B'}{L'} \right) \cdot \tan \varphi' \quad \text{per forma rettangolare}$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \cdot \left(\frac{B'}{L'} \right) \quad \text{per forma rettangolare}$$

$$s_c = 1 + \frac{N_q}{N_c} \cdot \frac{B'}{L'} \quad \text{per forma rettangolare, quadrata o circolare.}$$

$$s_c = s_q = s_\gamma = 1 \quad \text{per fondazione nastroforme}$$

Fattori inclinazione risultante dovuta ad un carico orizzontale H parallelo a B'

$$i_q = \left(1 - \frac{0.5 \cdot H}{V + A_f \cdot c_a \cot \varphi'} \right)^3$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{0.7 \cdot H}{V + A_f \cdot c_a \cot \varphi'} \right)^3$$

$$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$$

Fattori di profondità

$$d_c = 1 + 0.4K$$

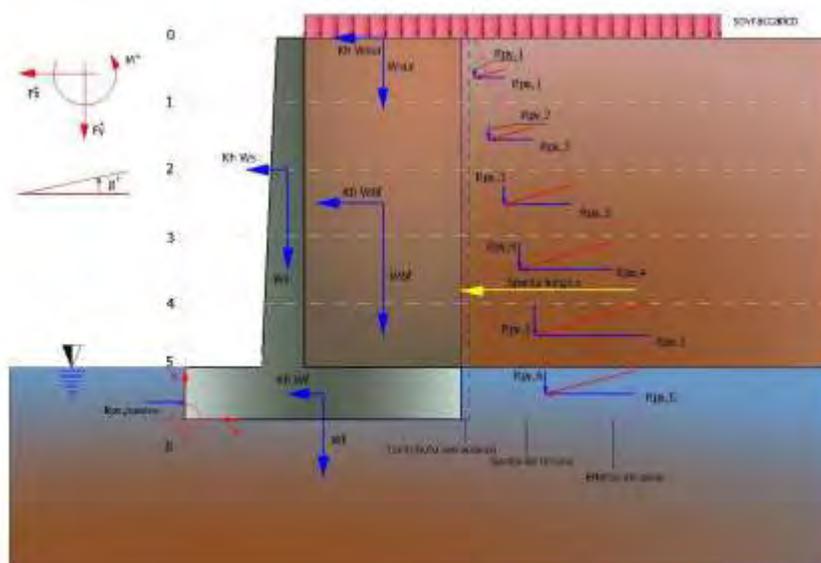
$$d_q = 1 + 2 \tan \varphi (1 - \sin \varphi) \cdot K$$

con $K = \frac{D}{B}$ se $\frac{D}{B} \leq 1$ altrimenti $K = \arctan \frac{D}{B}$

$$d_\gamma = 1$$

Sollecitazioni muro

Per il calcolo delle sollecitazioni il muro è stato discretizzato in n-tratti in funzione delle sezioni significative e per ogni tratto sono state calcolate le spinte del terreno (valutate secondo un piano di rottura passante per il paramento lato monte), le risultanti delle forze orizzontali e verticali e le forze inerziali.



Schema delle forze agenti su un muro e convenzioni sui segni

Calcolo delle spinte per le verifiche globali

Le spinte sono state valutate ipotizzando un piano di rottura passante per l'estradosso della mensola di fondazione lato monte, tale piano è stato discretizzato in *n-tratti*.

Convenzione segni

| | |
|--------------------------|-----------------------------------------------|
| Forze verticali | positive se dirette dall'alto verso il basso; |
| Forze orizzontali | positive se dirette da monte verso valle; |
| Coppie | positive se antiorarie; |
| Angoli | positivi se antiorari. |

Dati generali

| | |
|-----------------------|------------------------------|
| Codice progetto | bretella sulmona |
| Descrizione | sostegno delta 415cm |
| Comune di | Sulmona - via S.Rufino |
| Tecnico | ing Bordoni |
| Data | 12/09/2017 |
| Condizioni ambientali | Ordinarie |
| Zona | sulmona |
| Lat./Long. [WGS84] | 42.048178/13.92893 |
| Normativa GEO | NTC 2008 |
| Normativa STR | NTC 2008 |
| Spinta | Mononobe e Okabe [M.O. 1929] |

Dati generali muro

| | |
|-----------------------------------|----------|
| Altezza muro | 400.0 cm |
| Spessore testa muro | 60.0 cm |
| Risega muro lato valle | 0.0 cm |
| Risega muro lato monte | 0.0 cm |
| Sporgenza mensola a valle | 20.0 cm |
| Sporgenza mensola a monte | 400.0 cm |
| Svaso mensola a valle | 0.0 cm |
| Altezza estremità mensola a valle | 60.0 cm |
| Altezza estremità mensola a monte | 60.0 cm |

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

| | |
|----------------------|---------------------|
| Tipo opera: | 2 - Opere ordinarie |
| Classe d'uso: | Classe II |
| Vita nominale: | 50.0 [anni] |
| Vita di riferimento: | 50.0 [anni] |

Parametri sismici su sito di riferimento

| | |
|------------------------|----|
| Categoria sottosuolo: | B |
| Categoria topografica: | T1 |

| S.L. Stato limite | TR Tempo ritorno [anni] | ag [m/s ²] | F0 [-] | TC* [sec] |
|----------------------|-------------------------------|---------------------------|-----------|--------------|
| S.L.O. | 30.0 | 0.76 | 2.37 | 0.28 |
| S.L.D. | 50.0 | 0.99 | 2.33 | 0.28 |

ALLEGATO 3 - muro h 400 bretella

| | | | | |
|--------|-------|------|------|------|
| S.L.V. | 475.0 | 2.51 | 2.36 | 0.35 |
| S.L.C. | 975.0 | 3.21 | 2.4 | 0.36 |

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Opere di sostegno

| S.L. Stato limite | amax [m/s ²] | beta [-] | kh [-] | kv [sec] |
|----------------------|-----------------------------|-------------|-----------|-------------|
| S.L.O. | 0.912 | 0.18 | 0.0167 | 0.0084 |
| S.L.D. | 1.188 | 0.24 | 0.0291 | 0.0145 |
| S.L.V. | 2.9075 | 0.31 | 0.0919 | 0.046 |
| S.L.C. | 3.4852 | 0.31 | 0.1102 | 0.0551 |

Stratigrafia

| Ns | Spessore strato (cm) | Inclinazione dello strato. (°) | Peso unità di volume (KN/m ³) | Angolo di resistenza a taglio (°) | Coesione (kPa) | Angolo di attrito terra muro (°) | Presenza di falda (Si/No) | Litologia | Descrizione |
|----|----------------------|--------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------|----------------|----------------------------------|---------------------------|-----------|------------------------|
| 1 | 160 | 0 | 20.00 | 32 | 0.00 | 21 | No | | terreno A |
| 2 | 600 | 0 | 19.00 | 24 | 0.00 | 16 | No | | Limo o limo con sabbia |

Carichi distribuiti

| Descrizione | Ascissa iniziale (cm) | Ascissa finale (cm) | Valore iniziale (kPa) | Valore finale (kPa) | Profondità (cm) |
|-------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|-----------------|
| ballast | 255.0 | 485.0 | 16.2 | 16.2 | 0.0 |
| SW2 | 255.0 | 485.0 | 65.22 | 65.22 | 0.0 |

FATTORI DI COMBINAZIONE

A1+M1+R1

| Nr. | Azioni | Fattore combinazione |
|-----|----------------------|----------------------|
| 1 | Peso muro | 1.30 |
| 2 | Spinta terreno | 1.00 |
| 3 | Peso terreno mensola | 1.30 |
| 4 | Spinta falda | 1.00 |
| 5 | Spinta sismica in x | 1.00 |
| 6 | Spinta sismica in y | 1.00 |
| 7 | ballast | 0.00 |
| 8 | SW2 | 0.00 |

| Nr. | Parametro | Coefficienti parziali |
|-----|-----------------------------|-----------------------|
| 1 | Tangente angolo res. taglio | 1 |
| 2 | Coesione efficace | 1 |
| 3 | Resistenza non drenata | 1 |
| 4 | Peso unità volume | 1 |

| Nr. | Verifica | Coefficienti resistenze |
|-----|-------------------------------|-------------------------|
| 1 | Carico limite | 1 |
| 2 | Scorrimento | 1 |
| 3 | Partecipazione spinta passiva | 1 |

ALLEGATO 3 - muro h 400 bretella

A2+M2+R2

| Nr. | Azioni | Fattore combinazione |
|-----|----------------------|----------------------|
| 1 | Peso muro | 1.00 |
| 2 | Spinta terreno | 1.00 |
| 3 | Peso terreno mensola | 1.00 |
| 4 | Spinta falda | 1.00 |
| 5 | Spinta sismica in x | 1.00 |
| 6 | Spinta sismica in y | 1.00 |
| 7 | ballast | 0.00 |
| 8 | SW2 | 0.00 |

| Nr. | Parametro | Coefficienti parziali |
|-----|-----------------------------|-----------------------|
| 1 | Tangente angolo res. taglio | 1.25 |
| 2 | Coesione efficace | 1.25 |
| 3 | Resistenza non drenata | 1.4 |
| 4 | Peso unità volume | 1 |

| Nr. | Verifica | Coefficienti resistenze |
|-----|-------------------------------|-------------------------|
| 1 | Carico limite | 1 |
| 2 | Scorrimento | 1 |
| 3 | Partecipazione spinta passiva | 1 |

EQU+M2

| Nr. | Azioni | Fattore combinazione |
|-----|----------------------|----------------------|
| 1 | Peso muro | 0.90 |
| 2 | Spinta terreno | 1.10 |
| 3 | Peso terreno mensola | 1.00 |
| 4 | Spinta falda | 1.00 |
| 5 | Spinta sismica in x | 1.00 |
| 6 | Spinta sismica in y | 0.00 |
| 7 | ballast | 0.00 |
| 8 | SW2 | 0.00 |

| Nr. | Parametro | Coefficienti parziali |
|-----|-----------------------------|-----------------------|
| 1 | Tangente angolo res. taglio | 1.25 |
| 2 | Coesione efficace | 1.25 |
| 3 | Resistenza non drenata | 1.4 |
| 4 | Peso unità volume | 1 |

| Nr. | Verifica | Coefficienti resistenze |
|-----|-------------------------------|-------------------------|
| 1 | Carico limite | 1 |
| 2 | Scorrimento | 1 |
| 3 | Partecipazione spinta passiva | 1 |

A1+M1+R1 [STR]

Coefficiente sismico orizzontale Kh 0.0919
 Coefficiente sismico verticale Kv 0.046

CALCOLO SPINTE

Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);
 Qf Quota finale strato
 Gamma Peso unità di volume (KN/m³);
 Eps Inclinazione dello strato. (°);

ALLEGATO 3 - muro h 400 bretella

Fi Angolo di resistenza a taglio (°);
 Delta Angolo attrito terra muro;
 c Coesione (kPa);
 β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
 Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

| Qi | Qf | Gamma | Eps | Fi | Delta | c | β | Note |
|-------|-------|-------|-----|------|-------|-----|---------|------|
| 460.0 | 380.0 | 20.0 | 0.0 | 35.0 | 23.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 380.0 | 300.0 | 20.0 | 0.0 | 35.0 | 23.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 300.0 | 220.0 | 20.0 | 0.0 | 35.0 | 23.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 220.0 | 140.0 | 20.0 | 0.0 | 35.0 | 23.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 140.0 | 60.0 | 20.0 | 0.0 | 35.0 | 23.0 | 0.0 | 0.0 | |

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ Angolo di direzione della spinta.
 Ka Coefficiente di spinta attiva.
 Kd Coefficiente di spinta dinamica.
 Dk Coefficiente di incremento dinamico.
 Kax, Kay Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
 Dkx, Dky Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

| μ | Ka | Kd | Dk | Kax | Kay | Dkx | Dky |
|-------|------|-----|------|------|-----|------|------|
| 23.0 | 0.24 | 0.3 | 0.07 | 0.22 | 0.1 | 0.07 | 0.03 |
| 23.0 | 0.24 | 0.3 | 0.07 | 0.22 | 0.1 | 0.07 | 0.03 |
| 23.0 | 0.24 | 0.3 | 0.07 | 0.22 | 0.1 | 0.07 | 0.03 |
| 23.0 | 0.24 | 0.3 | 0.07 | 0.22 | 0.1 | 0.07 | 0.03 |
| 23.0 | 0.24 | 0.3 | 0.07 | 0.22 | 0.1 | 0.07 | 0.03 |

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota inizio strato.
 Qf Quota inizio strato.
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

| | Qi | Qf | Rpx | Rpy | z(Rpx) | z(Rpy) |
|---|-------|-------|-------|------|--------|--------|
| 1 | 460.0 | 380.0 | 1.87 | 0.79 | 406.67 | 406.67 |
| 2 | 380.0 | 300.0 | 5.61 | 2.38 | 335.56 | 335.56 |
| 3 | 300.0 | 220.0 | 9.35 | 3.97 | 257.33 | 257.33 |
| 4 | 220.0 | 140.0 | 13.09 | 5.56 | 178.1 | 178.1 |
| 5 | 140.0 | 60.0 | 16.83 | 7.14 | 98.52 | 98.52 |

CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzi a)

Py Peso del muro (kN);
 Px Forza inerziale (kN);
 Xp, Yp Coordinate baricentro dei pesi (cm);

| Quota | Px | Py | Xp | Yp |
|-------|------|------|------|-------|
| 380.0 | 1.41 | 15.3 | 50.0 | 420.0 |
| 300.0 | 2.81 | 30.6 | 50.0 | 380.0 |

ALLEGATO 3 - muro h 400 bretella

| | | | | |
|-------|------|------|------|-------|
| 220.0 | 4.22 | 45.9 | 50.0 | 340.0 |
| 140.0 | 5.62 | 61.2 | 50.0 | 300.0 |
| 60.0 | 7.03 | 76.5 | 50.0 | 260.0 |

Sollecitazioni sul muro

| | |
|-------|----------------------------------------|
| Quota | Origine ordinata minima del muro (cm). |
| Fx | Forza in direzione x (kN); |
| Fy | Forza in direzione y (kN); |
| M | Momento (kNm); |
| H | Altezza sezione di calcolo (cm); |

| Quota | Fx | Fy | M | H |
|-------|-------|-------|-------|------|
| 380.0 | 3.28 | 16.09 | 0.82 | 60.0 |
| 300.0 | 10.29 | 33.78 | 5.29 | 60.0 |
| 220.0 | 21.05 | 53.05 | 16.38 | 60.0 |
| 140.0 | 35.54 | 73.9 | 37.1 | 60.0 |
| 60.0 | 53.78 | 96.35 | 70.44 | 60.0 |

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

| | |
|---------|-------------------------------------------------------------|
| Afv | Area dei ferri lato valle. |
| Afm | Area dei ferri lato monte. |
| Nu | Sforzo normale ultimo (kN); |
| Mu | Momento flettente ultimo (kNm); |
| Vcd | Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kN); |
| Vwd | Resistenza a taglio piegati (kN); |
| Sic. VT | Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1). |
| Vsdu | Taglio di calcolo (kN); |

| Afv | Afm | Nu | Mu | Ver. | Vcd | Vwd | Sic. VT |
|--------------|--------------|-------|--------|------|--------|-----|---------|
| 5Ø18 (12.72) | 5Ø18 (12.72) | 16.15 | 271.2 | S | 202.74 | 0.0 | 61.88 |
| 5Ø18 (12.72) | 5Ø18 (12.72) | 33.78 | 275.68 | S | 202.74 | 0.0 | 19.7 |
| 5Ø18 (12.72) | 5Ø18 (12.72) | 53.13 | 280.6 | S | 202.74 | 0.0 | 9.63 |
| 5Ø18 (12.72) | 5Ø18 (12.72) | 74.0 | 285.9 | S | 202.74 | 0.0 | 5.7 |
| 5Ø18 (12.72) | 5Ø18 (12.72) | 96.41 | 301.81 | S | 208.02 | 0.0 | 3.87 |

VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per (xr1,yr1) = (480.0/0.0)
 Piano di rottura passante per (xr2,yr2) = (480.0/460.0)
 Centro di rotazione (xro,yro) = (0.0/0.0)

Discretizzazione terreno

| | |
|-------|----------------------------------------------------|
| Qi | Quota iniziale strato (cm); |
| Qf | Quota finale strato |
| Gamma | Peso unità di volume (KN/m³); |
| Eps | Inclinazione dello strato. (°); |
| Fi | Angolo di resistenza a taglio (°); |
| Delta | Angolo attrito terra muro; |
| c | Coesione (kPa); |
| β | Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°); |
| Note | Nelle note viene riportata la presenza della falda |

ALLEGATO 3 - muro h 400 bretella

| Qi | Qf | Gamma | Eps | Fi | Delta | c | β | Note |
|-------|-------|-------|-----|------|-------|-----|-----|------|
| 460.0 | 380.0 | 20.0 | 0.0 | 32.0 | 32.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 380.0 | 300.0 | 20.0 | 0.0 | 32.0 | 32.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 300.0 | 220.0 | 19.0 | 0.0 | 24.0 | 24.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 220.0 | 140.0 | 19.0 | 0.0 | 24.0 | 24.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 140.0 | 60.0 | 19.0 | 0.0 | 24.0 | 24.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 60.0 | 0.0 | 19.0 | 0.0 | 24.0 | 16.0 | 0.0 | 0.0 | |

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

- μ Angolo di direzione della spinta.
- Ka Coefficiente di spinta attiva.
- Kd Coefficiente di spinta dinamica.
- Dk Coefficiente di incremento dinamico.
- Kax, Kay Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
- Dkx, Dky Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

| μ | Ka | Kd | Dk | Kax | Kay | Dkx | Dky |
|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 32.0 | 0.28 | 0.35 | 0.09 | 0.23 | 0.15 | 0.07 | 0.05 |
| 32.0 | 0.28 | 0.35 | 0.09 | 0.23 | 0.15 | 0.07 | 0.05 |
| 24.0 | 0.37 | 0.45 | 0.1 | 0.34 | 0.15 | 0.09 | 0.04 |
| 24.0 | 0.37 | 0.45 | 0.1 | 0.34 | 0.15 | 0.09 | 0.04 |
| 24.0 | 0.37 | 0.45 | 0.1 | 0.34 | 0.15 | 0.09 | 0.04 |
| 16.0 | 0.38 | 0.45 | 0.1 | 0.36 | 0.1 | 0.09 | 0.03 |

Spinte risultanti e punto di applicazione

- Qi Quota inizio strato.
- Qf Quota inizio strato.
- Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
- Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
- Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

| | Qi | Qf | Rpx | Rpy | z(Rpx) | z(Rpy) |
|---|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| 1 | 460.0 | 380.0 | 1.97 | 1.23 | 406.67 | 406.67 |
| 2 | 380.0 | 300.0 | 5.9 | 3.69 | 335.56 | 335.56 |
| 3 | 300.0 | 220.0 | 10.48 | 6.08 | 256.68 | 257.45 |
| 4 | 220.0 | 140.0 | 15.69 | 8.4 | 177.78 | 178.16 |
| 5 | 140.0 | 60.0 | 20.91 | 10.72 | 98.34 | 98.56 |
| 6 | 60.0 | 0.0 | 19.19 | 9.36 | 29.19 | 29.53 |

SPINTE IN FONDAZIONE

Discretizzazione terreno

- Qi Quota iniziale strato (cm);
- Qf Quota finale strato
- Gamma Peso unità di volume (KN/m³);
- Eps Inclinazione dello strato. (°);
- Fi Angolo di resistenza a taglio (°);
- Delta Angolo attrito terra muro;
- c Coesione (kPa);
- β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
- Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

ALLEGATO 3 - muro h 400 bretella

| Qi | Qf | Gamma | Eps | Fi | Delta | c | β | Note |
|------|-----|-------|-------|------|-------|-----|-------|------|
| 60.0 | 0.0 | 19.0 | 180.0 | 24.0 | 16.0 | 0.0 | 180.0 | |

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ Angolo di direzione della spinta.
 Kp Coefficiente di resistenza passiva.
 Kpx, Kpy Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

| μ | Kp | Kpx | Kpy |
|-------|------|-------|-------|
| 196.0 | 2.21 | -2.12 | -0.61 |

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota inizio strato.
 Qf Quota inizio strato.
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

| | Qi | Qf | Rpx | Rpy | z(Rpx) | z(Rpy) |
|---|------|-----|-------|-------|--------|--------|
| 1 | 60.0 | 0.0 | -7.25 | -2.08 | 20.0 | 20.0 |

Sollecitazioni total i

Fx Forza in direzione x (kN);
 Fy Forza in direzione y (kN);
 M Momento (kNm);

| | Fx | Fy | M |
|-------------------|---------------|--------------|-----------------|
| Spinta terreno | 74.14 | 39.48 | -80.73 |
| Peso muro | 7.03 | 76.5 | -19.97 |
| Peso fondazione | 8.44 | 91.8 | -217.8 |
| Sovraccarico | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Terr. fondazione | 29.41 | 416.0 | -1088.34 |
| Spinte fondazione | -7.25 | -2.08 | -1.45 |
| | 111.76 | 621.7 | -1408.29 |

Momento stabilizzante -1612.87 kNm
 Momento ribaltante 204.58 kNm

MENSOLA A VALLE

Xprogr. Ascissa progressiva (cm);
 Fx Forza in direzione x (kN);
 Fy Forza in direzione y (kN);
 M Momento (kNm);
 H Altezza sezione (cm);

| Xprogr. | Fx | Fy | M | H |
|---------|----|----|---|---|
|---------|----|----|---|---|

ALLEGATO 3 - muro h 400 bretella

20.0 -7.25 -28.34 -2.32 60.0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi Area dei ferri inferiori.
 Afs Area dei ferri superiori.
 Nu Sforzo normale ultimo (kN);
 Mu Momento flettente ultimo (kNm);
 Vcd Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kN);
 Vwd Resistenza a taglio piegati (kN);
 Sic. VT Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).
 Vsdu Taglio di calcolo (kN);

| Afi | Afs | Nu | Mu | Ver. | Vcd | Vwd | Sic. VT |
|--------------|--------------|------|--------|------|--------|-----|---------|
| 5Ø18 (12.72) | 5Ø18 (12.72) | 7.17 | 277.67 | S | 208.02 | 0.0 | 7.34 |

MENSOLA A MONTE

Xprogr. Ascissa progressiva (cm);
 Fx Forza in direzione x (kN);
 Fy Forza in direzione y (kN);
 M Momento (kNm);
 H Altezza sezione (cm);

| Xprogr. | Fx | Fy | M | H |
|---------|-------|--------|-------|------|
| 80.0 | 19.19 | -77.15 | 26.85 | 60.0 |

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi Area dei ferri inferiori.
 Afs Area dei ferri superiori.
 Nu Sforzo normale ultimo (kN);
 Mu Momento flettente ultimo (kNm);
 Vcd Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kN);
 Vwd Resistenza a taglio piegati (kN);
 Sic. VT Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).
 Vsdu Taglio di calcolo (kN);

| Afi | Afs | Nu | Mu | Ver. | Vcd | Vwd | Sic. VT |
|--------------|--------------|-------|--------|------|--------|-----|---------|
| 5Ø18 (12.72) | 5Ø18 (12.72) | 19.14 | 280.92 | S | 208.02 | 0.0 | 2.7 |

A2+M2+R2 [GEO+STR]

Coefficiente sismico orizzontale Kh 0.0919
 Coefficiente sismico verticale Kv 0.046

CALCOLO SPINTE

Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);
 Qf Quota finale strato
 Gamma Peso unità di volume (KN/m³);

ALLEGATO 3 - muro h 400 bretella

Eps Inclinazione dello strato. (°);
 Fi Angolo di resistenza a taglio (°);
 Delta Angolo attrito terra muro;
 c Coesione (kPa);
 β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
 Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

| Qi | Qf | Gamma | Eps | Fi | Delta | c | β | Note |
|-------|-------|-------|-----|-------|-------|-----|-----|------|
| 460.0 | 380.0 | 20.0 | 0.0 | 29.26 | 23.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 380.0 | 300.0 | 20.0 | 0.0 | 29.26 | 23.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 300.0 | 220.0 | 20.0 | 0.0 | 29.26 | 23.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 220.0 | 140.0 | 20.0 | 0.0 | 29.26 | 23.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 140.0 | 60.0 | 20.0 | 0.0 | 29.26 | 23.0 | 0.0 | 0.0 | |

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ Angolo di direzione della spinta.
 Ka Coefficiente di spinta attiva.
 Kd Coefficiente di spinta dinamica.
 Dk Coefficiente di incremento dinamico.
 Kax, Kay Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
 Dkx, Dky Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

| μ | Ka | Kd | Dk | Kax | Kay | Dkx | Dky |
|------|-----|------|------|------|------|------|------|
| 23.0 | 0.3 | 0.37 | 0.09 | 0.28 | 0.12 | 0.08 | 0.03 |
| 23.0 | 0.3 | 0.37 | 0.09 | 0.28 | 0.12 | 0.08 | 0.03 |
| 23.0 | 0.3 | 0.37 | 0.09 | 0.28 | 0.12 | 0.08 | 0.03 |
| 23.0 | 0.3 | 0.37 | 0.09 | 0.28 | 0.12 | 0.08 | 0.03 |
| 23.0 | 0.3 | 0.37 | 0.09 | 0.28 | 0.12 | 0.08 | 0.03 |

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota inizio strato.
 Qf Quota inizio strato.
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

| | Qi | Qf | Rpx | Rpy | z(Rpx) | z(Rpy) |
|---|-------|-------|-------|------|--------|--------|
| 1 | 460.0 | 380.0 | 2.3 | 0.98 | 406.67 | 406.67 |
| 2 | 380.0 | 300.0 | 6.9 | 2.93 | 335.56 | 335.56 |
| 3 | 300.0 | 220.0 | 11.5 | 4.88 | 257.33 | 257.33 |
| 4 | 220.0 | 140.0 | 16.1 | 6.83 | 178.1 | 178.1 |
| 5 | 140.0 | 60.0 | 20.69 | 8.78 | 98.52 | 98.52 |

CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzi a)

Py Peso del muro (kN);
 Px Forza inerziale (kN);
 Xp, Yp Coordinate baricentro dei pesi (cm);

| Quota | Px | Py | Xp | Yp |
|-------|------|-------|------|-------|
| 380.0 | 1.08 | 11.77 | 50.0 | 420.0 |

ALLEGATO 3 - muro h 400 bretella

| | | | | |
|-------|------|-------|------|-------|
| 300.0 | 2.16 | 23.54 | 50.0 | 380.0 |
| 220.0 | 3.24 | 35.31 | 50.0 | 340.0 |
| 140.0 | 4.33 | 47.08 | 50.0 | 300.0 |
| 60.0 | 5.41 | 58.85 | 50.0 | 260.0 |

Sollecitazioni sul muro

| | |
|-------|----------------------------------------|
| Quota | Origine ordinata minima del muro (cm). |
| Fx | Forza in direzione x (kN); |
| Fy | Forza in direzione y (kN); |
| M | Momento (kNm); |
| H | Altezza sezione di calcolo (cm); |

| Quota | Fx | Fy | M | H |
|-------|-------|-------|-------|------|
| 380.0 | 3.38 | 12.75 | 0.75 | 60.0 |
| 300.0 | 11.36 | 27.44 | 5.46 | 60.0 |
| 220.0 | 23.94 | 44.09 | 17.81 | 60.0 |
| 140.0 | 41.12 | 62.7 | 41.48 | 60.0 |
| 60.0 | 62.89 | 83.25 | 80.14 | 60.0 |

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

| | |
|---------|-------------------------------------------------------------|
| Afv | Area dei ferri lato valle. |
| Afm | Area dei ferri lato monte. |
| Nu | Sforzo normale ultimo (kN); |
| Mu | Momento flettente ultimo (kNm); |
| Vcd | Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kN); |
| Vwd | Resistenza a taglio piegati (kN); |
| Sic. VT | Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1). |
| Vsdu | Taglio di calcolo (kN); |

| Afv | Afm | Nu | Mu | Ver. | Vcd | Vwd | Sic. VT |
|--------------|--------------|-------|--------|------|--------|-----|---------|
| 5Ø18 (12.72) | 5Ø18 (12.72) | 12.73 | 270.32 | S | 202.74 | 0.0 | 59.96 |
| 5Ø18 (12.72) | 5Ø18 (12.72) | 27.5 | 274.08 | S | 202.74 | 0.0 | 17.85 |
| 5Ø18 (12.72) | 5Ø18 (12.72) | 44.04 | 278.29 | S | 202.74 | 0.0 | 8.47 |
| 5Ø18 (12.72) | 5Ø18 (12.72) | 62.65 | 283.02 | S | 202.74 | 0.0 | 4.93 |
| 5Ø18 (12.72) | 5Ø18 (12.72) | 83.16 | 298.23 | S | 208.02 | 0.0 | 3.31 |

VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per (xr1,yr1) = (480.0/0.0)
 Piano di rottura passante per (xr2,yr2) = (480.0/460.0)
 Centro di rotazione (xro,yro) = (0.0/0.0)

Discretizzazione terreno

| | |
|-------|----------------------------------------------------|
| Qi | Quota iniziale strato (cm); |
| Qf | Quota finale strato |
| Gamma | Peso unità di volume (KN/m³); |
| Eps | Inclinazione dello strato. (°); |
| Fi | Angolo di resistenza a taglio (°); |
| Delta | Angolo attrito terra muro; |
| c | Coesione (kPa); |
| β | Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°); |

ALLEGATO 3 - muro h 400 bretella

| Note | Nelle note viene riportata la presenza della falda | | | | | | | Note |
|-------|----------------------------------------------------|-------|-----|-------|-------|-----|---------|------|
| Qi | Qf | Gamma | Eps | Fi | Delta | c | β | |
| 460.0 | 380.0 | 20.0 | 0.0 | 26.56 | 26.56 | 0.0 | 0.0 | |
| 380.0 | 300.0 | 20.0 | 0.0 | 26.56 | 26.56 | 0.0 | 0.0 | |
| 300.0 | 220.0 | 19.0 | 0.0 | 19.61 | 19.61 | 0.0 | 0.0 | |
| 220.0 | 140.0 | 19.0 | 0.0 | 19.61 | 19.61 | 0.0 | 0.0 | |
| 140.0 | 60.0 | 19.0 | 0.0 | 19.61 | 19.61 | 0.0 | 0.0 | |
| 60.0 | 0.0 | 19.0 | 0.0 | 19.61 | 16.0 | 0.0 | 0.0 | |

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

| | |
|----------|-------------------------------------------------------------------|
| μ | Angolo di direzione della spinta. |
| Ka | Coefficiente di spinta attiva. |
| Kd | Coefficiente di spinta dinamica. |
| Dk | Coefficiente di incremento dinamico. |
| Kax, Kay | Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva. |
| Dkx, Dky | Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico. |

| μ | Ka | Kd | Dk | Kax | Kay | Dkx | Dky |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|
| 26.56 | 0.34 | 0.41 | 0.1 | 0.3 | 0.15 | 0.09 | 0.04 |
| 26.56 | 0.34 | 0.41 | 0.1 | 0.3 | 0.15 | 0.09 | 0.04 |
| 19.61 | 0.43 | 0.53 | 0.11 | 0.41 | 0.15 | 0.11 | 0.04 |
| 19.61 | 0.43 | 0.53 | 0.11 | 0.41 | 0.15 | 0.11 | 0.04 |
| 19.61 | 0.43 | 0.53 | 0.11 | 0.41 | 0.15 | 0.11 | 0.04 |
| 16.0 | 0.44 | 0.53 | 0.11 | 0.42 | 0.12 | 0.11 | 0.03 |

Spinte risultanti e punto di applicazione

| | |
|----------|--------------------------------------------------------|
| Qi | Quota inizio strato. |
| Qf | Quota inizio strato. |
| Rpx, Rpy | Componenti della spinta nella zona j-esima (kN); |
| Z(Rpx) | Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm); |
| Z(Rpy) | Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm); |

| | Qi | Qf | Rpx | Rpy | z(Rpx) | z(Rpy) |
|---|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| 1 | 460.0 | 380.0 | 2.47 | 1.23 | 406.67 | 406.67 |
| 2 | 380.0 | 300.0 | 7.41 | 3.7 | 335.56 | 335.56 |
| 3 | 300.0 | 220.0 | 13.01 | 6.05 | 256.79 | 257.54 |
| 4 | 220.0 | 140.0 | 19.28 | 8.29 | 177.83 | 178.2 |
| 5 | 140.0 | 60.0 | 25.55 | 10.52 | 98.36 | 98.58 |
| 6 | 60.0 | 0.0 | 23.32 | 9.24 | 29.23 | 29.44 |

SPINTE IN FONDAZIONE

Discretizzazione terreno

| | |
|---------|----------------------------------------------------|
| Qi | Quota iniziale strato (cm); |
| Qf | Quota finale strato |
| Gamma | Peso unità di volume (KN/m ³); |
| Eps | Inclinazione dello strato (°); |
| Fi | Angolo di resistenza a taglio (°); |
| Delta | Angolo attrito terra muro; |
| c | Coesione (kPa); |
| β | Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°); |

ALLEGATO 3 - muro h 400 bretella

| Note | Nelle note viene riportata la presenza della falda | | | | | | | |
|------|----------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-----|-------|------|
| Qi | Qf | Gamma | Eps | Fi | Delta | c | β | Note |
| 60.0 | 0.0 | 19.0 | 180.0 | 19.61 | 16.0 | 0.0 | 180.0 | |

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ Angolo di direzione della spinta.
 Kp Coefficiente di resistenza passiva.
 Kpx, Kpy Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

| μ | Kp | Kpx | Kpy |
|-------|------|-------|-------|
| 196.0 | 1.86 | -1.78 | -0.51 |

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota inizio strato.
 Qf Quota inizio strato.
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

| | Qi | Qf | Rpx | Rpy | z(Rpx) | z(Rpy) |
|---|------|-----|------|-------|--------|--------|
| 1 | 60.0 | 0.0 | -6.1 | -1.75 | 20.0 | 20.0 |

Sollecitazioni total i

Fx Forza in direzione x (kN);
 Fy Forza in direzione y (kN);
 M Momento (kNm);

| | Fx | Fy | M |
|-------------------|---------------|---------------|-----------------|
| Spinta terreno | 91.02 | 39.04 | -52.85 |
| Peso muro | 5.41 | 58.85 | -15.36 |
| Peso fondazione | 6.49 | 70.62 | -167.54 |
| Sovraccarico | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Terr. fondazione | 29.41 | 320.0 | -819.54 |
| Spinte fondazione | -6.1 | -1.75 | -1.22 |
| | 126.23 | 486.75 | -1056.51 |

Momento stabilizzante -1282.29 kNm
 Momento ribaltante 225.77 kNm

Verifica alla traslazione

| | |
|---------------------------------------|-----------|
| Sommatoria forze orizzontali | 132.33 kN |
| Sommatoria forze verticali | 488.5 kN |
| Coefficiente di attrito | 0.36 |
| Adesione | 0.0 kPa |
| Angolo piano di scorrimento | -360.0 ° |
| Forze normali al piano di scorrimento | 488.5 kN |
| Forze parall. al piano di scorrimento | 132.33 kN |

ALLEGATO 3 - muro h 400 bretella

| | |
|-----------------------------------------|-------------|
| Resistenza terreno | 180.1 kN |
| Coeff. sicurezza traslazione Csd | 1.36 |
| Traslazione verificata Csd>1 | |

Verifica al ribaltamento

| | |
|------------------------------------------------|--------------|
| Momento stabilizzante | -1282.29 kNm |
| Momento ribaltante | 225.77 kNm |
| Coeff. sicurezza ribaltamento Csv | 5.68 |
| Muro verificato a ribaltamento Csv>1 | |

Carico limite verticale VESIC

| | |
|----------------------------------------|------------------------|
| Somma forze in direzione x (Fx) | 126.23 kN |
| Somma forze in direzione y (Fy) | 486.75 kN |
| Somma momenti | -1056.51 kNm |
| Larghezza fondazione | 480.0 cm |
| Lunghezza | 100.0 cm |
| Eccentricità su B | 22.95 cm |
| Peso unità di volume | 19.0 KN/m ³ |
| Angolo di resistenza al taglio | 19.61 ° |
| Coesione | 0.0 kPa |
| Terreno sulla fondazione | 60.0 cm |
| Peso terreno sul piano di posa | 19.0 KN/m ³ |
| Nq | 6.15 |
| Nc | 14.47 |
| Ng | 5.1 |
| Fattori di forma | |
| sq | 1.0 |
| sc | 1.0 |
| sg | 1.0 |
| Inclinazione carichi | |
| iq | 0.55 |
| ic | 0.46 |
| ig | 0.41 |
| Fattori di profondità | |
| dq | 1.04 |
| dc | 1.06 |
| dg | 1.0 |
| Carico limite verticale (Qlim) | 545.06 kN |
| Fattore sicurezza (Csq=Qlim/Fy) | 1.12 |

Carico limite verificato Csq>1

Tensioni sul terreno

| | |
|-------------------------------|------------|
| Ascissa centro sollecitazione | 217.05 cm |
| Larghezza della fondazione | 480.0 cm |
| x = 0.0 cm | 130.49 kPa |
| x = 480.0 cm | 72.32 kPa |

MENSOLA A VALLE

ALLEGATO 3 - muro h 400 bretella

Xprogr. Ascissa progressiva (cm);
 Fx Forza in direzione x (kN);
 Fy Forza in direzione y (kN);
 M Momento (kNm);
 H Altezza sezione (cm);

| Xprogr. | Fx | Fy | M | H |
|---------|------|--------|-------|------|
| 20.0 | -6.1 | -24.67 | -2.03 | 60.0 |

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi Area dei ferri inferiori.
 Afs Area dei ferri superiori.
 Nu Sforzo normale ultimo (kN);
 Mu Momento flettente ultimo (kNm);
 Vcd Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kN);
 Vwd Resistenza a taglio piegati (kN);
 Sic. VT Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).
 Vsdu Taglio di calcolo (kN);

| Afi | Afs | Nu | Mu | Ver. | Vcd | Vwd | Sic. VT |
|--------------|--------------|------|-------|------|--------|-----|---------|
| 5Ø18 (12.72) | 5Ø18 (12.72) | 6.19 | 277.4 | S | 208.02 | 0.0 | 8.43 |

MENSOLA A MONTE

Xprogr. Ascissa progressiva (cm);
 Fx Forza in direzione x (kN);
 Fy Forza in direzione y (kN);
 M Momento (kNm);
 H Altezza sezione (cm);

| Xprogr. | Fx | Fy | M | H |
|---------|-------|-------|---------|------|
| 80.0 | 23.32 | 22.04 | -186.84 | 60.0 |

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi Area dei ferri inferiori.
 Afs Area dei ferri superiori.
 Nu Sforzo normale ultimo (kN);
 Mu Momento flettente ultimo (kNm);
 Vcd Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kN);
 Vwd Resistenza a taglio piegati (kN);
 Sic. VT Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).
 Vsdu Taglio di calcolo (kN);

| Afi | Afs | Nu | Mu | Ver. | Vcd | Vwd | Sic. VT |
|--------------|--------------|-------|--------|------|--------|-----|---------|
| 5Ø18 (12.72) | 5Ø18 (12.72) | 23.22 | 282.02 | S | 208.02 | 0.0 | 9.44 |

EQU+M2 [GEO+STR]

Coefficiente sismico orizzontale Kh 0.0919
 Coefficiente sismico verticale Kv 0.046

CALCOLO SPINTE

Discretizzazione terreno

| | |
|-------|----------------------------------------------------|
| Qi | Quota iniziale strato (cm); |
| Qf | Quota finale strato |
| Gamma | Peso unità di volume (KN/m ³); |
| Eps | Inclinazione dello strato. (°); |
| Fi | Angolo di resistenza a taglio (°); |
| Delta | Angolo attrito terra muro; |
| c | Coesione (kPa); |
| β | Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°); |
| Note | Nelle note viene riportata la presenza della falda |

| Qi | Qf | Gamma | Eps | Fi | Delta | c | β | Note |
|-------|-------|-------|-----|-------|-------|-----|-----|------|
| 460.0 | 380.0 | 20.0 | 0.0 | 29.26 | 23.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 380.0 | 300.0 | 20.0 | 0.0 | 29.26 | 23.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 300.0 | 220.0 | 20.0 | 0.0 | 29.26 | 23.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 220.0 | 140.0 | 20.0 | 0.0 | 29.26 | 23.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 140.0 | 60.0 | 20.0 | 0.0 | 29.26 | 23.0 | 0.0 | 0.0 | |

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

| | |
|----------|-------------------------------------------------------------------|
| μ | Angolo di direzione della spinta. |
| Ka | Coefficiente di spinta attiva. |
| Kd | Coefficiente di spinta dinamica. |
| Dk | Coefficiente di incremento dinamico. |
| Kax, Kay | Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva. |
| Dkx, Dky | Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico. |

| μ | Ka | Kd | Dk | Kax | Kay | Dkx | Dky |
|------|-----|------|------|------|------|------|------|
| 23.0 | 0.3 | 0.37 | 0.09 | 0.28 | 0.12 | 0.08 | 0.03 |
| 23.0 | 0.3 | 0.37 | 0.09 | 0.28 | 0.12 | 0.08 | 0.03 |
| 23.0 | 0.3 | 0.37 | 0.09 | 0.28 | 0.12 | 0.08 | 0.03 |
| 23.0 | 0.3 | 0.37 | 0.09 | 0.28 | 0.12 | 0.08 | 0.03 |
| 23.0 | 0.3 | 0.37 | 0.09 | 0.28 | 0.12 | 0.08 | 0.03 |

Spinte risultanti e punto di applicazione

| | |
|----------|--------------------------------------------------------|
| Qi | Quota inizio strato. |
| Qf | Quota inizio strato. |
| Rpx, Rpy | Componenti della spinta nella zona j-esima (kN); |
| Z(Rpx) | Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm); |
| Z(Rpy) | Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm); |

| | Qi | Qf | Rpx | Rpy | z(Rpx) | z(Rpy) |
|---|-------|-------|-------|------|--------|--------|
| 1 | 460.0 | 380.0 | 2.48 | 0.84 | 406.67 | 406.67 |
| 2 | 380.0 | 300.0 | 7.44 | 2.51 | 335.56 | 335.56 |
| 3 | 300.0 | 220.0 | 12.39 | 4.19 | 257.33 | 257.33 |
| 4 | 220.0 | 140.0 | 17.35 | 5.86 | 178.1 | 178.1 |
| 5 | 140.0 | 60.0 | 22.31 | 7.54 | 98.52 | 98.52 |

CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzi a)

ALLEGATO 3 - muro h 400 bretella

Py Peso del muro (kN);
 Px Forza inerziale (kN);
 Xp, Yp Coordinate baricentro dei pesi (cm);

| Quota | Px | Py | Xp | Yp |
|-------|------|-------|------|-------|
| 380.0 | 0.97 | 10.59 | 50.0 | 420.0 |
| 300.0 | 1.95 | 21.19 | 50.0 | 380.0 |
| 220.0 | 2.92 | 31.78 | 50.0 | 340.0 |
| 140.0 | 3.89 | 42.37 | 50.0 | 300.0 |
| 60.0 | 4.87 | 52.96 | 50.0 | 260.0 |

Sollecitazioni sul muro

Quota Origine ordinata minima del muro (cm).
 Fx Forza in direzione x (kN);
 Fy Forza in direzione y (kN);
 M Momento (kNm);
 H Altezza sezione di calcolo (cm);

| Quota | Fx | Fy | M | H |
|-------|-------|-------|-------|------|
| 380.0 | 3.45 | 11.43 | 0.8 | 60.0 |
| 300.0 | 11.86 | 24.54 | 5.84 | 60.0 |
| 220.0 | 25.23 | 39.32 | 19.09 | 60.0 |
| 140.0 | 43.56 | 55.77 | 44.52 | 60.0 |
| 60.0 | 66.84 | 73.9 | 86.08 | 60.0 |

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afv Area dei ferri lato valle.
 Afm Area dei ferri lato monte.
 Nu Sforzo normale ultimo (kN);
 Mu Momento flettente ultimo (kNm);
 Vcd Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kN);
 Vwd Resistenza a taglio piegati (kN);
 Sic. VT Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).
 Vsdu Taglio di calcolo (kN);

| Afv | Afm | Nu | Mu | Ver. | Vcd | Vwd | Sic. VT |
|--------------|--------------|-------|--------|------|--------|-----|---------|
| 5Ø18 (12.72) | 5Ø18 (12.72) | 11.39 | 269.98 | S | 202.74 | 0.0 | 58.73 |
| 5Ø18 (12.72) | 5Ø18 (12.72) | 24.59 | 273.34 | S | 202.74 | 0.0 | 17.09 |
| 5Ø18 (12.72) | 5Ø18 (12.72) | 39.4 | 277.11 | S | 202.74 | 0.0 | 8.04 |
| 5Ø18 (12.72) | 5Ø18 (12.72) | 55.67 | 281.25 | S | 202.74 | 0.0 | 4.65 |
| 5Ø18 (12.72) | 5Ø18 (12.72) | 73.85 | 295.71 | S | 208.02 | 0.0 | 3.11 |

VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per (xr1,yr1) = (480.0/0.0)
 Piano di rottura passante per (xr2,yr2) = (480.0/460.0)
 Centro di rotazione (xro,yro) = (0.0/0.0)

Discretizzazione terreno

ALLEGATO 3 - muro h 400 bretella

| | |
|-------|----------------------------------------------------|
| Qi | Quota iniziale strato (cm); |
| Qf | Quota finale strato |
| Gamma | Peso unità di volume (KN/m ³); |
| Eps | Inclinazione dello strato. (°); |
| Fi | Angolo di resistenza a taglio (°); |
| Delta | Angolo attrito terra muro; |
| c | Coesione (kPa); |
| β | Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°); |
| Note | Nelle note viene riportata la presenza della falda |

| Qi | Qf | Gamma | Eps | Fi | Delta | c | β | Note |
|-------|-------|-------|-----|-------|-------|-----|-----|------|
| 460.0 | 380.0 | 20.0 | 0.0 | 26.56 | 26.56 | 0.0 | 0.0 | |
| 380.0 | 300.0 | 20.0 | 0.0 | 26.56 | 26.56 | 0.0 | 0.0 | |
| 300.0 | 220.0 | 19.0 | 0.0 | 19.61 | 19.61 | 0.0 | 0.0 | |
| 220.0 | 140.0 | 19.0 | 0.0 | 19.61 | 19.61 | 0.0 | 0.0 | |
| 140.0 | 60.0 | 19.0 | 0.0 | 19.61 | 19.61 | 0.0 | 0.0 | |
| 60.0 | 0.0 | 19.0 | 0.0 | 19.61 | 16.0 | 0.0 | 0.0 | |

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

| | |
|----------|-------------------------------------------------------------------|
| μ | Angolo di direzione della spinta. |
| Ka | Coefficiente di spinta attiva. |
| Kd | Coefficiente di spinta dinamica. |
| Dk | Coefficiente di incremento dinamico. |
| Kax, Kay | Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva. |
| Dkx, Dky | Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico. |

| μ | Ka | Kd | Dk | Kax | Kay | Dkx | Dky |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|
| 26.56 | 0.34 | 0.41 | 0.1 | 0.3 | 0.15 | 0.09 | 0.04 |
| 26.56 | 0.34 | 0.41 | 0.1 | 0.3 | 0.15 | 0.09 | 0.04 |
| 19.61 | 0.43 | 0.53 | 0.11 | 0.41 | 0.15 | 0.11 | 0.04 |
| 19.61 | 0.43 | 0.53 | 0.11 | 0.41 | 0.15 | 0.11 | 0.04 |
| 19.61 | 0.43 | 0.53 | 0.11 | 0.41 | 0.15 | 0.11 | 0.04 |
| 16.0 | 0.44 | 0.53 | 0.11 | 0.42 | 0.12 | 0.11 | 0.03 |

Spinte risultanti e punto di applicazione

| | |
|----------|--------------------------------------------------------|
| Qi | Quota inizio strato. |
| Qf | Quota inizio strato. |
| Rpx, Rpy | Componenti della spinta nella zona j-esima (kN); |
| Z(Rpx) | Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm); |
| Z(Rpy) | Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm); |

| | Qi | Qf | Rpx | Rpy | z(Rpx) | z(Rpy) |
|---|-------|-------|-------|------|--------|--------|
| 1 | 460.0 | 380.0 | 2.66 | 1.06 | 406.67 | 406.67 |
| 2 | 380.0 | 300.0 | 7.98 | 3.17 | 335.56 | 335.56 |
| 3 | 300.0 | 220.0 | 14.03 | 5.2 | 256.79 | 257.51 |
| 4 | 220.0 | 140.0 | 20.79 | 7.14 | 177.83 | 178.19 |
| 5 | 140.0 | 60.0 | 27.55 | 9.09 | 98.36 | 98.57 |
| 6 | 60.0 | 0.0 | 25.15 | 8.0 | 29.22 | 29.43 |

SPINTE IN FONDAZIONE

Discretizzazione terreno

ALLEGATO 3 - muro h 400 bretella

| | |
|-------|----------------------------------------------------|
| Qi | Quota iniziale strato (cm); |
| Qf | Quota finale strato |
| Gamma | Peso unità di volume (KN/m ³); |
| Eps | Inclinazione dello strato. (°); |
| Fi | Angolo di resistenza a taglio (°); |
| Delta | Angolo attrito terra muro; |
| c | Coesione (kPa); |
| β | Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°); |
| Note | Nelle note viene riportata la presenza della falda |

| Qi | Qf | Gamma | Eps | Fi | Delta | c | β | Note |
|------|-----|-------|-------|-------|-------|-----|-------|------|
| 60.0 | 0.0 | 19.0 | 180.0 | 19.61 | 16.0 | 0.0 | 180.0 | |

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

| | |
|----------|------------------------------------------------------------------|
| μ | Angolo di direzione della spinta. |
| Kp | Coefficiente di resistenza passiva. |
| Kpx, Kpy | Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva. |

| μ | Kp | Kpx | Kpy |
|-------|------|-------|-------|
| 196.0 | 1.86 | -1.78 | -0.51 |

Spinte risultanti e punto di applicazione

| | |
|----------|--------------------------------------------------------|
| Qi | Quota inizio strato. |
| Qf | Quota inizio strato. |
| Rpx, Rpy | Componenti della spinta nella zona j-esima (kN); |
| Z(Rpx) | Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm); |
| Z(Rpy) | Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm); |

| | Qi | Qf | Rpx | Rpy | z(Rpx) | z(Rpy) |
|---|------|-----|------|-------|--------|--------|
| 1 | 60.0 | 0.0 | -6.1 | -1.75 | 20.0 | 20.0 |

Sollecitazioni total i

| | |
|----|----------------------------|
| Fx | Forza in direzione x (kN); |
| Fy | Forza in direzione y (kN); |
| M | Momento (kNm); |

| | Fx | Fy | M |
|-------------------|---------------|---------------|-----------------|
| Spinta terreno | 98.17 | 33.66 | -16.5 |
| Peso muro | 4.87 | 52.96 | -13.83 |
| Peso fondazione | 5.84 | 63.56 | -150.78 |
| Sovraccarico | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Terr. fondazione | 29.41 | 320.0 | -819.54 |
| Spinte fondazione | -6.1 | -1.75 | -1.22 |
| | 132.18 | 468.43 | -1001.87 |

| | |
|-----------------------|--------------|
| Momento stabilizzante | -1236.57 kNm |
| Momento ribaltante | 234.7 kNm |

Verifica alla traslazione

ALLEGATO 3 - muro h 400 bretella

| | |
|-----------------------------------------|-------------|
| Sommatoria forze orizzontali | 138.29 kN |
| Sommatoria forze verticali | 470.18 kN |
| Coefficiente di attrito | 0.36 |
| Adesione | 0.0 kPa |
| Angolo piano di scorrimento | -360.0 ° |
| Forze normali al piano di scorrimento | 470.18 kN |
| Forze parall. al piano di scorrimento | 138.29 kN |
| Resistenza terreno | 173.57 kN |
| Coeff. sicurezza traslazione Csd | 1.26 |
| Traslazione verificata Csd>1 | |

Verifica al ribaltamento

| | |
|------------------------------------------------|--------------|
| Momento stabilizzante | -1236.57 kNm |
| Momento ribaltante | 234.7 kNm |
| Coeff. sicurezza ribaltamento Csv | 5.27 |
| Muro verificato a ribaltamento Csv>1 | |

Carico limite verticale VESIC

| | |
|----------------------------------------|------------------------|
| Somma forze in direzione x (Fx) | 132.18 kN |
| Somma forze in direzione y (Fy) | 468.43 kN |
| Somma momenti | -1001.87 kNm |
| Larghezza fondazione | 480.0 cm |
| Lunghezza | 100.0 cm |
| Eccentricità su B | 26.12 cm |
| Peso unità di volume | 19.0 KN/m ³ |
| Angolo di resistenza al taglio | 19.61 ° |
| Coesione | 0.0 kPa |
| Terreno sulla fondazione | 60.0 cm |
| Peso terreno sul piano di posa | 19.0 KN/m ³ |
| Nq | 6.15 |
| Nc | 14.47 |
| Ng | 5.1 |
| Fattori di forma | |
| sq | 1.0 |
| sc | 1.0 |
| sg | 1.0 |
| Inclinazione carichi | |
| iq | 0.52 |
| ic | 0.42 |
| ig | 0.37 |
| Fattori di profondità | |
| dq | 1.04 |
| dc | 1.06 |
| dg | 1.0 |
| Carico limite verticale (Qlim) | 489.1 kN |
| Fattore sicurezza (Csq=Qlim/Fy) | 1.04 |

Carico limite verificato Csq>1

Tensioni sul terreno

| | |
|-------------------------------|-----------|
| Ascissa centro sollecitazione | 213.88 cm |
|-------------------------------|-----------|

ALLEGATO 3 - muro h 400 bretella

| | |
|----------------------------|------------|
| Larghezza della fondazione | 480.0 cm |
| x = 0.0 cm | 129.45 kPa |
| x = 480.0 cm | 65.73 kPa |

MENSOLA A VALLE

| | |
|---------|----------------------------|
| Xprogr. | Ascissa progressiva (cm); |
| Fx | Forza in direzione x (kN); |
| Fy | Forza in direzione y (kN); |
| M | Momento (kNm); |
| H | Altezza sezione (cm); |

| Xprogr. | Fx | Fy | M | H |
|---------|------|--------|-------|------|
| 20.0 | -6.1 | -24.73 | -2.04 | 60.0 |

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

| | |
|---------|-------------------------------------------------------------|
| Afi | Area dei ferri inferiori. |
| Afs | Area dei ferri superiori. |
| Nu | Sforzo normale ultimo (kN); |
| Mu | Momento flettente ultimo (kNm); |
| Vcd | Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kN); |
| Vwd | Resistenza a taglio piegati (kN); |
| Sic. VT | Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1). |
| Vsdu | Taglio di calcolo (kN); |

| Afi | Afs | Nu | Mu | Ver. | Vcd | Vwd | Sic. VT |
|--------------|--------------|------|-------|------|--------|-----|---------|
| 5Ø18 (12.72) | 5Ø18 (12.72) | 6.19 | 277.4 | S | 208.02 | 0.0 | 8.41 |

MENSOLA A MONTE

| | |
|---------|----------------------------|
| Xprogr. | Ascissa progressiva (cm); |
| Fx | Forza in direzione x (kN); |
| Fy | Forza in direzione y (kN); |
| M | Momento (kNm); |
| H | Altezza sezione (cm); |

| Xprogr. | Fx | Fy | M | H |
|---------|-------|-------|---------|------|
| 80.0 | 25.15 | 27.92 | -194.22 | 60.0 |

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

| | |
|---------|-------------------------------------------------------------|
| Afi | Area dei ferri inferiori. |
| Afs | Area dei ferri superiori. |
| Nu | Sforzo normale ultimo (kN); |
| Mu | Momento flettente ultimo (kNm); |
| Vcd | Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kN); |
| Vwd | Resistenza a taglio piegati (kN); |
| Sic. VT | Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1). |
| Vsdu | Taglio di calcolo (kN); |

ALLEGATO 3 - muro h 400 bretella

| Afi | Afs | Nu | Mu | Ver. | Vcd | Vwd | Sic. VT |
|--------------|--------------|-------|--------|------|--------|-----|---------|
| 5Ø18 (12.72) | 5Ø18 (12.72) | 25.18 | 282.55 | S | 208.02 | 0.0 | 7.45 |

Indice

| | |
|-----------------------------------|----|
| 1.Dati generali | 9 |
| 2.Stratigrafia | 10 |
| 3.Fattori combinazione | 11 |
| 4.A1+M1+R1 [STR] | 12 |
| 4.1.1-(Peso, Baricentro, Inerzia) | 13 |
| 4.2.1-Armatura elevazione | 14 |
| 4.3.1-Sollecitazioni totali | 16 |
| 4.4.1-Armatura in fondazione | 16 |
| 5.A2+M2+R2 [GEO+STR] | 17 |
| 5.1.2-(Peso, Baricentro, Inerzia) | 18 |
| 5.2.2-Armatura elevazione | 19 |
| 5.3.2-Sollecitazioni totali | 21 |
| 5.4.2-Verifica alla traslazione | 21 |
| 5.5.2-Verifica al ribaltamento | 22 |
| 5.6.2-Carico limite | 22 |
| 5.7.2-Tensioni sul terreno | 22 |
| 5.8.2-Armatura in fondazione | 23 |
| 6.EQU+M2 [GEO+STR] | 24 |
| 6.1.3-(Peso, Baricentro, Inerzia) | 25 |
| 6.2.3-Armatura elevazione | 25 |
| 6.3.3-Sollecitazioni totali | 27 |
| 6.4.3-Verifica alla traslazione | 28 |
| 6.5.3-Verifica al ribaltamento | 28 |
| 6.6.3-Carico limite | 28 |
| 6.7.3-Tensioni sul terreno | 29 |
| 6.8.3-Armatura in fondazione | 29 |
| Indice | 31 |

COMMITTENTE:



DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE DI ANCONA

SOGGETTO TECNICO: RFI – DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE DI ANCONA
 S. O. INGEGNERIA

PROGETTAZIONE: RFI – DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE DI ANCONA
 S. O. INGEGNERIA MICROSTRUTTURA CIVILE

PROGETTO DEFINITIVO

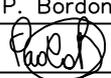
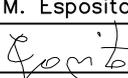
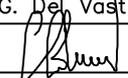
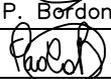
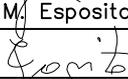
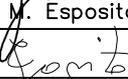
Linea : PESCARA –SULMONA–L'AQUILA–TERNI Comune : SULMONA

RIPRISTINO COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELLA LINEA PESCARA–SULMONA–TERNI
 TRA LE PROGRESSIVE KM.66+300/69+000, CON REALIZZAZIONE DELLA NUOVA
 FERMATA DI SULMONA S.RUFINA ED ADEGUAMENTO DELL'ASSETTO VIARIO DI VIA
 PARADISO CON OPERE SOSTITUTIVE DELL'EX PL KM.66+767

RELAZIONE FOTOGRAFICA

| | | |
|--|--------|----|
| | Foglio | di |
|--|--------|----|

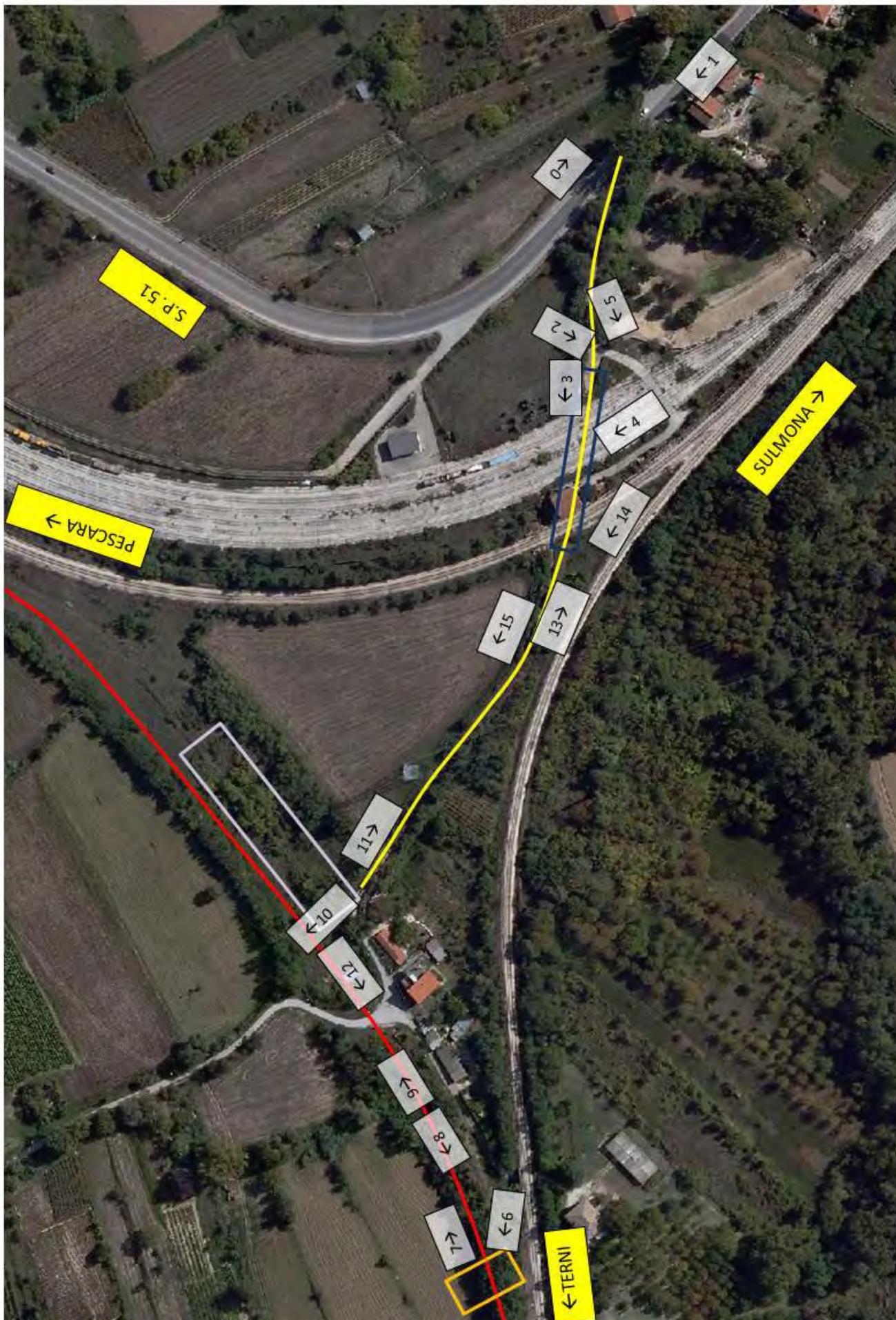
| PROGETTO/ANNO | SOTTOPR. | LIVELLO | NOME DOC. | PROGR.OP. | FASE FUNZ. | NUMERAZ. |
|---------------|----------|---------|-----------|-----------|------------|----------|
| 17 | | P D | T G | 00 | 00 | 1008 |

| Revis. | Descrizione | Progettista | Data | Verificato | Data | Approvato | Data | Autorizzato | Data |
|--------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 0 | Prima emissione | P. Bordoni  | | M. Esposito  | | G. Del Vasto  | | S. Morellina  | |
| A | 1^Revisione giugno 2018 | P. Bordoni  | 18/06/2018 | M. Esposito  | 19/06/2018 | M. Esposito  | 19/06/2018 | G. Del Vasto  | 22/06/2018 |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

| POSIZIONE ARCHIVIO | LINEA | SEDE TECN. | NOME DOC. | NUMERAZ. |
|--------------------|-------|------------|-----------|----------|
| | L506 | TR4995 | | |

| Verificato e trasmesso | Data | Convalidato | Data | Archiviato | Data |
|------------------------|------|-------------|------|------------|------|
| | | | | | |

| | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
|  | INTERVENTO: Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara | |
| RELAZIONE FOTOGRAFICA | REV 0 | FOGLIO 1 di 9 |



Ortofoto scala 1:2000 con indicazione viste fotografiche

| | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
|  | INTERVENTO: Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara | |
| RELAZIONE FOTOGRAFICA | REV 0 | FOGLIO 2 di 9 |



FOTO 0

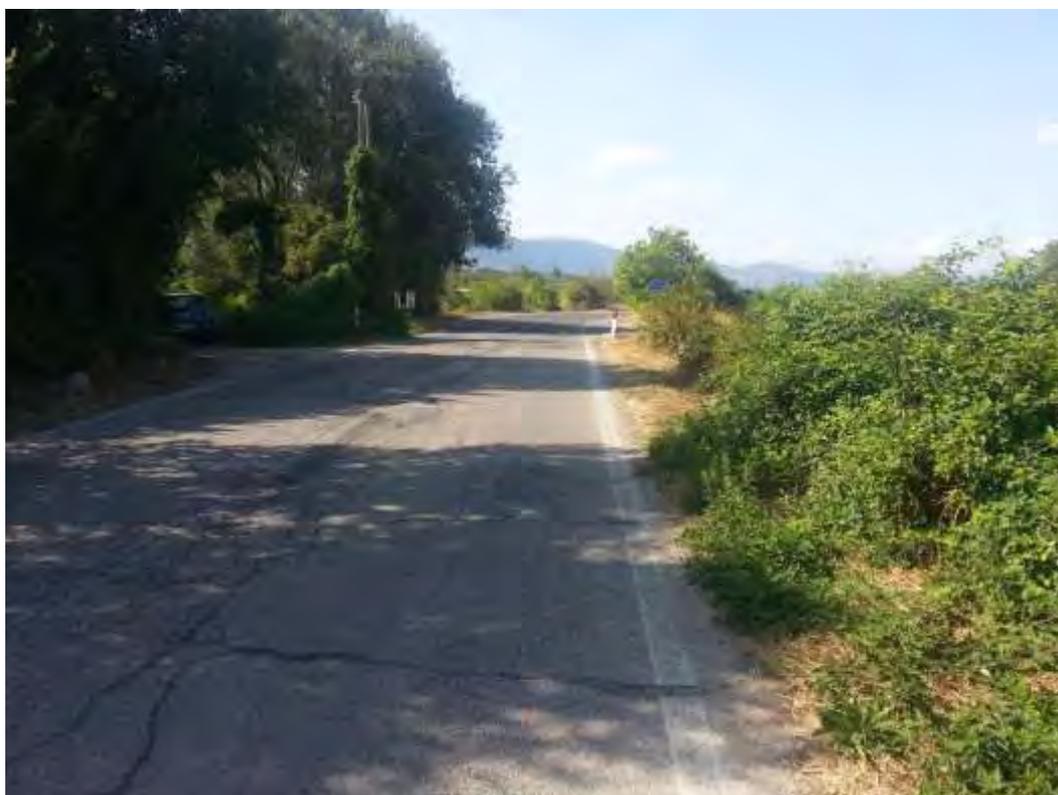


FOTO 1

| | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
|  | INTERVENTO: Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara | |
| RELAZIONE FOTOGRAFICA | REV 0 | FOGLIO 3 di 9 |



FOTO 2

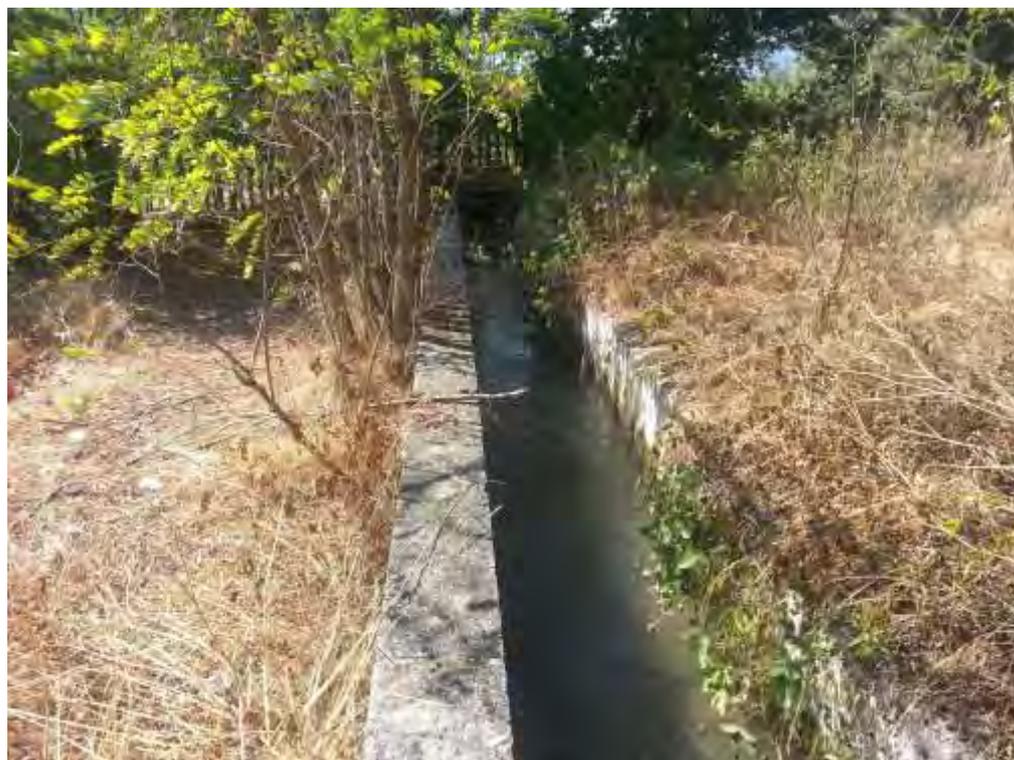


FOTO 3

| | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
|  | INTERVENTO: Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara | |
| RELAZIONE FOTOGRAFICA | REV 0 | FOGLIO 4 di 9 |



FOTO 4



FOTO 5

| | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
|  | INTERVENTO: Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara | |
| RELAZIONE FOTOGRAFICA | REV 0 | FOGLIO 5 di 9 |



FOTO 6



FOTO 7

| | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
|  | INTERVENTO: Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara | |
| RELAZIONE FOTOGRAFICA | REV 0 | FOGLIO 6 di 9 |



FOTO 8

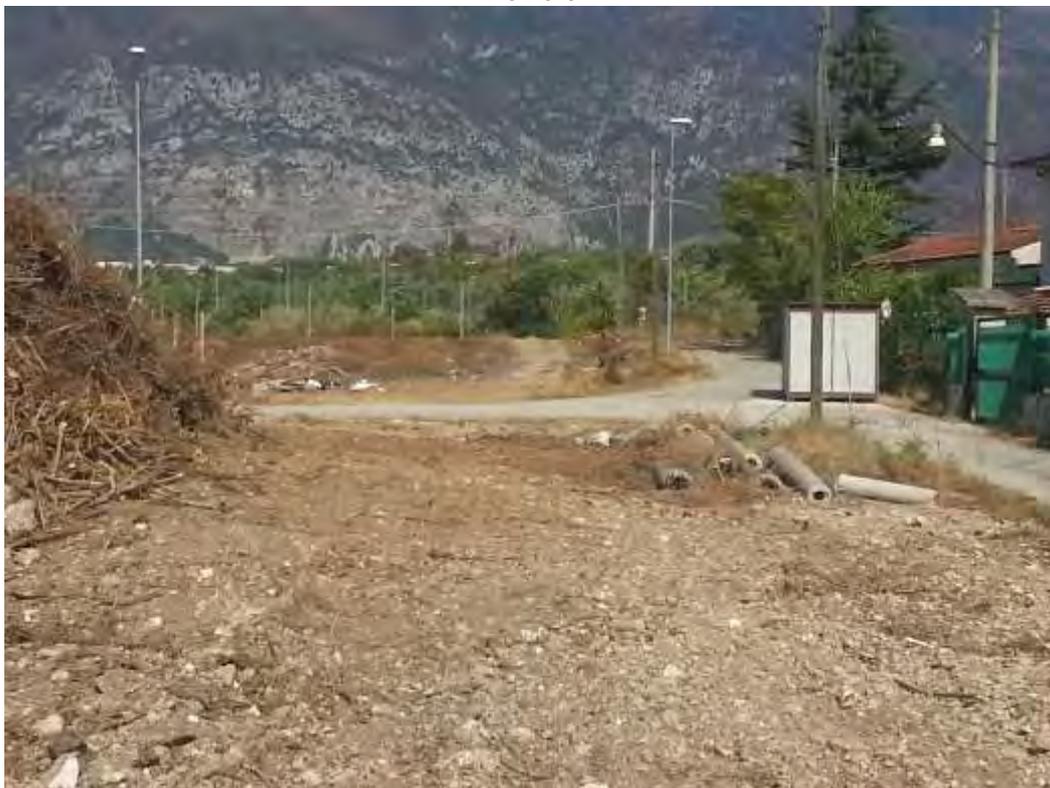


FOTO 9

| | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
|  | INTERVENTO: Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara | |
| RELAZIONE FOTOGRAFICA | REV 0 | FOGLIO 7 di 9 |



FOTO 10



FOTO 11

| | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
|  | INTERVENTO: Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara | |
| RELAZIONE FOTOGRAFICA | REV 0 | FOGLIO 8 di 9 |



FOTO 12

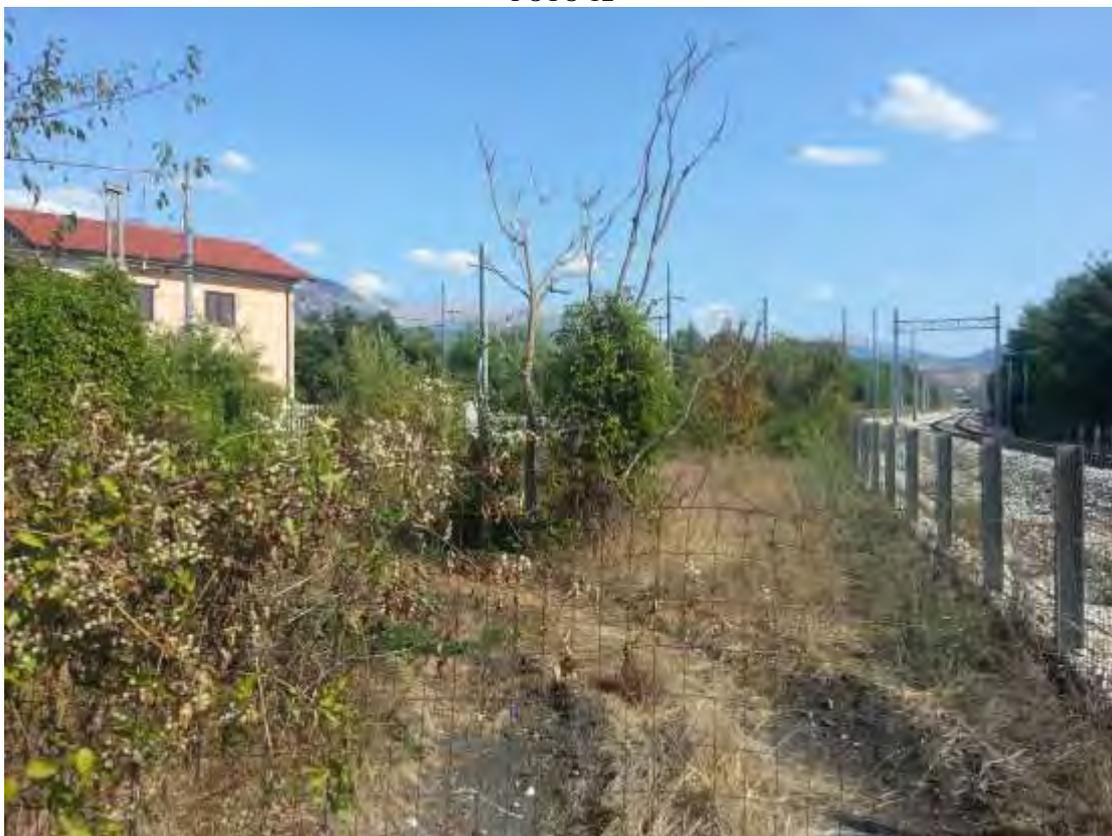


FOTO 13

| | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
|  | INTERVENTO: Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara | |
| RELAZIONE FOTOGRAFICA | REV 0 | FOGLIO 9 di 9 |



FOTO 14



FOTO 15

COMMITTENTE:



DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE DI ANCONA

SOGGETTO TECNICO: RFI – DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE DI ANCONA
 S. O. INGEGNERIA

PROGETTAZIONE: RFI – DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE DI ANCONA
 S. O. INGEGNERIA MICROSTRUTTURA CIVILE

PROGETTO DEFINITIVO

Linea : PESCARA –SULMONA–L’AQUILA–TERNI Comune : SULMONA

RIPRISTINO COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELLA LINEA PESCARA–SULMONA–TERNI
 TRA LE PROGRESSIVE KM.66+300/69+000, CON REALIZZAZIONE DELLA NUOVA
 FERMATA DI SULMONA S.RUFINA ED ADEGUAMENTO DELL’ASSETTO VIARIO DI VIA
 PARADISO CON OPERE SOSTITUTIVE DELL’EX PL KM.66+767

QUADRO ECONOMICO GENERALE

| | | | |
|--|--------|----|--|
| | Foglio | di | |
|--|--------|----|--|

| PROGETTO/ANNO | SOTTOPR. | LIVELLO | NOME DOC. | PROGR.OP. | FASE FUNZ. | NUMERAZ. |
|---------------|----------|---------|-----------|-----------|------------|----------|
| 17 | | P D | T G | 00 | 00 | 1009 |

| Revis. | Descrizione | Progettista | Data | Verificato | Data | Approvato | Data | Autorizzato | Data |
|--------|-------------------------|-------------|------------|-------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|
| 0 | Prima emissione | R.Cesario | | M. Esposito | | G. Del Vasto | | S. Morellina | |
| A | 1^Revisione giugno 2018 | R.Cesario | 18/06/2018 | M. Esposito | 19/06/2018 | M. Esposito | 19/06/2018 | G. Del Vasto | 22/06/2018 |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

| POSIZIONE ARCHIVIO | LINEA | SEDE TECN. | NOME DOC. | NUMERAZ. |
|--------------------|------------------------|------------|-------------|----------|
| | L506 | TR4995 | | |
| | Verificato e trasmesso | Data | Convalidato | Data |
| | | | | |
| | | | | |

File: 0.09

| CAP. PERIZIA | | N. | RIF. | DESCRIZIONE | IMPORTO PARZIALE | IMPORTO TOTALE |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|----------------------|----------------|
|  <p>QUADRO ECONOMICO GENERALE</p> | | INTERVENTO: Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara | | | REV | PAG |
| | | PROGETTO: Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S. Rufino e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767 | | | A | 1 di 1 |
| | | | | A) LAVORI A BASE DI GARA | | |
| 13 | 1 | A1 | Importo lavori | 9.139.340,29 | | |
| | 2 | A2 | Importo oneri sicurezza | 365.273,32 | | |
| | 3 | A3 | Importo complessivo dei lavori (A1 + A2) | | 9.504.613,61 | |
| | 4 | A4 | Spese tecniche | 190.092,27 | | |
| | | | A) IMPORTO APPALTO A BASE DI GARA | | 9.694.705,88 | |
| | | | B) SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE | | | |
| | 5 | B1 | Lavori in economia, previsti in progetto, ed esclusi dall'appalto | | 20.000,00 | |
| | 6 | B2 | Rilievi, accertamenti, indagini geognostiche, archeologiche ecc. | | 14.000,00 | |
| | 7 | B3 | Allacciamenti ai pubblici servizi (compresa fuori esercizio centrale idroelettrica) | | 50.000,00 | |
| | 8 | B4 | Spese per attività di consulenza e di supporto affidate a terzi | | | |
| | 9 | B5 | Spese per commissioni giudicatrici (di gara) G.U 88 16/04/2018 | | 25.250,00 | |
| | 10 | B6 | Spese per pubblicità (di gara) - contributo Autorità LL.PP. | | 29.400,00 | |
| | 11 | B7 | Spese per analisi e collaudi affidati a terzi | | 25.080,00 | |
| 14 | 12 | B8 | Progettazione e Direzione Lavori | | | |
| | 12a | | Progettazione Definitiva, Sicurezza in fase di progettazione | 45.507,85 | | |
| | 12b | | Direzione Lavori, Sicurezza in fase d'esecuzione | 60.000,00 | | |
| | | | Importo B8) - Progettazione e Direzione Lavori | | 105.507,85 | |
| 15 | 13 | B9 | Lavori in amministrazione | | 100.875,55 | |
| | 14 | B10 | Noleggio autovettura (carburante, telepass ecc.) | | | |
| 17 | 15 | B11 | Materiali diversi (carta, oli ecc.) | | | |
| 16 | 16 | B12 | Materiali di Magazzino FS (come da cme-PD) | | 486.158,33 | |
| 19 | 17 | B13 | Acquisizione aree o immobili | | 222.670,00 | |
| 21 | 18 | B15 | Trasporti di Gruppo | | 25.046,37 | |
| 24 | 19 | B16 | Materiali gestione centralizzata (pietrisco) | | | |
| | 20 | B17 | Contributo Autorità Lavori Pubblici | | | |
| 22 | 21 | B18 | Costi INARCASSA Gruppo | | | |
| 23 | 22 | B19 | Costi INARCASSA Terzi (già compresi nelle spese tecniche) | | | |
| | 23 | B20 | Imprevisti sui lavori in appalto | 10.000,00 | | |
| | | | Imprevisti sulle spese tecniche | 10.414,50 | | |
| | | | Importo B19) - Imprevisti | | 20.414,50 | |
| 20 | 24 | B21 | Spese Generali | | 180.891,52 | |
| | 25 | B21 | I.V.A. | | | |
| | | | Importo B21) - I.V.A. | | | |
| | | | B) SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE | | 1.305.294,12 | |
| | | A+B | IMPORTO TOTALE (PR + RE) | €. | 11.000.000,00 | |

COMMITTENTE:



DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE DI ANCONA

SOGGETTO TECNICO: RFI – DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE DI ANCONA
 S. O. INGEGNERIA

PROGETTAZIONE: RFI – DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE DI ANCONA
 S. O. INGEGNERIA MICROSTRUTTURA CIVILE

PROGETTO DEFINITIVO

Linea : PESCARA –SULMONA–L’AQUILA–TERNI Comune : SULMONA

RIPRISTINO COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELLA LINEA PESCARA–SULMONA–TERNI
 TRA LE PROGRESSIVE KM.66+300/69+000, CON REALIZZAZIONE DELLA NUOVA
 FERMATA DI SULMONA S.RUFINA ED ADEGUAMENTO DELL’ASSETTO VIARIO DI VIA
 PARADISO CON OPERE SOSTITUTIVE DELL’EX PL KM.66+767

PERIZIA DI SPESA E QUADRO ECONOMICO ARM

| | | | |
|--|--------|----|--|
| | Foglio | di | |
|--|--------|----|--|

| PROGETTO/ANNO | SOTTOPR. | LIVELLO | NOME DOC. | PROGR.OP. | FASE FUNZ. | NUMERAZ. |
|---------------|----------|---------|-----------|-----------|------------|----------|
| 17 | | P D | T G | 00 | 00 | 1010 |

| Revis. | Descrizione | Progettista | Data | Verificato | Data | Approvato | Data | Autorizzato | Data |
|--------|--------------------------|-----------------|------------|-------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|
| 0 | Prima emissione | M. Abbatantuoni | | M. Esposito | | G. Del Vasto | | S. Morellina | |
| A | 1^ Revisione giugno 2018 | M. Abbatantuoni | 18/06/2018 | M. Esposito | 19/06/2018 | M. Esposito | 19/06/2018 | G. Del Vasto | 22/06/2018 |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

| POSIZIONE ARCHIVIO | LINEA | SEDE TECN. | NOME DOC. | NUMERAZ. |
|--------------------|------------------------|------------|-------------|----------|
| | L506 | TR4995 | | |
| | Verificato e trasmesso | Data | Convalidato | Data |
| | | | | |
| | | | | |



Direzione Territoriale Produzione Ancona

S.O. Ingegneria – U.O. Civile

Il Responsabile

Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara

PROGETTO : Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufino e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767

Per Capitoli di Perizia:

| CAPITOLI | PROPOSTA ORIGINARIA (1) | Proposte suppletive aggiuntive di variante | | |
|----------------------------------------|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------|-----------------------------------------------------------------------|
| | | Riduzione d'impegno (-), spese suppletive (+) varianti già autorizzate (=) (2) | | Spesa suppletiva aggiuntiva e varianti da autorizzare 4=3-(1+2) |
| Cap. 13: Prestazioni di Terzi | € 1.404.404,07 | p.m. | p.m. | p.m. |
| Cap. 14: Prog. Dir. Lavori Gruppo | € 105.507,85 | p.m. | p.m. | p.m. |
| Cap. 15: Lavori in Economia | € 22.000,00 | p.m. | p.m. | p.m. |
| Cap. 16: Materiali d'Armamento | € 310.000,00 | p.m. | p.m. | p.m. |
| Cap. 17: Materiali Diversi | p.m. | p.m. | p.m. | p.m. |
| Cap. 18: Trasporti | p.m. | p.m. | p.m. | p.m. |
| Cap. 19: Espropri | p.m. | p.m. | p.m. | p.m. |
| Cap. 20: Spese Generali | € 38.088,08 | p.m. | p.m. | p.m. |
| Cap. 21: Costi Trasporto Gruppo | € 20.000,00 | p.m. | p.m. | p.m. |
| Cap. 22: Cont. Incassa Gruppo | p.m. | p.m. | p.m. | p.m. |
| Cap. 23: Cont. Incassa Terzi | p.m. | p.m. | p.m. | p.m. |
| Cap. 24: Materiali gest. Centralizzata | p.m. | p.m. | p.m. | p.m. |
| Cap. 25: Oneri Diversi Terzi | p.m. | p.m. | p.m. | p.m. |
| Cap. 26: Oneri Diversi Gruppo | p.m. | p.m. | p.m. | p.m. |
| TOTALE (€) | € 1.900.000,00 | € | | € |



Direzione Territoriale Produzione Ancona
 S.O. Ingegneria – U.O. Civile
 Il Responsabile

Intervento: Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara

PROGETTO : Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufino e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767

| VOCE DI TARIFFA n° | TIPOLOGIA DI LAVORO | UN. MIS. | QUANTITA' | PREZZO TARIFFA AM 2017 | INCREMENTI CONTRATTUALI | COSTO TOTALE |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------|------------------------|-------------------------|--------------|
| AM.BN.A.2101.B | Costruzione di binario, da eseguirsi sia in linea che nelle stazioni, impiegando rotaie di lunghezza fino a ml 36 e traverse in cap da costituire in I.r.s. | ml. | 1.000 | 32,44 | | 32.440,00 |
| AM.BN.A.2101.J | Sovrapprezzo nel caso di impiego di traverse di peso superiore a kg 300 | ml. | 1.000 | 1,06 | | 1.060,00 |
| AM.BN.B.2102.A | Costruzione brevi tratti di binario, con traverse in cap | ml | 200 | 42,49 | | 8.498,00 |
| AM.BN.B.2102.F | Compenso aggiuntivo per la costruzione fuori opera e successivamente varato | ml | 200 | 3,81 | | 762,00 |
| AM.BN.C.5101.A | Demolizione binario corrente, con rotaie di peso uguale o superiore a km 46 per metro | ml | 100 | 6,39 | | 639,00 |
| AM.BN.H.2102.B | Posa in opera G.I.I. su binari fuori esercizio | ml | 120 | 11,97 | | 1.436,40 |
| AM.CC.B.2101.A | Formazione di cunicoli laterali | ml | 2.000 | 11,70 | | 23.400,00 |
| AM.LL.G.2101.A | Stabilizzazione dinamica della massicciata | ml | 1.200 | 2,50 | | 3.000,00 |
| AM.ML.A.21 01.C | Scarico da carri ferroviari di tipo a tramoggia di pietrisco | mc | 8.000 | 1,15 | | 14.918,92 |
| AM.ML.D.2101.A | Scarico,spandimento e regolare spianatura di pietrischetto o detriti di cava, tramite scarico diretto sulle banchine | mc | 1.400 | 15,95 | | 40.194,00 |
| AM.ML.E.2101.A | Scarico di materie di rifiuti terrose o ghiaiose provenienti dai lavori previsti in contratto | mc | 9.000 | 1,73 | | 28.026,00 |
| AM.ML.G.2102.B | Scarico in sede di costruzione binario, di rotaie di lunghezza pari a 108 ml o superiore da carri ferroviari | n° | - | 38,50 | | - |
| AM.ML.L.2 101.B | Carico su carri di qualunque tipo di pietrisco, pietrischetto e detrito di cava ecc.. Depositato su aree site nell' ambito delle stazioni limitrofe | mc | 8.000 | 2,66 | | 38.304,00 |
| AM.ML.M.2101.A | Carico su carri di qualunque tipo, di materie terrose o ghiaiose, provenienti dalla vagliatura o asportazione totale della massicciata | mc | 9.000 | 3,99 | | 35.910,00 |
| AM.ML.S.2101.A | Regolarizzazione delle banchine di piattaforma, dei sentieri pedonali lungo linea | ml. | 2.000 | 1,97 | | 7.092,00 |
| AM.ML.S.2101.B | Regolarizzazione delle banchine di piattaforma, dei sentieri pedonali lungo linea a sé stante | ml. | 1.000 | 2,66 | | 2.660,00 |
| AM.PB.E.2101.A | Posa in opera di paraurti ad azione frenante di tipo 1 | n° | 2 | 1.854,00 | | 3.708,00 |
| AM.RO.I.2101.A | Taglio con sega, eseguito su rotaie in opera | n° | 100 | 15,31 | | 1.531,00 |
| AM.RO.I.2101.B | Taglio con sega, eseguito su rotaie in fuori opera | n° | 200 | 11,70 | | 4.212,00 |
| AM.RO.L.2101.A | Taglio con canello, eseguito su rotaie in opera e fuori opera | n° | 200 | 3,99 | | 1.436,40 |
| AM.RO.M.2101.A | Taglio con canello, eseguito su caviglie in opera e fuori opera | n° | 1.500 | 2,39 | | 6.453,00 |
| AM.RO.N.2101.A | Taglio con canello, eseguito su chiavarde in opera e fuori opera | n° | 1.200 | 2,13 | | 4.600,80 |
| AM.SB.A.2103.B | Montaggio in opera di scambi semplici o intersezioni del tipo 60 UNI posati su CAP di qualsiasi tangente esclusi quelli di tangente 0,074, 0,094, 0,055, 0,040, 0,040 e 0,022. | n° | 3 | 8.272,80 | | 24.818,40 |

| VOCE DI TARIFFA n° | TIPOLOGIA DI LAVORO | UN. MIS. | QUANTITA' | PREZZO TARIFFA AM 2017 | VOLUME DI LAVORO DA N. 001 A N. 015 INCREMENTI CONTRATTUALI | COSTO TOTALE |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------|---------------------------|-------------------------------------------------------------------|---------------------|
| AM.SB.A.2103.H. | Compenso aggiuntivo percentuale riferito ai prezzi del montaggio in opera per varo scambi nei casi in cui non risulti possibile il montaggio in opera dello scambio e pertanto si renda necessario il montaggio fuori opera del meccanismo ed il successivo varo. | n° | 3 | 8.272,80 | 50% | 37.227,60 |
| AM.SB.A.2103.B | Montaggio in opera di scambi semplici o intersezioni del tipo 60 UNI posati su CAP di qualsiasi tangente esclusi quelli di tangente 0,074, 0,094, 0,055, 0,040, 0,040 e 0,022. | n° | 1 | 8.239,00 | | 8.239,00 |
| AM.SB.A.2103.H. | Compenso aggiuntivo percentuale riferito ai prezzi del montaggio in opera per varo scambi nei casi in cui non risulti possibile il montaggio in opera dello scambio e pertanto si renda necessario il montaggio fuori opera del meccanismo ed il successivo varo. | n° | 1 | 8.239,00 | 50% | 12.358,50 |
| AM.SL.A.2101.B | Saldatura rotaie con procedimento alluminotermico tipo PRA | n° | 100 | 186,71 | | 16.820,72 |
| AM.SL.A.2102.D | Maggiorazione per utilizzo del crogiuolo monouso | n° | 100 | 15% | | 2.800,65 |
| AM.SL.A.2101.E | Saldatura di regolazione con procedimento elettrico a scintillio | n° | 10 | 319,17 | | 3.306,72 |
| AM.SL.B.2101.F | Saldatura di rotaie con procedimento elettrico a scintillio, su rotaie di lunghezza superiore a ml 36 | n° | 140 | 146,29 | | 18.450,99 |
| AM.SL.C.2101.F | Regolazione l.r.s., con saldatura di regolazione eseguita mediante procedimanto elettrico a scintillio | ml. | 3.000 | 4,79 | | 12.945,95 |
| AM.SL.C.2102.A | Pretensionamento del binario continuo in posa provvisoria | ml. | 1.200 | 2,29 | | 2.475,68 |
| AM.TM.A.2101.A | Trasposto con impiego di mezzi di trazione dell'Appaltatore, di treni materiali di pietrisco, pietrischetto e sabbia ecc... | mc | 18.000 | 2,40 | | 77.760,00 |
| AM.TP.A.2101.A | Falciatura di erbe dalle scarpate attigue ai binari in lavorazione | mq | 5.000 | 0,19 | | 950,00 |
| AM.TP.B.2101.A | Taglio di tutti gli arbusti ed alberi, sulle scarpate di rilevato e di trincea attigue ai binari in lavorazione | mq | 7.000 | 0,47 | | 3.290,00 |
| BA.DE.C.0103.A | Conferimento a discarica di rifiuti non pericolosi | T | 13.500 | 42,00 | | 567.000,00 |
| BA.DE.C.0106.A | Compenso per trasporto rifiuti oltre i primi 20 km | T/Km | 675.000 | 0,11 | | 111.375,00 |
| BA.RP.B.0106.A | Poligonale di precisione. | km | 1 | 309,57 | | 309,57 |
| BA.RP.B.0107.A | Livellazione geometrica di precisione. | km | 1 | 260,23 | | 260,23 |
| BA.RP.B.0109.C | Centrini metallici a testa sferica. | n° | 20 | 23,70 | | 474,00 |
| BA.RP.E.0101.A | Rilievo planoaltimetrico del binario in retta. | km | 1 | 464,81 | | 464,81 |
| BA.RP.E.0101.B | Rilievo planoaltimetrico del binario in curva. | km | 1 | 748,86 | | 748,86 |
| BA.RP.E.0102.A | Nuovo studio del tracciato in curva ed in rettilineo per i primi 300 metri, per ogni 100 metri. | m | 3 | 98,12 | | 294,36 |
| BA.RP.E.0102.B | Nuovo studio del tracciato in rettilineo per ogni 100 metri di studio oltre i primi 300 metri. | m | 7 | 49,06 | | 343,42 |
| BA.RP.E.0104.A | Rilievo della rete di raffittimento GPS | n° | 2 | 420,00 | | 840,00 |
| BA.RP.E.3100.A | Posa in opera di punti fissi. | n° | 10 | 56,81 | | 568,10 |
| | a) SOMMANO lavori a misura | | | | | 1.164.404,07 |
| | Fornitura materiali di armamento conto Impresa Appaltatrice pietrisco 1^ ctg e detrito di cava | | | | | 240.000,00 |
| | sommano | | | | | 1.404.404,07 |
| | TOTALE | ml. | | €. | | 1.404.404,07 |



Intervento: Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara

PROGETTO : Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufino e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767

CAPITOLO 15 - Lavori in Economia

| n° ord | descrizione | risorse | costo/orario | importo |
|--------|----------------------------------|---------|--------------|-------------|
| 1 | Assistenza Lavori | 220 | 56,13 | € 12.348,60 |
| 2 | Diagnostica | 40 | 56,13 | € 2.245,20 |
| 3 | Gestione,lavori, collaudo ecc... | 120 | 56,13 | € 6.735,60 |
| | arrotondamento | | | € 670,60 |
| | sommano | | Euro | € 22.000,00 |



Direzione Territoriale Produzione Ancona

S.O. Ingegneria – U.O. Civile

Il Responsabile

Intervento: Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara

PROGETTO : Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufino e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767

CAPITOLO 16 - Materiali d'armamento

| cat./prog. | descrizione | u.m. | quant. | prezzo | importo |
|----------------|--------------------------------------------------------------------|------|--------|---------------|---------------------|
| 740/692 | Paraurti ad assorbimento dinamico | cad | 2 | € 25.800,00 | € 51.600,00 |
| 712/723 | Deviatoio S60\250\0,12 - fig. 4 R1 650,00m - R2 250,00 m | cad | 1 | € 25.821,54 | € 25.821,54 |
| 722/803 | Traverse per dev. S60\250\0,12 | cad | 1 | € 12.828,91 | € 12.828,91 |
| 712/722 | Deviatoio S60\250\0,12 dx | cad | 1 | € 26.448,31 | € 26.448,31 |
| 722/802 | Traverse per dev. S60\250\0,12 dx | cad | 1 | € 13.224,23 | € 13.224,23 |
| 712/724 | Deviatoio S60\250\0,092 fig. 4 | cad | 1 | € 28.516,56 | € 28.516,56 |
| 722/804 | Traverse per dev. S60\250\0,0092 - fig. 4 R1 650,00m - R2 250,00 m | cad | 1 | € 14.516,96 | € 14.516,96 |
| 722/736 | Deviatoio S60\250\0,0094 dx | cad | 1 | € 36.831,5400 | € 36.831,54 |
| 722/806 | Traverse per dev. S60\250\0,094 | cad | 1 | € 16.356,38 | € 16.356,38 |
| 706/701 | Rotaie 60E1 da m.18 - 900A | cad | 144 | € 735,00 | € 105.840,00 |
| 722/736 | Traverse RFI 240 | cad | 2.000 | € 71,7000 | € 143.400,00 |
| 720/406 | Giunti isol.inc. 60 Uni da m. 6,00 | cad | 20 | € 1.800,200 | € 36.004,00 |
| 722/858 | Traverse sottogiunto | cad | 20 | € 419,890 | € 8.397,80 |
| 722/870 | Traverse passacavi | cad | 40 | € 358,900 | € 14.356,00 |
| | arrotondamento | | | | 2.002,20 |
| sommano | | | | Euro | € 310.000,00 |



Direzione Territoriale Produzione Ancona

S.O. Ingegneria – U.O. Civile

Il Responsabile

Intervento: Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara

PROGETTO : Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufino e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767

CAPITOLO 20 - Spese Generali (Come da convenzione FCU)

| | descrizione | importo | percentuale | importo totale |
|--|--------------------|----------------|--------------------|-----------------------|
| | Cap. 13 | € 1.404.404,1 | 2,00% | € 28.088,08 |
| | Cap. 15 | € 22.000,00 | 2,00% | € 440,00 |
| | Cap. 16 | € 310.000,00 | 2,00% | € 6.200,00 |
| | Cap. 21 | € 20.000,00 | 2,00% | € 400,00 |
| | arrotondamento | | | € 2.960,00 |
| | sommano | | Euro | € 38.088,08 |



Direzione Territoriale Produzione Ancona

S.O. Ingegneria – U.O. Civile

Il Responsabile

Intervento: Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara

PROGETTO : Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufino e conseguente ripristino ed adeguamento dell'assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL km 66+767

CAPITOLO 21 - Costo Trasporti Gruppo

| | descrizione | | | importo totale |
|--|--------------------------------------------|--|--|-----------------------|
| | Trasporto materiali di armamento (a corpo) | | | € 20.000,00 |

COMMITTENTE:



DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE DI ANCONA

SOGGETTO TECNICO: RFI – DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE DI ANCONA
 S. O. INGEGNERIA

PROGETTAZIONE: RFI – DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE DI ANCONA
 S. O. INGEGNERIA MICROSTRUTTURA CIVILE

PROGETTO DEFINITIVO

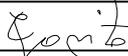
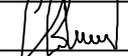
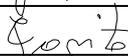
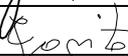
Linea : PESCARA –SULMONA–L'AQUILA–TERNI Comune : SULMONA

RIPRISTINO COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELLA LINEA PESCARA–SULMONA–TERNI
 TRA LE PROGRESSIVE KM.66+300/69+000, CON REALIZZAZIONE DELLA NUOVA
 FERMATA DI SULMONA S.RUFINA ED ADEGUAMENTO DELL'ASSETTO VIARIO DI VIA
 PARADISO CON OPERE SOSTITUTIVE DELL'EX PL KM.66+767

PERIZIA DI SPESA E QUADRO ECONOMICO OPERE CIVILI

| | | | |
|--|--------|----|--|
| | Foglio | di | |
|--|--------|----|--|

| PROGETTO/ANNO | SOTTOPR. | LIVELLO | NOME DOC. | PROGR.OP. | FASE FUNZ. | NUMERAZ. |
|---------------|----------|---------|-----------|-----------|------------|----------|
| 17 | | P D | T G | 00 | 00 | 1011 |

| Revis. | Descrizione | Progettista | Data | Verificato | Data | Approvato | Data | Autorizzato | Data |
|--------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 0 | Prima emissione | R. Cesario  | | M. Esposito  | | G. Del Vasto  | | S. Morellina  | |
| A | 1^Revisione giugno 2018 | R. Cesario  | 18/06/2018 | M. Esposito  | 19/06/2018 | M. Esposito  | 19/06/2018 | G. Del Vasto  | 22/06/2018 |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

| POSIZIONE ARCHIVIO | LINEA | SEDE TECN. | NOME DOC. | NUMERAZ. |
|--------------------|------------------------|------------|-------------|----------|
| | L506 | TR4995 | | |
| | Verificato e trasmesso | Data | Convalidato | Data |
| | | | | |
| | | | Archiviato | Data |
| | | | | |

| N. ORD. | VOCI DI TARIFFA | | | FATTORI | | | | PRODOTTI | | | |
|--------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------|------|------|-----|----------|-----------|--------|----------|
| | CODICE | DESCRIZIONE | N. PARTI | F 1 | F 2 | F 3 | F 4 | U.M. | QUANTITA' | PREZZO | IMPORTO |
| opera 2 | | | | | | | | | | | |
| Sottovia al Km. 66+775 | | | | | | | | | | | |
| LAVORO 1 INTERVENTI PRELIMINARI E BONIFICA ORDIGNI BELLICI | | | | | | | | | | | |
| 1.1 - INTERVENTI PRELIMINARI compreso opere varie armamento | | | | | | | | | | | |
| 1 | MO.CV.B.2116.B | Scopertura di cunicoli interrati <i>Linea Pescara-Sulmona</i> | 1 | 40,00 | 1,00 | 1,00 | | | 40,00 | | |
| | | | | | | | | ml | 40,00 | 4,95 | 198,00 |
| 2 | MO.CV.B.2117.C | Scopertura di cunicoli affioranti <i>Linea Pescara-Sulmona</i> | 1 | 40,00 | 1,00 | 1,00 | | | 40,00 | | |
| | | | | | | | | ml | 40,00 | 4,87 | 194,80 |
| 3 | MO.CA.C.5112.C | Rimozione d'opera di cunicoli affioranti <i>Linea Pescara-Sulmona</i> <i>Piazzale raccordo Ind.le</i> | 1 | 40,00 | 1,00 | 1,00 | | | 40,00 | | |
| | | | 1 | 40,00 | 1,00 | 1,00 | | | 40,00 | | |
| | | | | | | | | ml | 80,00 | 11,28 | 902,40 |
| 4 | MO.CA.C.2107.E | Posa in opera di cunicoli affioranti <i>Linea Pescara-Sulmona</i> <i>Piazzale raccordo Ind.le</i> | 1 | 40,00 | 1,00 | 1,00 | | | 40,00 | | |
| | | | 1 | 40,00 | 1,00 | 1,00 | | | 40,00 | | |
| | | | | | | | | ml | 80,00 | 20,76 | 1.660,80 |
| 5 | OM.OMA.5 36.B | Rimozione d'opera di lastroni in cls <i>Piazzale raccordo Ind.le</i> | 2 | 40,00 | 1,00 | 1,00 | | | 80,00 | | |
| | | | | | | | | ml | 80,00 | 3,06 | 244,80 |
| 6 | MO.CV.A.2107.A | Scopertura di cavi di qualsiasi tipo e sezione <i>Linea Pescara-Sulmona</i> <i>Piazzale raccordo Ind.le</i> | 20 | 40,00 | 1,00 | 1,00 | | | 800,00 | | |
| | | | 10 | 40,00 | 1,00 | 1,00 | | | 400,00 | | |
| | | | | | | | | ml | 1200,00 | 2,11 | 2.532,00 |
| 7 | MO.CV.A.2110.B | Sollevamento cavi con sospensione <i>Linea Pescara-Sulmona</i> <i>Piazzale raccordo Ind.le</i> | 20 | 40,00 | 1,00 | 1,00 | | | 800,00 | | |
| | | | 10 | 40,00 | 1,00 | 1,00 | | | 400,00 | | |
| | | | | | | | | ml | 1200,00 | 0,61 | 732,00 |
| 8 | MO.CV.A.2110.C | Rimessa in sito cavi <i>Linea Pescara-Sulmona</i> <i>Piazzale raccordo Ind.le</i> | 20 | 40,00 | 1,00 | 1,00 | | | 800,00 | | |
| | | | 10 | 40,00 | 1,00 | 1,00 | | | 400,00 | | |
| | | | | | | | | ml | 1200,00 | 0,21 | 252,00 |
| | | | | | | | | | | | 6.716,80 |
| 9 | AM.BN.C.5101.A | Demolizione binario corrente, con rotaie di peso uguale o superiore a km 46 per metro <i>Piazzale raccordo Ind.le</i> | 6 | 40,00 | | | | | 240,00 | | |
| | | | | | | | | ml | 240,00 | 6,39 | 1.533,60 |
| 10 | AM.RO.L.2101.A | Taglio con cannello, eseguito su rotaie in opera e fuori opera <i>Piazzale raccordo Ind.le</i> | 50 | 1,00 | | | | | 50,00 | | |
| | | | | | | | | n | 50,00 | 3,99 | 199,50 |
| 11 | AM.RO.M.2101.A | Taglio con cannello, eseguito su rotaie in opera e fuori opera <i>Piazzale raccordo Ind.le</i> | 50 | 1,00 | | | | | 50,00 | | |
| | | | | | | | | n | 50,00 | 2,39 | 119,50 |
| 12 | AM.ML.Q.2101.A | Scavi di materie di qualsiasi natura, durezza e consistenza e relativo carico trasporto e scarico per conferimento su aree ferroviarie (siti di riutilizzo) delle materie di scavo riutilizzabili tal quali, utilizzando mezzi stradali forniti dall' Appaltatore <i>Piazzale raccordo Ind.le</i> | 6 | 40,00 | 3,50 | 0,50 | | | 420,00 | | |
| | | | | | | | | mc | 420,00 | 5,31 | 2.230,20 |
| 13 | AM.BN.A.2101.B | Costruzione di binario, da eseguirsi sia in linea che nelle stazioni, impiegando rotaie di lunghezza fino a ml 36 e traverse in cap da costituire in l.r.s. <i>Piazzale raccordo Ind.le</i> | 6 | 40,00 | | | | | 240,00 | | |
| | | | | | | | | ml | 240,00 | 32,44 | 7.785,60 |
| 14 | AM.BN.A.2101.J | Sovrapprezzo nel caso di impiego di traverse di peso superiore a kg 300 | | | | | | | | | |

| N. ORD. | VOCI DI TARIFFA | | | FATTORI | | | | PRODOTTI | | | |
|---------|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------|------|------|------|----------|-------------------|--------|------------|
| | CODICE | DESCRIZIONE | N. PARTI | F 1 | F 2 | F 3 | F 4 | U.M. | QUANTITA' | PREZZO | IMPORTO |
| | | <i>Piazzale raccordo Ind.le</i> | 6 | 40,00 | | | | | 240,00 | | |
| | | | | | | | | ml | 240,00 | 1,06 | 254,40 |
| 15 | AM.SL.C.2102.A | Pretensionamento del binario continuo in posa provvisoria | | | | | | | | | |
| | | <i>Piazzale raccordo Ind.le</i> | 12 | 40,00 | | | | | 480,00 | | |
| | | | | | | | | ml | 480,00 | 2,29 | 1.099,20 |
| | AM.SL.B.2101.D | Saldatura di rotaie con procedimento elettrico a scintillio, su rotaie di qualsiasi lunghezza, in sede di regolazione l.r.s. | | | | | | | | | |
| | | <i>Piazzale raccordo Ind.le</i> | 12 | 1,00 | | | | | 12,00 | | |
| | | | | | | | | n | 12,00 | 239,38 | 2.872,56 |
| 16 | AM.SL.B.2101.F | Saldatura di rotaie con procedimento elettrico a scintillio, su rotaie di lunghezza superiore a ml 36 | | | | | | | | | |
| | | <i>Piazzale raccordo Ind.le</i> | 30 | 1,00 | | | | | 30,00 | | |
| | | | | | | | | n | 30,00 | 195,05 | 5.851,50 |
| 17 | AM.RO.I.2101.A | Taglio con sega, eseguito su rotaie in opera | | | | | | | | | |
| | | <i>Piazzale raccordo Ind.le</i> | 10 | 1,00 | | | | | 10,00 | | |
| | | | | | | | | n | 10,00 | 15,31 | 153,10 |
| 18 | AM.TM.A.2101.A | Trasposto con impiego di mezzi di trazione dell'Appaltatore, di treni materiali di pietrisco, pietrischetto e sabbia ecc... | | | | | | | | | |
| | | <i>Piazzale raccordo Ind.le</i> | 6 | 40,00 | 3,50 | 0,50 | | | 420,00 | | |
| | | | | | | | | mc | 420,00 | 2,40 | 1.008,00 |
| 19 | AM.ML.E.2101.A | Scarico di materie di rifiuti terrose o ghiaiose provenienti dai lavori previsti in contratto | | | | | | | | | |
| | | <i>Piazzale raccordo Ind.le</i> | 6 | 40,00 | 3,50 | 0,50 | | | 420,00 | | |
| | | | | | | | | mc | 420,00 | 1,73 | 726,60 |
| 20 | AM.ML.L.2 101.B | Carico su carri di qualunque tipo di pietrisco, pietrischetto e detrito di cava ecc.. Depositato su aree site nell' ambito delle stazioni limitrofe | | | | | | | | | |
| | | <i>Piazzale raccordo Ind.le</i> | 6 | 40,00 | 3,50 | 0,10 | | | 84,00 | | |
| | | | | | | | | mc | 84,00 | 2,66 | 223,44 |
| 21 | AM.BN.H.2103.A | Posa in opera G.I.I. | | | | | | | | | |
| | | <i>Piazzale raccordo Ind.le</i> | 1 | 36,00 | | | | | 36,00 | | |
| | | | | | | | | ml | 36,00 | 8,78 | 316,08 |
| 22 | AM.SL.A.2101.E+ AM.SL.B.2101.G | Saldatura di regolazione con procedimento alluminotermico, eseguita con crogiolo monouso | | | | | | | | | |
| | | <i>Piazzale raccordo Ind.le</i> | 1 | 8,00 | | | | | 8,00 | | |
| | | | | | | | | n | 8,00 | 186,71 | 1.493,71 |
| | | Fornitura materiali di armamento conto Impresa Appaltatrice pietrisco 1^ ctg detrito di cava SOMMANO totale materiali | | | | | | mc | 420,00 | 48,20 | 20.244,00 |
| | | | | | | | | mc | 20,00 | 21,05 | 421,00 |
| | | | | | | | | | | | 20.665,00 |
| 23 | BA.DE.C.0110.A | Compenso per il conferimento dei rifiuti appartenenti al capitolo dei codici CER 19 in discariche per rifiuti non pericolosi | | | | | | | | | |
| | | <i>Piazzale raccordo Ind.le</i> | 6 | 40,00 | 3,50 | 0,50 | 1,80 | | 756,00 | | |
| | | | | | | | | ton | 756,00 | 75,00 | 56.700,00 |
| 24 | BA.DE.C.0106.A | Compenso per il trasporto dai luoghi di produzione (cantiere o impianto ferroviario) dei sottoprodotti provenienti dagli scavi al luogo di destino ovvero dei rifiuti in discarica o impianti di recupero | | | | | | | | | |
| | | <i>Piazzale raccordo Ind.le</i> | 20 | 756,00 | | | | | 15.120,00 | | |
| | | | | | | | | to/Km | 15120,00 | 0,11 | 1.663,20 |
| | | | | | | | | | | | 104.895,19 |
| | | IMPORTO LAVORO 1,1 - INTERVENTI PRELIMINARI compreso opere varie armamento | | | | | | €. | 111.611,99 | | |
| | | 1.2 - BONIFICA O.B. SOTTOVIA E AREA DI CANTIERE | | | | | | | | | |

| N. ORD. | VOCI DI TARIFFA | | FATTORI | | | | PRODOTTI | | | | |
|---------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|------|------|-----------|------|-------------------|--------|----------|
| | CODICE | DESCRIZIONE | N. PARTI | F 1 | F 2 | F 3 | F 4 | U.M. | QUANTITA' | PREZZO | IMPORTO |
| 25 | BA.OB.A.0101.A | Taglio di vegetazione di ogni genere | 1 | 2.000,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 2.000,00 | | |
| | | | | | | | | mq | 2.000,00 | 0,28 | 560,00 |
| 26 | BA.OB.B.0101.A | Ricerca e localizzazione di ordigni ed altri manufatti bellici interrati da eseguire fino a 100 cm di profondità, con l'impiego di apparato rilevatore, in assenza di acqua | 1 | 2.000,00 | | 1,00 | 1,00 | | 2.000,00 | | |
| | | | | | | | | mq | 2000,00 | 0,30 | 600,00 |
| 27 | BA.OB.A.0102.A | Ricerca individuale e localizzazione di ordigni esplosivi interrati oltre i 100 cm di profondità a mezzo perforazioni, in assenza di acqua Zona da bonificare | 1 | 2.000,00 | | 1,00 | 1,00 | | 2.000,00 | | |
| | | | | | | | | mq | 2000,00 | 2,40 | 4.800,00 |
| 28 | BA.OB.C.0101.B | Scavo di profondità su aree ristrette per ricerca ed avvicinamento ad ordigni esplosivi, compiuti con idonei mezzi meccanici, e connesso uso dell'apparato rilevatore. Si considera il 4% dell'area da bonificare | 1 | 2.000,00 | 3,00 | 41% | 0,04 | | 98,40 | | |
| | | Profondità 3 m | 1 | 2.000,00 | 5,00 | 28% | 0,04 | | 112,00 | | |
| | | Profondità 5 m | 1 | 2.000,00 | 7,00 | 31% | 0,04 | | 173,60 | | |
| | | Profondità 7 m | | | | | | mc | 384,00 | 7,30 | 2.803,20 |
| 29 | BA.OB.C.0101.C | Scavo per scoprimento di ordigni esplosivi da eseguire esclusivamente a mano e connesso uso dell'apparato rilevatore. Si considera il 4% dello scavo di profondità | 1 | 384,00 | | | 0,04 | | 15,36 | | |
| | | | | | | | | mc | 15,36 | 262,40 | 4.030,46 |
| | | IMPORTO LAVORO 1.2 - BONIFICA | | | | | €. | | 12.793,66 | | |
| | | INTERVENTI PRELIMINARI E BONIFICA ORDIGNI BELLICI | | | | | €. | | 124.405,66 | | |

| N. ORD. | VOCI DI TARIFFA | | | FATTORI | | | | PRODOTTI | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------|-----|-----|-------|----------|-----------|----------------|--------------------|
| | CODICE | DESCRIZIONE | N. PARTI | F 1 | F 2 | F 3 | F 4 | U.M. | QUANTITA' | PREZZO | IMPORTO |
| | LAVORO 2 | SOSTEGNO PONTE GUIDO | | | | | | | | | |
| 1 | BA.PD.A.3104.H | micropali ponte Gui.Do. N° 8 L=14,00 diametro foro 300 | 8 | 18 | | | | | 144,00 | | |
| | | Sommano | | | | | | m | 144,00 | 45,22 | 6.511,68 |
| 2 | BA.PD.A.3015.B | micropali ponte Gui.Do. N° 8 L=14,00 diametro tubo 219,1x sp10mm | 8 | 18 | | | 51,60 | | 7430,40 | | |
| | | Sommano | | | | | | kg | 7430,40 | 1,08 | 8.024,83 |
| 3 | BA.MT.A.3003.A | scavo per realizzazione plinti appoggio travi principali (1,60x0,90x0,60) | 4 | 1,8 | 1,1 | | 1,70 | | 13,46 | | |
| | | Sommano | | | | | | mc | 13,46 | 3,22 | 43,35 |
| 4 | BA.MT.A.3 07.A | Scavi di fondazione eseguiti sotto binari in esercizio. | | | | | | | | | |
| | | scavo per realizzazione plinti appoggio travi principali (1,60x0,90x0,60) | 4 | 1,8 | 1,1 | | 1,70 | | 13,46 | | |
| | | Sommano | | | | | | mq | 13,46 | 3,16 | 42,55 |
| 5 | BA.MT.A.3 02.A | Compenso per scavi entro scarpate di rilevati ferroviari in esercizio, al metro quadrato di parete armata. | | | | | | | | | |
| | | protezione pietrisco e scarpata fronte binario | 4 | 1,8 | | | 1,70 | | 12,24 | | |
| | | protezione pietrisco e scarpata laterali | 8 | 1,2 | | | 1,70 | | 16,32 | | |
| | | Sommano | | | | | | mq | 28,56 | 4,21 | 120,24 |
| 6 | BA.CZ.A.3 01.E | Conglomerato cementizio per strutture di fondazione, della classe di resistenza C28/35 N/mm2 | | | | | | | | | |
| | | plinti appoggio travi principali | 4 | 1,6 | 0,9 | | 0,60 | | 3,46 | | |
| | | Sommano | | | | | | mc | 3,46 | 85,72 | 296,25 |
| 7 | BA.CZ.A.3 03.B | Presenza di armature metalliche nel conglomerato cementizio nelle quali l'armatura abbia un'incidenza superiore a 50 Kg/m3. | | | | | | | | | |
| | | plinti appoggio travi principali | 4 | 1,6 | 0,9 | | 0,60 | | 3,46 | | |
| | | Sommano | | | | | | mc | 3,46 | 5,38 | 18,59 |
| 8 | BA.CZ.A.3 04.A | Casseforme per strutture in fondazione, per cordoli di ripartizione, per cunette, per muretti di marciapiedi e similari. | | | | | | | | | |
| | | plinti appoggio travi principali | 8 | 1,6 | | | 0,60 | | 7,68 | | |
| | | plinti appoggio travi principali | 8 | 0,9 | | | 0,60 | | 4,32 | | |
| | | Sommano | | | | | | mq | 12,00 | 9,82 | 117,84 |
| 9 | BA.CZ.A.3 09.B | Acciaio, in barre ad aderenza migliorata, per strutture in conglomerato cementizio armato, del tipo B 450 C, di cui alla sottovoce BA.ME.A.102.C. | | | | | | | | | |
| | | n° 6+6 ferri a U 0,55+1,50+0,55=2,60 diam.20mm | 4 | 12 | 2,6 | | 2,47 | | 308,26 | | |
| | | n° 6+6 ferri a U 0,55+0,80+0,55=1,90 diam.20mm | 4 | 12 | 1,9 | | 2,47 | | 225,26 | | |
| | | Sommano | | | | | | kg | 533,52 | 0,87 | 464,16 |
| SOMANO lavori realizzati con interruzione notturna | | | | | | | | | | sommano | € 15.639,49 |
| Maggiorazione : BA.MT.A.3100.B Per interruzione di durata media maggiore o uguale a 4 ore ed inferiore a 4 ore e 30 minuti. 14% | | | | | | | | | | sommano | € 2.189,53 |
| Maggiorazione: BA.MT.A.3100.L Per interruzione di durata media maggiore o uguale a 4 ore ed inferiore a 4 ore e 30 minuti: NOTTURNA 15% | | | | | | | | | | sommano | € 1.861,37 |
| Totale lavori realizzati con interruzione notturna | | | | | | | | | | sommano | € 19.690,39 |

| N. ORD. | VOCI DI TARIFFA | | FATTORI | | | | PRODOTTI | | | | |
|---------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------|-------|------|----------|--------|-------------------|-----------|------------|
| | CODICE | DESCRIZIONE | N. PARTI | F 1 | F 2 | F 3 | F 4 | U.M. | QUANTITA' | PREZZO | IMPORTO |
| 10 | PM.OV.A.3102.A | Realizzazione del Ponte GUIDO per il sostegno provvisorio di un binario (per linee a singolo o doppio binario). | | | | | | | | | |
| | | Installazione del sostegno provvisorio Gui.Do. Varato la notte | 1 | | | | | | 1,00 | | |
| | | Sommano | | | | | | cad | 1,00 | 43.500,00 | 43.500,00 |
| 11 | PM.OV.A.3102.B | Utilizzo del Ponte GUIDO, per ulteriori 10 giorni, successivi al dodicesimo giorno. | | | | | | | | | |
| | | | 1 | | | | | | 10,00 | | |
| | | Sommano | | | | | | cad | 10,00 | 6.000,00 | 60.000,00 |
| | | Si presume di sostenere n° 3 binari complessivamente | | | | | | | | sommano | 123.190,39 |
| | | | | | | | | | | | 369.571,18 |
| 12 | | Fornitura materiali di armamento conto Impresa Appaltatrice | | | | | | | | | |
| | | pietrisco 1° ctg | | | | | | mc | 672,00 | 48,20 | 32.390,40 |
| | | detrito di cava | | | | | | mc | 20,00 | 21,05 | 421,00 |
| | | SOMMANO totale materiali | | | | | | | | | 32.811,40 |
| | | IMPORTO LAVORO 2 - SOSTEGNO PONTE GUIDO | | | | | | €. | 402.382,58 | | |
| | | LAVORO 3 DEMOLIZIONI | | | | | | | | | |
| 1 | BA.DE.A.5 47.A | Demolizione totale di fabbricati o corpi di fabbrica, da eseguirsi fino a 20 cm al di sotto del piano medio del marciapiede esterno. | | | | | | | | | |
| | | fabbricato principale | 1 | 10,50 | 11,20 | | 7,00 | | | 823,20 | |
| | | fabbricato rimessa 1 | 1 | 6,20 | 5,40 | | 3,00 | | | 100,44 | |
| | | fabbricato rimessa 2 | 1 | 4,50 | 8,40 | | 3,00 | | | 113,40 | |
| | | Sommano | | | | | | mc | 1037,04 | 3,46 | 3.588,16 |
| 2 | BA.DE.C.0110.A | Compenso per il conferimento dei rifiuti appartenenti al capitolo dei codici CER 19 in discariche per rifiuti non pericolosi | | | | | | | | | |
| | | fabbricato principale solai e pavimenti | 3 | 10,50 | 11,20 | 0,30 | 2,20 | | | 232,85 | |
| | | muri perimetrali | 4 | 11,20 | 0,60 | 7,00 | 2,20 | | | 413,95 | |
| | | muri perimetrali | 2 | 10,50 | 0,60 | 7,00 | 2,20 | | | 194,04 | |
| | | fondazione | 2 | 10,50 | 1,00 | 1,20 | 2,20 | | | 55,44 | |
| | | fondazione | 4 | 11,20 | 1,00 | 1,20 | 2,20 | | | 118,27 | |
| | | tramezzature | 1 | 28,00 | 1,00 | 1,00 | 2,20 | | | 61,60 | |
| | | fabbricato rimessa 1 solai e pavimenti | 2 | 6,20 | 5,40 | 0,30 | 2,20 | | | 147,31 | |
| | | muri perimetrali | 3 | 5,40 | 0,60 | 3,00 | 2,20 | | | 64,15 | |
| | | muri perimetrali | 2 | 6,20 | 0,60 | 3,00 | 2,20 | | | 49,10 | |
| | | fondazione | 2 | 6,20 | 1,00 | 1,20 | 2,20 | | | 32,74 | |
| | | fondazione | 3 | 5,40 | 1,00 | 1,20 | 2,20 | | | 35,64 | |
| | | tramezzature | 1 | 5,00 | 1,00 | 1,00 | 2,20 | | | 11,00 | |
| | | fabbricato rimessa 2 solai e pavimenti | 2 | 4,50 | 8,40 | 0,30 | 2,20 | | | 49,90 | |
| | | muri perimetrali | 3 | 4,50 | 0,60 | 3,00 | 2,20 | | | 53,46 | |
| | | muri perimetrali | 2 | 8,40 | 0,60 | 3,00 | 2,20 | | | 66,53 | |
| | | fondazione | 3 | 4,50 | 1,00 | 1,20 | 2,20 | | | 35,64 | |
| | | fondazione | 2 | 8,40 | 1,00 | 1,20 | 2,20 | | | 44,35 | |
| | | tramezzature | 1 | 5,00 | 1,00 | 1,00 | 2,20 | | | 11,00 | |
| | | Sommano | | | | | | ton | 1676,97 | 75,00 | 125.772,90 |
| 3 | BA.DE.C.0106.A | Compenso per il trasporto dai luoghi di produzione (cantiere o impianto ferroviario) dei sottoprodotti provenienti dagli scavi al luogo di destino ovvero dei rifiuti in discarica o impianti di recupero | | | | | | | | | |
| | | fabbricati | 1 | 1676,97 | | | 20,00 | | | 33539,44 | |
| | | Sommano | | | | | | ton/km | 35216,41 | 0,11 | 3.873,81 |
| 4 | BA.DE.A.5 49.A | Demolizione d'opera di recinzione formata con cancellata in conglomerato cementizio armato, completa di colonnetta di sostegno | | | | | | | | | |
| | | cancellate fabbricati esistenti | 1 | | | | 200,00 | | | 200,00 | |
| | | Sommano | | | | | | m | 200,00 | 1,64 | 328,00 |

| N. ORD. | VOCI DI TARIFFA | | FATTORI | | | | PRODOTTI | | | | |
|---------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------|-----|-----|----------|--------|-----------|--------|-----------|
| | CODICE | DESCRIZIONE | N. PARTI | F 1 | F 2 | F 3 | F 4 | U.M. | QUANTITA' | PREZZO | IMPORTO |
| 5 | BA.DE.C.0110.A | Compenso per il conferimento dei rifiuti appartenenti al capitolo dei codici CER 19 in discariche per rifiuti non pericolosi | | | | | | | | | |
| | | cancellate | 1 | 200,00 | | | 2,20 | | 440 | | |
| | | Sommano | | | | | | ton | 440,00 | 75,00 | 33.000,00 |
| 6 | BA.DE.C.0106.A | Compenso per il trasporto dai luoghi di produzione (cantiere o impianto ferroviario) dei sottoprodotti provenienti dagli scavi al luogo di destino ovvero dei rifiuti in discarica o impianti di recupero | | | | | | | | | |
| | | cancellate | 1 | 440,00 | | | 20,00 | | 8800 | | |
| | | Sommano | | | | | | ton/km | 8800,00 | 0,11 | 968,00 |
| 7 | BA.DE.A.5 06.A | Demolizione andante di pavimentazione stradale in conglomerato bituminoso, compresa l'eventuale sottostante ossatura di pietrame. | | | | | | | | | |
| | | strada ex casello | 1 | 100,00 | 3 | | 0,30 | | 90 | | |
| | | Sommano | | | | | | mc | 90,00 | 7,24 | 651,60 |
| 8 | BA.DE.C.0110.A | Compenso per il conferimento dei rifiuti appartenenti al capitolo dei codici CER 19 in discariche per rifiuti non pericolosi | | | | | | | | | |
| | | strada ex casello | 1 | 90,00 | | | 1,50 | | 135,00 | | |
| | | Sommano | | | | | | ton | 135,00 | 75,00 | 10.125,00 |
| 9 | BA.DE.C.0106.A | Compenso per il trasporto dai luoghi di produzione (cantiere o impianto ferroviario) dei sottoprodotti provenienti dagli scavi al luogo di destino ovvero dei rifiuti in discarica o impianti di recupero | | | | | | | | | |
| | | strada ex casello | 1 | 135,00 | | | 20,00 | | 2700,00 | | |
| | | Sommano | | | | | | ton/km | 2700,00 | 0,11 | 297,00 |

| N. ORD. | VOCI DI TARIFFA | | FATTORI | | | | PRODOTTI | | | | |
|---------------------------------------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------|-----|-----|--------------|------|-------------------|--------|------------|
| | CODICE | DESCRIZIONE | N. PARTI | F 1 | F 2 | F 3 | F 4 | U.M. | QUANTITA' | PREZZO | IMPORTO |
| 10 | BA.DE.A.5 34.A | Rimozione d'opera di ringhiere, cancelli, parapetti in ferro e simili, compreso le opere murarie necessarie per la chiusura dei fori di ancoraggio. previsione a corpo per bonifica area | 1 | | | | 50000,00 | | 50000,00 | | |
| | | Sommano | | | | | | mq | 50000,00 | 0,02 | 1.000,00 |
| 11 | BA.DE.A.5101.A | Rimozione e smaltimento di coperture di lastre lisce o ondulate contenenti amianto previsione a corpo per bonifica area | 1 | | | | 180,00 | | 180,00 | | |
| | | Sommano | | | | | | kg | 180,00 | 11,32 | 2.037,60 |
| IMPORTO LAVORO 3 - DEMOLIZIONI | | | | | | | €. | | 181.642,06 | | |
| LAVORO 4 | | SCATOLARE IN OPERA | | | | | | | | | |
| 1 | BA.PD.A.3104.H | Micropali valvolati con diametro da mm 276 a mm 300 micropali ponte Gui.Do. N° 8 L=14,00 diametro foro 300 | 248 | 18 | | | | | 4464,00 | | |
| | | Sommano | | | | | | m | 4464,00 | 45,22 | 201.862,08 |
| 2 | BA.PD.A.3015.B | Armatura di micropali costituita da profilati tubolari in acciaio S 275 JR o superiore secondo UNI EN 10025 filettati e con manicotto | 248 | 18 | | | 51,60 | | 230342,40 | | |
| | | Sommano | | | | | | kg | 230342,40 | 1,08 | 248.769,79 |
| 3 | BA.CZ.A.3 01.E | Conglomerato cementizio per strutture di fondazione, della classe di resistenza C28/35 N/mm2 cordolo micropali | 2 | 55,04 | 1 | | | | 110,08 | | |
| | | Sommano | | | | | | mc | 110,08 | 85,72 | 9.436,06 |
| 4 | BA.CZ.A.3 03.B | Presenza di armature metalliche nel conglomerato cementizio nelle quali l'armatura abbia un'incidenza superiore a 50 Kg/m3. cordolo | | | | | | | | | |
| | | Sommano | | | | | | mc | 110,08 | 5,38 | 592,23 |
| 5 | BA.CZ.A.3 04.A | Casseforme per strutture in fondazione, per cordoli di ripartizione, per cunette, per muretti di marciapiedi e similari. cordolo cordolo | 2 8 | 86 1 | | | 0,80 0,80 | | 137,60 6,40 | | |
| | | Sommano | | | | | | mq | 144,00 | 9,82 | 1.414,08 |

| N. ORD. | VOCI DI TARIFFA | | FATTORI | | | | PRODOTTI | | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------|-------|------|----------|------|-----------|----------------|---------------------|
| | CODICE | DESCRIZIONE | N. PARTI | F 1 | F 2 | F 3 | F 4 | U.M. | QUANTITA' | PREZZO | IMPORTO |
| 6 | BA.CZ.A.3 09.B | Acciaio, in barre ad aderenza migliorata, per strutture in conglomerato cementizio armato, del tipo B 450 C, di cui alla sottovoce BA.ME.A.102.C. | | | | | | | | | |
| | | Sommano | | | | | | kg | 400,00 | 1,00 | 400,00 |
| SOMANO lavori realizzati con interruzione notturna | | | | | | | | | | sommano | € 462.474,24 |
| Maggiorazione : BA.MT.A.3100.B Per interruzione di durata media maggiore o uguale a 4 ore ed inferiore a 4 ore e 30 minuti. 14% | | | | | | | | | | sommano | € 64.746,39 |
| Maggiorazione: BA.MT.A.3100.L Per interruzione di durata media maggiore o uguale a 4 ore ed inferiore a 4 ore e 30 minuti: NOTTURNA 15% | | | | | | | | | | sommano | € 1.861,37 |
| Totale lavori realizzati con interruzione notturna | | | | | | | | | | sommano | € 529.082,00 |
| 7 | BA.MT.A.3002.A | Scavo di fondazione in terreni di qualsiasi natura e consistenza ad esclusione dei materiali litoidi | | | | | | | | | |
| | | | 1 | | | | | mc | 9000,000 | 3,40 | 30.600,00 |
| 8 | BA.CZ.A.301.A | Conglomerato cementizio per strutture in fondazione, della classe di resistenza Rck 15 N/mm2 | | | | | | | | | |
| | | <i>magrone</i> | 2 | 66,50 | 12,00 | | 0,20 | | 319,200 | | |
| | | | | | | | | mc. | 319,200 | 76,19 | 24.319,85 |
| 9 | BA.CZ.A.302.D | Conglomerato cementizio per strutture in elevazione, della classe di resistenza Rck 30 N/mm2 | | | | | | | | | |
| | | <i>Cordolature superiori al monolite</i> | 2 | 10,50 | 0,40 | 0,40 | 1,00 | | 3,360 | | |
| | | | | | | | | mc. | 3,360 | 107,16 | 360,06 |
| 10 | BA.CZ.A.301.F | Conglomerato cementizio per strutture di fondazione, della classe di resistenza C30/37 N/mm2. | | | | | | | | | |
| | | <i>Soletta inferiore monolite</i> | 1 | 66,50 | 10,50 | | 1,00 | | 698,250 | | |
| | | | | | | | | mc. | 698,250 | 108,49 | 75.753,14 |
| 11 | BA.CZ.A.302.F | Conglomerato cementizio per strutture in elevazione, della classe di resistenza C32/40 N/mm2. | | | | | | | | | |
| | | <i>Pareti laterali monolite</i> | 2 | 371,80 | | | 1,00 | | 743,600 | | |
| | | <i>Soletta superiore monolite</i> | 1 | 66,50 | 10,50 | | 0,80 | | 558,600 | | |
| | | | | | | | | mc. | 1302,200 | 117,15 | 152.552,73 |
| 12 | BA.CZ.A.303.B | Presenza di armature metalliche nel conglomerato cementizio nelle quali l'armatura abbia un'incidenza superiore a 50 Kg/m3. | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | mc. | 1302,200 | 5,39 | 7.018,86 |
| 13 | BA.CZ.A.304.A | Casseforme per strutture in fondazione, per cordoli di ripartizione, per cunette, per muretti di marciapiedi e similari. | | | | | | | | | |
| | | <i>Soletta inferiore monolite</i> | 2 | 66,50 | | | 1,10 | | 146,30 | | |
| | | <i>Soletta inferiore monolite</i> | 2 | | 10,50 | | 1,10 | | 23,10 | | |
| | | <i>Cordolature superiori al monolite</i> | 4 | 10,50 | 0,40 | 1,00 | 1,00 | | 16,80 | | |
| | | <i>Chiusure cordolature superiori al monolite</i> | 4 | 0,40 | 0,40 | 1,00 | 1,00 | | 0,64 | | |
| | | | | | | | | mq. | 186,84 | 9,98 | 1.864,66 |
| 14 | BA.CZ.A.305.A | Casseforme strutture in elevazione fino a 4 m. | | | | | | | | | |
| | | <i>Pareti laterali esterne monolite</i> | 2 | 247,80 | | | | | 495,60 | | |
| | | <i>Pareti laterali interne monolite</i> | 2 | 247,80 | | | | | 495,60 | | |
| | | <i>Chiusure frontali pareti monolite</i> | 4 | | 4,00 | | 1,00 | | 16,00 | | |
| | | | | | | | | mq. | 1007,20 | 13,33 | 13.425,98 |
| 15 | BA.CZ.A.305.B | Casseforme per strutture in elevazione, di qualsiasi genere, anche per volti di qualsiasi luce, con armatura di sostegno di altezza superiore a m. 4,00 e fino a m. 8,00. | | | | | | | | | |
| | | <i>Pareti laterali esterne monolite</i> | 2 | 124,00 | | | | | 248,00 | | |
| | | <i>Pareti laterali interne monolite</i> | 2 | 124,00 | | | | | 248,00 | | |
| | | <i>Chiusure frontali pareti monolite</i> | 4 | 1,00 | 1,50 | 1,00 | 1,00 | | 6,00 | | |
| | | | | | | | | mq. | 502,00 | 16,24 | 8.152,48 |

| N. ORD. | VOCI DI TARIFFA | | N. PARTI | FATTORI | | | | U.M. | PRODOTTI | | |
|---------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------|-------|-------|--------|------|-------------|--------|------------|
| | CODICE | DESCRIZIONE | | F 1 | F 2 | F 3 | F 4 | | QUANTITA' | PREZZO | IMPORTO |
| 16 | BA.CZ.A.309.B | Acciaio, in barre ad aderenza migliorata, per strutture in conglomerato cementizio armato, del tipo B 450 C, di cui alla sottovoce BA.ME.A.102.C. | 1 | | | | | Kg. | 240.457,200 | 0,88 | 211.602,34 |
| 17 | BA.CZ.A.310.A | Rete di acciaio elettrosaldata, di cui alla voce BA.ME.A.105, in opera, compresi e compensati nel prezzo tutti i materiali ed il magistero occorrente. - Φ 10/15x15 <i>Estradosso scatolare</i> | 1 | 66,50 | | 10,50 | 8,650 | Kg. | 6.039,863 | 0,89 | 5.375,48 |
| 18 | BA.I.G.A.108.A | Additivo idrofugo liquido impermeabilizzante di malte e di calcestruzzi di qualsiasi tipo, purché accettato dalle Ferrovie. <i>Intero intervento</i> | 3 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,000 | Kg. | 0,000 | 1,88 | 0,00 |
| 19 | BA.MT.A.3003.A | Scavo di fondazione, eseguito con mezzi meccanici in terreni di qualsiasi natura ,esclusi i materiali litoidi ,fino alla profondità di m.2,00. <i>Sterzo restante sopra monolite per cielo aperto</i> | 1 | 66,50 | 10,50 | 0,50 | 1,00 | mc. | 75,000 | 3,27 | 613,06 |
| 20 | BA.MT.A.3104.B | Rilevati stradali realizzati con terre idonee, provenienti dagli scavi. <i>Ripristino corpo stradale ferroviario</i> | 1 | 40,00 | 11,20 | 0,50 | 1,00 | mc. | 224,000 | 4,47 | 335,25 |
| 21 | BA.NO.A.838.A | Apparecchiatura per l'aggottamento del terreno, con macchinario installato, pronto per il funzionamento. <i>Intero intervento</i> | 1 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 210 | gg | 210 | 24,14 | 5.069,40 |
| 22 | BA.NO.A.838.B | Compenso per apparecchiatura per l'aggottamento del terreno, per ogni ora di effettivo funzionamento. <i>Intero intervento gg. 100 x 24 ore al giorno)</i> | 1 | 24,00 | 4,00 | 4,00 | 100 | ore | 38400 | 1,84 | 70.656,00 |
| 23 | BA.OP.A.314.A | Fornitura e posa in opera di profilati in resine viniliche termoplastiche, della larghezza di 220 mm e dello spessore medio di 2,5 mm. (per metro lineare di giunto in opera). <i>Ripresa getti solette - pareti monolite</i> <i>Ripresa getti tra soletta di fondazione e pareti</i> | 2 | 11,30 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | ml. | 450,00 | 12,48 | 5.616,00 |
| 24 | VA1 | Fornitura e posa in opera di giunto bentonitico. | | | | | 340,00 | ml. | 340,00 | 13,70 | 4.658,00 |
| 25 | BA.OP.A.321.A | Fornitura e posa in opera di tubi di acciaio doppiamente zincati a caldo per parapetti, mensole e simili. <i>Parapetto su monolite - Lato esterno (Kg. 80 ml.)</i> | 2 | 14,00 | 1,00 | 1,00 | 80,000 | kg. | 2.240,000 | 1,99 | 4.457,60 |
| 26 | BA.OP.A.3131.A | Impermeabilizzazione impalcati ferroviari con doppia guaina <i>Pareti laterali</i> <i>soletta superiore</i> | 2 | 66,50 | 8,00 | 1,00 | 1,00 | mq | 1064,00 | | |
| | | | 1 | 66,50 | 13,00 | 1,00 | 1,00 | | 864,50 | | |
| | | | | | | | | | 1928,50 | 10,32 | 19.902,12 |
| 27 | FA.IP.B.301.B | Formazione di strato protettivo con conglomerato cementizio della classe RK 200 gettato in opera a lastre dello spessore non inferiore a cm 5 e di superficie non superiore a m2 1,00 con i giunti riempiti con mastice bituminoso colato a caldo. <i>Estradosso scatolare</i> | 1 | 66,50 | 10,50 | 1,00 | 1,00 | mq | 698,25 | 6,06 | 4.231,40 |

| N. ORD. | VOCI DI TARIFFA | | FATTORI | | | | PRODOTTI | | | | |
|----------------------------------------------|-----------------|-------------------------------------------------------|----------|-----|-----|-----|-----------|---------------------|-----------|--------|---------|
| | CODICE | DESCRIZIONE | N. PARTI | F 1 | F 2 | F 3 | F 4 | U.M. | QUANTITA' | PREZZO | IMPORTO |
| 28 | a corpo | Lavori di completamento finiture e mano d'opere varie | | | | | | | | | 0,00 |
| IMPORTO LAVORO 4 - SCATOLARE IN OPERA | | | | | | | €. | 1.146.668,55 | | | |

| N. ORD. | VOCI DI TARIFFA | | FATTORI | | | | PRODOTTI | | | | |
|---------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------|------|------|----------|------|-----------|------------|------------|
| | CODICE | DESCRIZIONE | N. PARTI | F 1 | F 2 | F 3 | F 4 | U.M. | QUANTITA' | PREZZO | IMPORTO |
| | LAVORO 5 | IMPIANTO FOGNARIO ED ELETTRICO SOTTOVIA | | | | | | | | | |
| 1 | VA15 | Fornitura e posa in opera di elettropompe sommergibili per l'allontanamento delle acque meteoriche, quadro elettrico, gruppo elettrogeno, impianto semaforico di allarme e barriere chiusura stradale. <i>Impianto di sicurezza</i> | 1 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 1 | | |
| | | | | | | | | cad. | 1 | 200.000,00 | 200.000,00 |
| 2 | VA11 | Fornitura e posa in opera di cabina prefabbricata in cav, <i>Impianto locale pompe</i> | 1 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 1,00 | | |
| | | | | | | | | cad. | 1,00 | 25.000,00 | 25.000,00 |
| 3 | BA.MT.A.3003.A | Scavo di fondazione, eseguito con mezzi meccanici in terreni di qualsiasi natura ,esclusi i materiali litoidi ,fino alla profondità di m.2,00. <i>Sterro per raccordo al fosso</i> | 1 | 40,00 | 0,60 | 1,00 | 1,00 | | 24,000 | 3,22 | 77,28 |
| 4 | BA.OP.A.3 24.A | Tubi in cloruro di polivinile del diametro esterno non inferiore a 100 mm e pezzi speciali in opera su manufatti. | 1 | 50,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 50,00 | | |
| | | | | | | | | ml. | 50,00 | 15,60 | 780,00 |
| 5 | EL.AC.D.101.D | Differenziale bassa sensibilità tetrapolare con portata fino a 32 A. <i>sottovia</i> | 2 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 2 | | |
| | | | | | | | | cad. | 2 | 70,98 | 141,96 |
| 6 | EL.AC.D.102.A | Differenziale alta sensibilità bipolare con portata fino a 32 A. <i>sottovia</i> | 2 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 2 | | |
| | | | | | | | | cad. | 2 | 50,48 | 100,96 |
| 7 | EL.AC.I.101.G | Interruttore modulare tetrapolare fino a 32 A con 4 poli protetti. <i>sottovia</i> | 2 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 2 | | |
| | | | | | | | | cad. | 2 | 37,85 | 75,70 |
| 8 | EL.AC.I.223.A | Posa in opera di apparecchiature a scatto su guida DIN <i>sottovia</i> | 6 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 6 | | |
| | | | | | | | | cad. | 6 | 6,31 | 37,86 |
| 9 | VA.LF.18 | Fornitura e p.o. di apparecchio a Led a palfone <i>e sottovia</i> | 20 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 20 | | |
| | | | | | | | | cad. | 20 | 3236,08 | 64.721,60 |
| 10 | EL.CV.B.106.O | Cavo tipo FG10OM1 4x10 mm ² . <i>sottovia</i> | 2 | 200,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 400,00 | | |
| | | | | | | | | ml. | 400,00 | 3,10 | 1.240,00 |
| 11 | EL.CV.P.201.A | Posa cavi mediante infilaggio. Per ogni cavo di sezione complessiva del rame sino a 30 mm ² . <i>sottovia</i> | 2 | 200,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 400,00 | | |
| | | | | | | | | ml. | 400,00 | 0,79 | 316,00 |
| 12 | EL.CV.P.201.B | Sovrapprezzo per ogni 15 mm ² o frazione di sezione complessiva del rame oltre i 30 mm ² . <i>Sovrapprezzo Voci EL.CV.P.201.A</i> | 1 | 200,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 200,00 | | |
| | | | | | | | | ml. | 200,00 | 0,08 | 16,00 |
| 13 | EL.IM.C.3 12.A | Esecuzione di colonna mont. in canalizzaz. <i>sottovia</i> | 1 | 200,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 200,00 | | |
| | | | | | | | | ml. | 200,00 | 7,69 | 1.538,00 |
| 14 | EL.IM.C.3 12.J | Esecuzione di colonna mont. in canalizzaz. <i>Rampe e sottovia</i> | 1 | 200,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 200,00 | | |
| | | | | | | | | 30% | 200,00 | -2,31 | -461,40 |

| N. ORD. | VOCI DI TARIFFA | | FATTORI | | | | PRODOTTI | | | | |
|---------|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------|------|------|----------|------|-----------|--------|---------|
| | CODICE | DESCRIZIONE | N. PARTI | F 1 | F 2 | F 3 | F 4 | U.M. | QUANTITA' | PREZZO | IMPORTO |
| 15 | E.LLV.C.3 04.B | Fornitura in opera di pozzetti adatti allo smistamento dei cavi delle dimensioni interne di circa 45x45x60 cm circa (con fondo) | | | | | | | | | |
| | | <i>sottovia</i> | 20 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 20 | | |
| | | | | | | | | cad. | 20 | 32,34 | 646,80 |
| 16 | E.LLV.C.3 05.A | Fornitura di pozzetti in vetroresina adatti per prese di terra delle dimensioni di 25x30x30 cm. | | | | | | | | | |
| | | <i>sottovia</i> | 4 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 4 | | |
| | | | | | | | | cad. | 4 | 23,87 | 95,48 |
| 17 | E.LLV.P.3 03.A | F. e p.o. di paline per formazione di prese di terra per impianti LFM compresi gli accessori (manicotti, morsetto, battipalo). Per ogni palina. | | | | | | | | | |
| | | <i>sottovia</i> | 4 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 4 | | |
| | | | | | | | | cad. | 4 | 17,36 | 69,44 |
| 18 | E.I.QE.B.102.F | Quadro elettrico in materiale termoplastico IP 41 a 24 posti | | | | | | | | | |
| | | <i>sottovia</i> | 2 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 2 | | |
| | | | | | | | | cad. | 2 | 11,83 | 23,66 |
| 19 | E.I.QE.B.205.A | Posa in opera di quadro per montaggio a parete o incasso. per quadri con pannello anteriore di superficie sino a 10 dm ² | | | | | | | | | |
| | | <i>sottovia</i> | 2 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 2 | | |
| | | | | | | | | cad. | 2 | 28,97 | 57,94 |
| 20 | E.I.TU.I.201.A | Posa in opera di tubi alla profondità sino a 20 cm | | | | | | | | | |
| | | <i>Intercapedine sottopassaggio</i> | 2 | 20,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 40 | | |
| | | | | | | | | cad. | 40 | 1,67 | 66,80 |
| 21 | E.I.TU.P.103.B | Tubo in P.V.C. per posa interrata del diametro di 82 mm e spessore 3,2 mm - diam. Ø 82 mm. | | | | | | | | | |
| | | <i>Intercapedine sottopassaggio</i> | 2 | 20,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 40,00 | | |
| | | | | | | | | ml. | 40,00 | 3,56 | 142,40 |
| 22 | E.I.TU.P.104.F | Tubo in P.V.C. flessibile serie pesante del diametro di 50 mm | | | | | | | | | |
| | | <i>sottovia</i> | 2 | 200,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 400,00 | | |
| | | | | | | | | ml. | 400,00 | 0,60 | 240,00 |
| 23 | FA.PV.B.302.A | Pavimento di piastrelle di conglomerato di cemento e graniglia antistrucchiolevole resistente all'usura e all'azione di olii ed acidi, di colore a scelta delle Ferrovie, delle dimensioni di 25 x 25 cm circa o 30 x 30 cm circa e dello spessore non inferiore | | | | | | | | | |
| | | <i>Locale pompe</i> | 1 | 2,80 | 1,40 | 1,00 | 1,00 | | 3,92 | | |
| | | | | | | | | mq. | 3,92 | 24,83 | 97,33 |
| 24 | FA.PV.C.301.A | Massetto di sottofondo in malta cementizia, cemento classe 32,5 e sabbia, composta da 300 Kg di cemento per 1,00 m ³ di sabbia normale, per piani di posa di pavimentazioni sottili (piastrelle resilienti, linoleum, gomma, legno, ecc.), dato in opera ben batt | | | | | | | | | |
| | | <i>Locale pompe</i> | 1 | 2,80 | 1,40 | 1,00 | 1,00 | | 3,92 | | |
| | | | | | | | | mq. | 3,92 | 6,69 | 26,22 |
| 25 | FA.RV.D.303.B | con piastrelle di ceramica smaltata di prima scelta, in colore bianco. | | | | | | | | | |
| | | <i>Pareti locale pompe</i> | 2 | 2,40 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 4,80 | | |
| | | <i>Pareti locale pompe</i> | 2 | 1,80 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 3,60 | | |
| | | | | | | | | mq. | 8,40 | 26,26 | 220,58 |
| 26 | FA.SE.A.308.B | Fornitura e posa in opera di porte e portoni a una o più partite con qualunque tipo di apertura (a impacco laterale, a cerniere, a scorrimento su guide superiori, o inferiori, basculanti ecc.) con pannellature in lamiera di acciaio zincato sistema Sendzim | | | | | | | | | |
| | | <i>Locale pompe</i> | 1 | 0,80 | 2,00 | 1,00 | 1,00 | | 1,60 | | |
| | | | | | | | | mq. | 1,60 | 39,76 | 63,62 |

| N. ORD. | VOCI DI TARIFFA | | FATTORI | | | | PRODOTTI | | | | | |
|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------|------|------|----------|-------------------|------------------|----------------|---------------------|--|
| | CODICE | DESCRIZIONE | N. PARTI | F 1 | F 2 | F 3 | F 4 | U.M. | QUANTITA' | PREZZO | IMPORTO | |
| 27 | OM.CZ.A.115.A | Pozzetti prefabbricati in c.a.v. di qualsiasi dimensione e tipo, anche a più elementi; chiusino escluso - del tipo normale; per ogni metro cubo di volume vuoto per pieno. | | | | | | | | | | |
| | | <i>Pozzetto allaccio rete fognaria</i> | 4 | 1,00 | 1,00 | 2,00 | 1,00 | | 8,000 | | | |
| | | <i>Pozzetto allaccio rete elettrica</i> | 1 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 1,00 | | 0,216 | | | |
| | | | | | | | mc. | 8,216 | 171,29 | 1.407,32 | | |
| 28 | OM.CZ.A.201.D | Posa in opera di manufatti con malta cementizia del n. OM.M.A.D.104.B, comprese le occorrenti lavorazioni, escluso lo scavo e la fornitura degli elementi prefabbricati da compensarsi a parte - di pozzetti dei nn. OM.CZ.A.115.A/B. | | | | | | | | | | |
| | | <i>Pozzetto allaccio rete fognaria</i> | 4 | 1,00 | 1,00 | 2,00 | 1,00 | | 8,000 | | | |
| | | <i>Pozzetto allaccio rete elettrica</i> | 1 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 1,00 | | 0,216 | | | |
| | | | | | | | mc. | 8,216 | 51,39 | 422,22 | | |
| 29 | OM.ME.V.3 20.A | Ghisa di seconda fusione, del n. OM.ME.V.125 in opera (Chiusini in ghisa sferoidale) | | | | | | | | | | |
| | | <i>Chiusino pozzetto allaccio rete fognaria</i> | 4 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 100,000 | | 400,000 | | | |
| | | <i>Chiusino pozzetto allaccio rete elettrica</i> | 1 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 52,000 | | 52,000 | | | |
| | | | | | | | Kg. | 452,000 | 1,19 | 537,88 | | |
| IMPORTO LAVORO 6 - IMP. FOGN. ED ELETTRICO SOTTOVIA | | | | | | | €. | 297.624,38 | | | | |
| 30 | A corpo | Lavori di completamento e finitura | | | | | €. | 80.000,00 | | | | |
| N. 2 RIEPILOGO TERRE DI RISULTA/RIEMPITIVI: | | | | | | | | | | | | |
| A - TERRE DI RISULTA | | | | | | | | | | | | |
| | LAVORO 1 | - SCAVI FONDAZIONE | | | | | | | 0,00 | | | |
| | LAVORO 2 | - SCAVI FONDAZIONE | | | | | | | 26,93 | | | |
| | LAVORO 3 | - SCAVI FONDAZIONE | | | | | | | 0,00 | | | |
| | LAVORO 4 | - SCAVI FONDAZIONE | | | | | | | 9.075,00 | | | |
| | LAVORO 5 | - SCAVI FONDAZIONE | | | | | | | 24,00 | | | |
| | LAVORO 6 | - SCAVI FONDAZIONE | | | | | | | | | | |
| | | TOTALE TERRE | | | | | | mc | 9.125,928 | | | |
| B - RIEMPITIVI CON TERRE DI RISULTA | | | | | | | | | | | | |
| | LAVORO 2 | - RIEMPITIVI | | | | | | | = | | | |
| | LAVORO 3 | - RIEMPITIVI | | | | | | | = | | | |
| | LAVORO 4 | - RIEMPITIVI | | | | | | | 75,00 | | | |
| | LAVORO 5 | - RIEMPITIVI | | | | | | | = | | | |
| | | TOTALE RIEMPITIVI | | | | | | mc | 75,000 | | | |
| Importo lavori - Sottovia al Km. 66+765 e strada di collegamento | | | | | | | | | | €. | 2.232.723,22 | |
| | | | | | | | | | | arrotondamento | 0,18 | |
| 2 | Sottovia al Km. 66+765 e Strada di collegamento | | | | | | | | | | 2.232.723,40 | |

| N. ORD. | VOCI DI TARIFFA | | FATTORI | | | | PRODOTTI | | | | |
|---------------------|-----------------|---------------------------------------------------|----------|-----|-----|-----|----------|------|-----------|---------------------|----------------|
| | CODICE | DESCRIZIONE | N. PARTI | F 1 | F 2 | F 3 | F 4 | U.M. | QUANTITA' | PREZZO | IMPORTO |
| NUOVI PREZZI | | | | | | | | | | | Importo |
| LAVORO 1 | | INTERVENTI PRELIMINARI E BONIFICA ORDIGNI BELLICI | | | | | | | | € - | |
| LAVORO 2 | | SOSTEGNO PONTE GUIDO | | | | | | | | | |
| LAVORO 3 | | MONOLITE IN OPERA | | | | | | | | | |
| LAVORO 4 | | RAMPE E MURI DI SOSTEGNO | | | | | | | | € 4.658,00 | |
| LAVORO 5 | | IMPIANTO FOGNARIO ED ELETTRICO SOTTOVIA | | | | | | | | € 225.000,00 | |
| Sommano | | | | | | | | | | € 229.658,00 | |

| N. ORD. | VOCI DI TARIFFA | | FATTORI | | | | PRODOTTI | | | | |
|-------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------|------|------|-----------|---------------|-----------|----------|----------|
| | CODICE | DESCRIZIONE | N. PARTI | F 1 | F 2 | F 3 | F 4 | U.M. | QUANTITA' | PREZZO | IMPORTO |
| opera 3 sottovia bretella viabilità locale | | | | | | | | | | | |
| LAVORO 1 INTERVENTI PRELIMINARI E BONIFICA ORDIGNI BELLICI | | | | | | | | | | | |
| 1.1 - INTERVENTI PRELIMINARI | | | | | | | | | | | |
| 1 | VA9 | Scopertura e sollevamento di cavi e successivo ricollocamento nelle canalette dopo l'esecuzione dei lavori | | | | | | | | | |
| | | <i>Intero intervento</i> | 1 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 1,00 | | |
| | | | | | | | | n. | 1,00 | 3.000,00 | 3.000,00 |
| 1.2 - BONIFICA O.B. SOTTOVIA E AREA DI CANTIERE | | | | | | | | | | | |
| 2 | BA.OB.A.0101.A | Taglio di vegetazione di ogni genere | 1 | 100,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 100,00 | | |
| | | | | | | | | mq | 100,00 | 0,28 | 28,00 |
| 3 | BA.OB.B.0101.A | Ricerca e localizzazione di ordigni ed altri manufatti bellici interrati da eseguire fino a 100 cm di profondità, con l'impiego di apparato rilevatore, in assenza di acqua | 1 | 100,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 100,00 | | |
| | | | | | | | | mq | 100,00 | 0,30 | 30,00 |
| 4 | BA.OB.A.0102.A | Ricerca individuale e localizzazione di ordigni esplosivi interrati oltre i 100 cm di profondità a mezzo perforazioni, in assenza di acqua | 1 | 100,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 100,00 | | |
| | | Zona da bonificare | | | | | | mq | 100,00 | 2,40 | 240,00 |
| 5 | BA.OB.C.0101.B | Scavo di profondità su aree ristrette per ricerca ed avvicinamento ad ordigni esplosivi, compiuti con idonei mezzi meccanici, e connesso uso dell'apparato rilevatore. Si considera il 4% dell'area da bonificare | 1 | 100,00 | 3,00 | 41% | 0,04 | | 4,92 | | |
| | | Profondità 3 m | | | | | | | | | |
| | | Profondità 5 m | 1 | 100,00 | 5,00 | 28% | 0,04 | | 5,60 | | |
| | | Profondità 7 m | 1 | 100,00 | 7,00 | 31% | 0,04 | | 8,68 | | |
| | | | | | | | | mc | 19,20 | 7,30 | 140,16 |
| 6 | BA.OB.C.0101.C | Scavo per scoprimento di ordigni esplosivi da eseguire esclusivamente a mano e connesso uso dell'apparato rilevatore. Si considera il 4% dello scavo di profondità | 1 | 19,20 | | | 0,04 | | 0,77 | | |
| | | | | | | | | mc | 0,77 | 262,40 | 201,52 |
| IMPORTO LAVORO 1 - BONIFICA | | | | | | | €. | 639,68 | | | |

| N. ORD. | VOCI DI TARIFFA | | FATTORI | | | | PRODOTTI | | | | |
|---------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------|--------------|--------------|--------------|------|------------------------------------------|--------|-----------|
| | CODICE | DESCRIZIONE | N. PARTI | F 1 | F 2 | F 3 | F 4 | U.M. | QUANTITA' | PREZZO | IMPORTO |
| | LAVORO 2 | MONOLITE IN OPERA | | | | | | | | | |
| 1 | BA.MT.A.3002.A | Scavo di fondazione in terreni di qualsiasi natura e consistenza ad esclusione dei materiali litoidi fino a mt 2 | 1 | | | | | mc | 30,000 | 3,27 | 98,10 |
| 2 | BA.MT.A.3003.B | Scavo a sezione obbligata e/o ristretta in terreni di qualsiasi natura e consistenza ad esclusione dei materiali litoidi a profondità da oltre 2 m e fino a 4 m | 1 | | | | | mc | 24,000 | 3,76 | 90,24 |
| 3 | BA.MT.A.3003.C | Scavo a sezione obbligata e/o ristretta in terreni di qualsiasi natura e consistenza ad esclusione dei materiali litoidi a profondità da oltre 4 m e fino a 6 m | 1 | | | | | mc | 20,000 | 5,14 | 102,80 |
| 4 | BA.MT.A.3003.D | BA.MT.A.3003.D Scavo a sezione obbligata e/o ristretta in terreni di qualsiasi natura e consistenza ad esclusione dei materiali litoidi a profondità da oltre 6 m e fino a 8 m | 1 | | | | | mc | 6,000 | 5,92 | 35,52 |
| 5 | BA.CZ.A.301.A | Conglomerato cementizio per strutture in elevazione, della classe di resistenza Rck 15 N/mm2 <i>magrone</i> | 1 | 13,00 | 5,60 | | 0,10 | mc. | 7,280 | 76,19 | 554,66 |
| 6 | BA.CZ.A.301.F | Conglomerato cementizio per strutture di fondazione, della classe di resistenza Rck 30/37 N/mm2. <i>Soletta inferiore monolite</i> | 1 | 13,00 | 5,20 | | 0,60 | mc. | 40,560 | 108,49 | 4.400,35 |
| 7 | BA.CZ.A.302.F | Conglomerato cementizio per strutture in elevazione, della classe di resistenza Rck 32/40 N/mm2. <i>Pareti laterali monolite</i> <i>Soletta superiore monolite</i> | 2 1 | 13,00 13,00 | | 5,00 5,20 | 0,60 0,50 | mc. | 78,000 33,800 | 117,15 | 13.097,37 |
| 8 | BA.CZ.A.303.B | Presenza di armature metalliche nel conglomerato cementizio nelle quali l'armatura abbia un'incidenza superiore a 50 Kg/m3. | | | | | | mc. | 111,800 | 5,39 | 602,60 |
| 9 | BA.CZ.A.304.A | Casseforme per strutture in fondazione, per cordoli di ripartizione, per cunette, per muretti di marciapiedi e similari. <i>Soletta inferiore monolite</i> | 2 2 | 13,00 | | | 0,60 | mq. | 15,60 6,24 | 10,17 | 222,11 |
| 10 | BA.CZ.A.305.A | Casseforme strutture in elevazione fino a 4 m. <i>Pareti laterali esterne monolite</i> <i>Pareti laterali interne monolite</i> <i>Chiusure frontali pareti monolite</i> | 2 2 4 | 13,00 13,00 | 4,00 4,00 | | 0,60 | mq. | 104,00 104,00 9,60 | 13,45 | 2.926,72 |
| 11 | BA.CZ.A.305.B | Casseforme per strutture in elevazione, di qualsiasi genere, anche per volti di qualsiasi luce, con armatura di sostegno di altezza superiore a m. 4,00 e fino a m. 8,00. <i>Pareti laterali esterne monolite</i> <i>Pareti laterali interne monolite</i> <i>Chiusure frontali pareti monolite</i> <i>Soletta superiore frontale monolite</i> <i>Soletta superiore impalcato monolite</i> | 2 2 4 2 1 | 13,00 13,00 | 1,00 1,00 | | 1,70 0,50 | mq. | 26,00 26,00 4,08 13,00 67,60 | 16,38 | 2.238,82 |
| 12 | BA.CZ.A.309.B | Acciaio, in barre ad aderenza migliorata, per strutture in conglomerato cementizio armato, del tipo B 450 C, di cui alla sottovoce BA.ME.A.102.C. | | 152,36 | | 120,00 | | Kg. | 18.283,200 | 1,00 | 18.283,20 |
| 13 | BA.CZ.A.310.A | Rete di acciaio elettrosaldato, di cui alla voce BA.ME.A.105, in opera, compresi e compensati nel prezzo tutti i materiali ed il magistero occorrente. - Φ 10/15x15 <i>Estradosso scatolare</i> | 1 | 13,00 | 5,20 | | 8,650 | Kg. | 584,740 | 1,10 | 643,21 |

| N. ORD. | VOCI DI TARIFFA | | FATTORI | | | | PRODOTTI | | | | |
|---------------------------------------------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------|-------|------|-----------|------------------|-----------|--------|----------|
| | CODICE | DESCRIZIONE | N. PARTI | F 1 | F 2 | F 3 | F 4 | U.M. | QUANTITA' | PREZZO | IMPORTO |
| 14 | BA.LG.A.1 08.A | Additivo idrofugo liquido impermeabilizzante di malte e di calcestruzzi di qualsiasi tipo, purché accettato dalle Ferrovie. | | | | | | | | | |
| | | <i>Intero intervento</i> | 3 | 152,36 | 1,00 | 1,00 | 2,000 | | 914,160 | | |
| | | | | | | | | Kg. | 914,160 | 1,88 | 1.718,62 |
| 15 | BA.MT.A.3003.A | Scavo di fondazione, eseguito con mezzi meccanici in terreni di qualsiasi natura ,esclusi i materiali litoidi ,fino alla profondità di m.2,00. | | | | | | | | | |
| | | <i>Sterzo restante sopra monolite per cielo aperto</i> | 1 | 12,50 | 11,20 | 0,50 | 1,00 | | 75,000 | | |
| | | | | | | | | mc. | 75,000 | 3,27 | 613,06 |
| 16 | BA.NO.A.838.A | Apparecchiatura per l'aggottamento del terreno, con macchinario installato, pronto per il funzionamento. | | | | | | | | | |
| | | <i>Intero intervento</i> | 1 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 30 | | 30 | | |
| | | | | | | | | gg | 30 | 24,14 | 724,20 |
| 17 | BA.NO.A.838.B | Compenso per apparecchiatura per l'aggottamento del terreno, per ogni ora di effettivo funzionamento. | | | | | | | | | |
| | | <i>Intero intervento gg. 90 x 24 ore al giorno)</i> | 24 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 30 | | 720 | | |
| | | | | | | | | ore | 720 | 1,84 | 1.324,80 |
| 18 | BA.OP.A.314.A | Fornitura e posa in opera di profilati in resine viniliche termoplastiche, della larghezza di 220 mm e dello spessore medio di 2,5 mm. (per metro lineare di giunto in opera). | | | | | | | | | |
| | | <i>Ripresa getti solette - pareti monolite</i> | | | | | | | 100,00 | | |
| | | <i>Ripresa getti tra soletta di fondazione e pareti</i> | | | | | | | 100,00 | | |
| | | | | | | | | ml. | 200,00 | 12,48 | 2.496,00 |
| 19 | BA.OP.A.3 21.A | Fornitura e posa in opera di tubi di acciaio doppiamente zincati a caldo per parapetti, mensole e simili. | | | | | | | | | |
| | | <i>Parapetto su monolite - Lato esterno (Kg. 60 ml.)</i> | 2 | 6,00 | 1,00 | 1,00 | 60,000 | | 720,000 | | |
| | | | | | | | | kg. | 720,000 | 1,99 | 1.432,80 |
| 20 | BA.OP.A.3131.A | Impermeabilizzazione impalcati ferroviari con doppia guaina | | | | | | | | | |
| | | <i>Pareti laterali</i> | 2 | 13,00 | 6,00 | | | | 156,00 | | |
| | | <i>Extradosso scatorale</i> | 1 | 13,00 | 7,00 | | | | 91,00 | | |
| | | | | | | | | mq | 247,00 | 10,32 | 2.549,04 |
| 21 | FA.IP.B.301.B | Formazione di strato protettivo con conglomerato cementizio della classe RK 200 gettato in opera a lastre dello spessore non inferiore a cm 5 e di superficie non superiore a m2 1,00 con i giunti riempiti con mastice bituminoso colato a caldo. | | | | | | | | | |
| | | <i>Estradosso scatorale</i> | 1 | 13,00 | 5,20 | | | | 67,60 | | |
| | | | | | | | | mq | 67,60 | 6,06 | 409,66 |
| IMPORTO LAVORO 2 - MONOLITE IN OPERA | | | | | | | €. | 54.563,89 | | | |

| N. ORD. | VOCI DI TARIFFA | | FATTORI | | | | PRODOTTI | | | | |
|---------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-------|------|-----|----------|------|-----------|--------|----------|
| | CODICE | DESCRIZIONE | N. PARTI | F 1 | F 2 | F 3 | F 4 | U.M. | QUANTITA' | PREZZO | IMPORTO |
| | LAVORO 3 | MURI D'ALA / RAMPE E MURI DI SOSTEGNO | | | | | | | | | |
| 1 | VA1 | Fornitura e posa in opera di giunto bentonitico. | | | | | | | | | |
| | | <i>Pareti (misure medie)</i> | 2 | 13,00 | | | | | 26,00 | | |
| | | | | | | | | ml. | 26,00 | 13,70 | 356,20 |
| 2 | BA.MT.A.3002.A | Scavo di fondazione in terreni di qualsiasi natura e consistenza ad esclusione dei materiali litoidi fino a mt 2 | | | | | | | | | |
| | | | 1 | | | | | mc | 250,000 | 3,27 | 817,50 |
| 3 | BA.CZ.A.3101.A | Rasatura di superfici in calcestruzzo, per spessore medio di 3 mm, mediante applicazione a spruzzo o a mano di malta cementizia, premiscelata, polimero modificata, monocomponente, tixotropica, provvista di fibre sintetiche in poliacrilonitrile, resistente | | | | | | | | | |
| | | <i>Pareti esterne rampe</i> | 2 | 13,00 | 4,50 | | | | 117,00 | | |
| | | | | | | | | mq. | 117,00 | 16,02 | 1.874,34 |
| 4 | BA.CZ.A.301.A | Conglomerato cementizio per strutture di fondazione, della classe di resistenza Rck 15 N/mm2. | | | | | | | | | |
| | | <i>Maggiori muri d'ala</i> | 1 | 30,00 | | | 0,10 | | 3,000 | | |
| | | | | | | | | mc. | 3,000 | 76,19 | 228,57 |
| 5 | BA.CZ.A.301.E | Conglomerato cementizio per strutture di fondazione, della classe di resistenza Rck 35 N/mm2. | | | | | | | | | |
| | | <i>muri d'ala</i> | 1 | 30,00 | | | 0,40 | | 12,000 | | |
| | | | | | | | | mc. | 12,000 | 105,62 | 1.267,44 |
| 6 | BA.CZ.A.302.E | Conglomerato cementizio per strutture in elevazione, della classe di resistenza Rck 35 N/mm2. | | | | | | | | | |
| | | <i>muri d'ala</i> | 2 | 4,92 | 0,40 | | 2,80 | | 11,021 | | |
| | | | | | | | | mc. | 11,021 | 112,83 | 1.243,48 |
| 7 | BA.CZ.A.303.B | Presenza di armature metalliche nel conglomerato cementizio nelle quali l'armatura abbia un'incidenza superiore a 50 Kg/m3. | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | 23,021 | | |
| | | | | | | | | mc. | 23,021 | 5,39 | 124,08 |
| 8 | BA.CZ.A.304.A | Casseforme per strutture in fondazione, per cordoli di ripartizione, per cunette, per muretti di marciapiedi e similari. | | | | | | | | | |
| | | | 1 | 24,00 | | | 0,40 | | 9,600 | | |
| | | | | | | | | mq. | 9,60 | 10,07 | 96,67 |
| 9 | BA.CZ.A.305.A | Casseforme strutture in elevazione fino a 4 m. | | | | | | | | | |
| | | | 4 | 4,92 | | | 4,00 | | 78,720 | | |
| | | | | | | | | mq. | 78,72 | 13,45 | 1.058,78 |
| 10 | BA.CZ.A.305.B | Casseforme per strutture in elevazione, di qualsiasi genere, anche per volti di qualsiasi luce, con armatura di sostegno di altezza superiore a m. 4,00 e fino a m. 8,00. | | | | | | | | | |
| | | <i>Rampa lato sx sp</i> | 4 | 4,92 | | | 1,50 | | 29,520 | | |
| | | | | | | | | mq. | 29,52 | 16,38 | 483,54 |
| 1 | BA.CZ.A.309.B | Acciaio, in barre ad aderenza migliorata, per strutture in conglomerato cementizio armato, del tipo B 450 C, di cui alla sottovoce BA.MEA.102.C. | | | | | | | | | |
| | | | 1 | 23,02 | | | 120,000 | | 2.762,496 | | |
| | | | | | | | | Kg. | 2.762,496 | 1,00 | 2.762,50 |

| N. ORD. | VOCI DI TARIFFA | | FATTORI | | | | PRODOTTI | | | | |
|-----------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-------|------|-------|-----------|------------------|-----------|--------|----------|
| | CODICE | DESCRIZIONE | N. PARTI | F 1 | F 2 | F 3 | F 4 | U.M. | QUANTITA' | PREZZO | IMPORTO |
| 12 | BA.MT.A.329.A | Riempitivi vari e sistemazione superficiale con regolarizzazione delle pendenze, con terre provenienti dagli scavi. | | | | | | | | | |
| | | <i>Pareti esterne (altezza media)</i> | 2 | 13,30 | 0,40 | 5,50 | 1,000 | | 58,520 | | |
| | | | | | | | | mc. | 58,520 | 0,86 | 50,33 |
| 13 | BA.MT.A.2100.A | Posa in opera di 'Geotessile' in fibre sintetiche, escluso la fornitura | | | | | | | | | |
| | | <i>Protezione fori su pareti esterne rampa sc</i> | 2 | 20,00 | 1,00 | 1,00 | 1,000 | | 40,00 | | |
| | | | | | | | | ml. | 40,00 | 0,24 | 9,60 |
| 14 | BA.MU.A.3 33.A | Formazione di vespai, drenaggi e simili, mediante riempimento a secco con pietrame o ciottoli di idonea pezzatura forniti dall'imprenditore, dello spessore minimo di 30 cm. | | | | | | | | | |
| | | <i>Pareti esterne lato sc</i> | 2 | 82,10 | 0,40 | 2,00 | 1,000 | | 131,360 | | |
| | | | | | | | | mc. | 131,360 | 43,45 | 5.707,59 |
| 15 | BA.NO.A.838.A | Apparecchiatura per l'aggottamento del terreno, con macchinario installato, pronto per il funzionamento. | | | | | | | | | |
| | | <i>Intero intervento</i> | 1 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 30 | | 30 | | |
| | | | | | | | | ore | 30 | 24,14 | 724,20 |
| 16 | BA.NO.A.838.B | Compenso per apparecchiatura per l'aggottamento del terreno, per ogni ora di effettivo funzionamento. | | | | | | | | | |
| | | <i>Intero intervento gg. 30 x 24 ore al giorno)</i> | 1 | 24,00 | 1,00 | 1,00 | 30 | | 720 | | |
| | | | | | | | | ore | 720 | 1,84 | 1.324,80 |
| 17 | BA.PA.A.104.A | Lastroni in conglomerato cementizio armato, dello spessore di 5 cm., armati nei due sensi con tondini di ferro nella misura non inferiore a 4 Kg per mq. di lastrone. | | | | | | | | | |
| | | <i>Copertina muri lato sc</i> | 2 | 13,30 | 0,60 | 1,000 | 1,000 | | 15,960 | | |
| | | | | | | | | mq. | 15,96 | 17,31 | 276,27 |
| 18 | DC.DS.D.226.A | Posa in opera di lastroni in c.a. con malta cementizia per qualsiasi destinazione | | | | | | | | | |
| | | <i>Intero intervento</i> | 1 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 15,96 | | 15,96 | | |
| | | | | | | | | mq. | 15,96 | 1,76 | 28,09 |
| 19 | EI.TU.P.103.B | Tubo in P.V.C. del diametro di 82 mm e spessore 3,2 mm - diam. Ø 82 mm. | | | | | | | | | |
| | | <i>Tubi inseriti getto pareti lato sc sp</i> | 2 | 12,00 | 0,55 | 1,00 | 1,00 | | 13,20 | | |
| | | | | | | | | ml. | 13,20 | 3,56 | 46,99 |
| 20 | FA.IP.A.3 06.B | Manto impermeabile con guaina di bitume ed elastomeri armata con <<tessuto non-tessuto >> del peso di 130-150 gr/m2 e per uno spessore totale della guaina di mm. 4 | | | | | | | | | |
| | | <i>Pareti esterne rampe sc sp</i> | 2 | 13,30 | 7,50 | 1,00 | 1,00 | | 199,50 | | |
| | | | | | | | | mq. | 199,50 | 7,67 | 1.530,17 |
| IMPORTO LAVORO 3 - MURI D'ALA / RAMPE E MURI DI SOSTEGNO | | | | | | | €. | 20.011,13 | | | |

| N. ORD. | VOCI DI TARIFFA | | FATTORI | | | | PRODOTTI | | | | |
|--------------------------------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------------|--------------|--------------|---------------|------|--------------------|--------|-----------|
| | CODICE | DESCRIZIONE | N. PARTI | F 1 | F 2 | F 3 | F 4 | U.M. | QUANTITA' | PREZZO | IMPORTO |
| LAVORO 4 VIABILITA' STRADALE LOCALE | | | | | | | | | | | |
| 1 | BA.MT.A.3001.A | Scavo di sbancamento in terreni di qualsiasi natura e consistenza ad esclusione dei materiali litoidi | 1 | 2100,00 | | | | mc. | 2100,000 | 1,80 | 3.780,00 |
| 2 | BA.MT.A.3 29.A | Riempitivi vari e sistemazione superficiale con regolarizzazione delle pendenze, con terre provenienti dagli scavi. | 1 | 2100,00 | | | | mc. | 2100,000 | 0,86 | 1.806,00 |
| 3 | BA.CZ.A.301.C | Conglomerato cementizio per strutture in fondazione, della classe di resistenza Rck 25 N/mm2 <i>Getto tubi fognari</i> <i>Detraz. tubo fognario</i> | 1 1 | 350,00 350,00 | 0,80 0,15 | 0,80 0,15 | 1,00 -3,14 | | 224,000 -24,728 | | |
| | | | | | | | | mc. | 199,273 | 96,95 | 19.319,47 |
| 4 | BA.CZ.A.301.D | Conglomerato cementizio per strutture di fondazione, della classe di resistenza Rck 30 N/mm2 <i>Plinto per recinzione</i> <i>Plinto per fissaggio montanti guarda-rail</i> | 1240 94 | 0,40 0,40 | 0,40 0,40 | 0,40 0,40 | 1,00 1,00 | | 79,360 6,016 | | |
| | | | | | | | | mc. | 85,376 | 101,27 | 8.646,03 |
| 5 | BA.CZ.A.302.F | Conglomerato cementizio per strutture in elevazione, della classe di resistenza C32/40 N/mm2. <i>muretto marciapiede</i> | 1 | 100,00 | 0,30 | | 1,50 | | 45,000 | | |
| | | | | | | | | mc. | 45,000 | 117,15 | 5.271,75 |
| 6 | BA.CZ.A.303.B | Presenza di armature metalliche nel conglomerato cementizio nelle quali l'armatura abbia un'incidenza superiore a 50 Kg/m3. | | | | | | mc. | 45,000 | 5,39 | 242,55 |
| 7 | BA.CZ.A.305.A | Casseforme strutture in elevazione fino a 4 m. | 2 | 100,00 | | | 1,50 | | 300,00 | | |
| | | | | | | | | mq. | 300,00 | 13,33 | 3.999,00 |
| 8 | BA.CZ.A.309.B | Acciaio, in barre ad aderenza migliorata, per strutture in conglomerato cementizio armato, del tipo B 450 C, di cui alla sottovoce BA.ME.A.102.C. | 1 | 5.400,00 | | | | Kg. | 5.400,000 | 1,00 | 5.400,00 |
| 9 | BA.CZ.A.310.A | Rete di acciaio elettrosaldato, di cui alla voce BA.ME.A.105, in opera, compresi e compensati nel prezzo tutti i materiali ed il magistero occorrente. - Φ 10/20x20 | 1 | 100,00 | | 1,25 | 6,370 | | 796,250 | | |
| | | | | | | | | Kg. | 796,250 | 0,89 | 708,66 |
| 10 | BA.PS.A.317.B | Pavimentazione con formelle autobloccanti di calcestruzzo | 1 | 100,00 | | 1,25 | | | 125,00 | | |
| | | | | | | | | mq. | 125,00 | 15,60 | 1.950,00 |
| 11 | BA.PS.A.3 31.A | Recinzione metallica di acciaio S235JR secondo UNI EN 10025:2005, da porre in opera su muri o cordoli da compensare a parte, formata da pannelli in grigliato elettrosaldato zincato, bordati per elettrofusione, intelaiati e montati su piantane zincate, compresa e compensata la fornitura, la posa in opera, nonché la formazione dei fori di alloggiamento nelle murature, la sigillatura dei fori con malta cementizia e quanto altro occorra per una perfetta esecuzione. | 1 | 100,00 | | 1,50 | | 21 | 3150,00 | | |
| | | | | | | | | mq. | 3150,00 | 2,84 | 8.946,00 |
| 12 | BA.IN.A.1 01.A | Sabbia di cava, di fiume o di frantoio, scevra da materie micacee, lavata e vagliata con assortimento di grani delle dimensioni comprese fra 0,05 mm e 2 mm. <i>Protezione linea elettrica</i> | 1 | 350,00 | 0,40 | 0,80 | 1,00 | | 112,000 | | |
| | | | | | | | | mc. | 112,000 | 13,83 | 1.548,96 |
| 13 | BA.MT.A.322.A | Rilevati stradali realizzati con terre idonee, provenienti da cave di prestito | | | | | | | | | |

| N. ORD. | VOCI DI TARIFFA | | FATTORI | | | | PRODOTTI | | | | |
|---------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------|------|------|----------|------|-----------|--------|-----------|
| | CODICE | DESCRIZIONE | N. PARTI | F 1 | F 2 | F 3 | F 4 | U.M. | QUANTITA' | PREZZO | IMPORTO |
| | | <i>Unico intervento (sezione media)</i> | 1 | 315,40 | 9,20 | 0,60 | 1,00 | | 1.741,008 | | |
| | | | | | | | | mc. | 1.741,008 | 7,78 | 13.545,04 |
| 14 | BA.MT.A.330.A | Formazione delle canalette, per lo scolo delle acque, con tegoloni prefabbricati in conglomerato cementizio | | | | | | | | | |
| | | <i>Unico intervento</i> | 64 | 2,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 128,00 | | |
| | | | | | | | | ml. | 128,00 | 8,43 | 1.079,04 |
| 15 | BA.MT.B.203.A | Semina idraulica su terreni in pendenza, eseguita con attrezzatura a pressione, consistenti in: fornitura e spargimento di idoneo miscuglio di graminacee e leguminose ed eventualmente di specie arbustive, fornitura e somministrazione di collanti, fertilizzanti e sostanze organiche. | | | | | | | | | |
| | | <i>Unico intervento</i> | 2 | 400,00 | 2,00 | 1,00 | 1,00 | | 1.600,00 | | |
| | | | | | | | | mq. | 1.600,00 | 0,38 | 608,00 |
| 16 | BA.PS.A.306.A | Sottofondo stabilizzato, per uno spessore finito di 20 cm. | | | | | | | | | |
| | | <i>Intero intervento</i> | 1 | 350,00 | 8,20 | 1,00 | 1,00 | | 2.870,00 | | |
| | | | | | | | | mq. | 2.870,00 | 3,64 | 10.446,80 |
| 17 | BA.PS.A.306.B | Sovrapprezzo per ogni centimetro in più rispetto ai 20 cm per il sottofondo stabilizzato. | | | | | | | | | |
| | | <i>Intero intervento</i> | 10 | 350,00 | 8,20 | 1,00 | 1,00 | | 28.700,00 | | |
| | | | | | | | | mq. | 28.700,00 | 0,15 | 4.305,00 |
| 18 | BA.PS.A.309.A | Fondazione stradale in pietrame da cm. 30 (ossatura). | | | | | | | | | |
| | | <i>Tratto iniziale in trincea</i> | 1 | 350,00 | 7,00 | 0,30 | 1,00 | | 735,000 | | |
| | | | | | | | | mc. | 735,000 | 18,73 | 13.766,55 |
| 19 | BA.PS.A.311.A | Strato di base in conglomerato bituminoso.(cm. 8) | | | | | | | | | |
| | | <i>Intero intervento</i> | 1 | 350,00 | 7,00 | 1,00 | 1,00 | | 2.450,00 | | |
| | | | | | | | | mq. | 2.450,00 | 9,54 | 23.373,00 |
| 20 | BA.PS.A.311.B | Sovrapprezzo allo strato di base in conglomerato bituminoso, per ogni centimetro in più di spessore finito oltre gli 8 cm. | | | | | | | | | |
| | | <i>Intero intervento</i> | 5 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 2.450,00 | | 12.250,00 | | |
| | | | | | | | | mq. | 12.250,00 | 0,98 | 12.005,00 |
| 21 | BA.PS.A.312.A | Strato di collegamento in conglomerato bituminoso semiaperto da cm. 4 (binder). | | | | | | | | | |
| | | <i>Intero intervento</i> | 1 | 350,00 | 7,00 | 1,00 | 1,00 | | 2.450,00 | | |
| | | | | | | | | mq. | 2.450,00 | 4,30 | 10.535,00 |
| 22 | BA.PS.A.313.A | Tappeto di usura in conglomerato bituminoso da cm. 3 (chiuso). | | | | | | | | | |
| | | <i>Intero intervento</i> | 1 | 350,00 | 7,00 | 1,00 | 1,00 | | 2.450,00 | | |
| | | | | | | | | mq. | 2.450,00 | 4,23 | 10.363,50 |
| 23 | BA.PS.A.330.C | Recinzione con rete e paletti a T plastificati, elettrosaldati, posto in opera su muri o muretti che verranno compensati a parte, compreso l'onere dei fori per l'alloggiamento nonché la relativa suggellatura del foro con malta cementizia nel caso di strutture preesistenti. | | | | | | | | | |
| | | <i>Intero intervento (Lato linea FS)</i> | 1 | 700,00 | 1,40 | 1,00 | 1,00 | | 980,00 | | |
| | | | | | | | | mq. | 980,00 | 7,49 | 7.340,20 |
| 24 | BA.PS.B.3100.B | Fornitura e posa in opera di barriere stradali di sicurezza, rette o curve, a profilo metallico a lame, per spartitraffico centrale, aventi caratteristiche prestazionali minime corrispondenti a quelle della classe H1 (ex A3). Il peso complessivo della struttura dovrà essere non inferiore a 31 kg/m. | | | | | | | | | |
| | | <i>Intero intervento</i> | 1 | 350,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 350,00 | | |
| | | | | | | | | ml. | 350,00 | 76,57 | 26.799,50 |
| 25 | EI.CV.B.106.O | Cavo tipo FG10OM1 4x10 mm². | | | | | | | | | |
| | | <i>Intero intervento</i> | 1 | 700,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 700,00 | | |
| | | | | | | | | ml. | 700,00 | 3,10 | 2.170,00 |
| 26 | EI.CV.P.201.A | Posa cavi mediante infilaggio. Per ogni cavo di sezione complessiva del rame sino a 30 mm². | | | | | | | | | |
| | | <i>Intero intervento</i> | 1 | 700,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 700,00 | | |
| | | | | | | | | ml. | 700,00 | 0,79 | 553,00 |

| N. ORD. | VOCI DI TARIFFA | | FATTORI | | | | PRODOTTI | | | | |
|----------------------------------------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------|--------|------|-----------|-------------------|-----------|----------|-----------|
| | CODICE | DESCRIZIONE | N. PARTI | F 1 | F 2 | F 3 | F 4 | U.M. | QUANTITA' | PREZZO | IMPORTO |
| 27 | VA.J.F.21 | Fornitura e pin op. di palo conico h= 6 m con apparecchio 4000K75WCL2 LT - 6 | | | | | | | | | |
| | | <i>Intero intervento</i> | 40 | | | | | | 40 | | |
| | | | | | | | | cad. | 40 | 2.013,05 | 80.522,00 |
| 28 | EL.L.V.C.304.B | Fornitura in opera di pozzetti adatti allo smistamento dei cavi delle dimensioni interne di circa 45x45x60 cm circa (con fondo) | | | | | | | | | |
| | | <i>Intero intervento</i> | 40 | | | | | | 40 | | |
| | | | | | | | | cad. | 40 | 32,34 | 1.293,60 |
| 29 | EL.IM.C.312.A | Esecuzione di colonna mont. in canalizzaz. | | | | | | | | | |
| | | <i>Intero intervento</i> | 1 | 700,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 700,00 | | |
| | | | | | | | | ml. | 700,00 | 7,69 | 5.383,00 |
| 30 | IT.ID.A.211.B | Formazione di condotte di qualsiasi lunghezza e per qualsiasi destinazione, con tubi di polivinile cloruro (p.v.c.) | | | | | | | | | |
| | | <i>Smaltimento acque bianche su intero intervento</i> | 1 | 700,00 | 120,00 | 1,00 | 1,00 | | 84.000,00 | | |
| | | | | | | | | cm.xml. | 84.000,00 | 0,19 | 15.960,00 |
| 31 | IT.TB.L.142.F | Tubi di polivinile cloruro rigido non plastificato, per condotte di scarico interrate, UNI 7447-75 di tipo 303/2 diam. esterno mm 315. | | | | | | | | | |
| | | <i>Smaltimento acque bianche su intero intervento</i> | 1 | 700,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 700,00 | | |
| | | | | | | | | ml. | 700,00 | 19,62 | 13.734,00 |
| 32 | OM.CZ.A.115.A | Pozzetti prefabbricati in c.a.v. di qualsiasi dimensione e tipo, anche a più elementi; chiusino escluso - del tipo normale; per ogni metro cubo di volume vuoto per pieno. | | | | | | | | | |
| | | <i>Pozzetti per caditoie</i> | 150 | 0,60 | 0,60 | 1,00 | 1,00 | | 54,000 | | |
| | | | | | | | | mc. | 54,000 | 171,29 | 9.249,66 |
| 33 | OM.CZ.A.201.D | Posa in opera di manufatti con malta cementizia del n. OM.MA.D.104.B, comprese le occorrenti lavorazioni, escluso lo scavo e la fornitura degli elementi prefabbricati da compensarsi a parte - di pozzetti dei nn. OM.CZ.A.115.A/B. | | | | | | | | | |
| | | <i>Pozzetti per caditoie</i> | 150 | 0,60 | 0,60 | 1,00 | 1,00 | | 54,000 | | |
| | | | | | | | | mc. | 54,000 | 51,39 | 2.775,06 |
| 34 | OM.CZ.A.130.B | Lastroni in c.c.a. cm.10 (Banchine laterali) | | | | | | | | | |
| | | <i>Intero intervento</i> | 2 | 350,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 700,00 | | |
| | | | | | | | | mq. | 700,00 | 27,41 | 19.187,00 |
| 35 | OM.CZ.A.201.A | Posa in opera di lastroni | | | | | | | | | |
| | | <i>Intero intervento</i> | 2 | 350,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 700,00 | | |
| | | | | | | | | mq. | 700,00 | 4,28 | 2.996,00 |
| 36 | OM.CZ.D.305.C | Fognoli, cunicoli e simili, di conglomerato cementizio prefabbricato, in opera completi di coperchio compresa la stuccatura dei giunti con malta del n. OM.MA.D.104/B ed escluso il solo scavo da compensarsi a parte con la voce n. OM.MT.A.202; oppure a scelta delle Ferrovie, formati ... | | | | | | | | | |
| | | <i>Canalette al piede del rilevato</i> | 2 | 350,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 700,000 | | |
| | | | | | | | | ml. | 700,000 | 29,98 | 20.986,00 |
| 37 | OM.ME.V.320.A | Ghisa di seconda fusione, del n. OM.ME.V.125 in opera (Chiusini in ghisa sferoidale) | | | | | | | | | |
| | | <i>Griglie su pozzetti per caditoie</i> | 150 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 100,00 | | 15000,000 | | |
| | | | | | | | | Kg. | 15000,000 | 1,19 | 17.850,00 |
| 38 | OM.PR.F.315.B | Spandimento di pietrisco o di ghiaia o di ghiaietto o di pietrischetto o di sabbia o misto naturale (tout venant), eseguito con mezzi meccanici. | | | | | | | | | |
| | | <i>Protezione impianto elettrico</i> | 1 | 400,00 | 0,40 | 0,80 | 1,00 | | 128,000 | | |
| | | | | | | | | mc. | 128,000 | 3,42 | 437,76 |
| IMPORTO LAVORO 4 - VIABILITA' STRADA LOCALE | | | | | | | €. | 388.882,13 | | | |
| LAVORO 5 | | IMPIANTO FOGNARIO ED ELETTRICO SOTTOVIA | | | | | | | | | |
| 1 | VA15 | Fornitura e posa in opera di elettropompe sommergibili per l'allontanamento delle acque meteoriche, quadro elettrico, gruppo elettrogeno, impianto semaforico di allarme e barriere chiusura stradale. | | | | | | | | | |
| | | <i>Impianto di sicurezza</i> | 1 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 1 | | |

| N. ORD. | VOCI DI TARIFFA | | FATTORI | | | | PRODOTTI | | | | |
|---------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------|------|------|----------|------|-----------|------------|------------|
| | CODICE | DESCRIZIONE | N. PARTI | F 1 | F 2 | F 3 | F 4 | U.M. | QUANTITA' | PREZZO | IMPORTO |
| | | | | | | | | cad. | 1 | 120.000,00 | 120.000,00 |
| 2 | VA11 | Fornitura e posa in opera di cabina prefabbricata in cav, | | | | | | | | | |
| | | <i>Impianto locale pompe</i> | 1 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 1,00 | | |
| | | | | | | | | cad. | 1,00 | 15.000,00 | 15.000,00 |
| 3 | EL.AC.D.101.D | Differenziale bassa sensibilità tetrapolare con portata fino a 32 A. | | | | | | | | | |
| | | <i>Rampe e sottovia</i> | 2 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 2 | | |
| | | | | | | | | cad. | 2 | 70,98 | 141,96 |
| 4 | EL.AC.D.102.A | Differenziale alta sensibilità bipolare con portata fino a 32 A. | | | | | | | | | |
| | | <i>Rampe e sottovia</i> | 2 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 2 | | |
| | | | | | | | | cad. | 2 | 50,48 | 100,96 |
| 5 | EL.AC.I.101.G | Interruttore modulare tetrapolare fino a 32 A con 4 poli protetti. | | | | | | | | | |
| | | <i>Rampe e sottovia</i> | 2 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 2 | | |
| | | | | | | | | cad. | 2 | 37,85 | 75,70 |
| 6 | EL.AC.I.223.A | Posa in opera di apparecchiature a scatto su guida DIN | | | | | | | | | |
| | | <i>Rampe e sottovia</i> | 6 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 6 | | |
| | | | | | | | | cad. | 6 | 6,31 | 37,86 |
| 7 | VA.LF.18 | Fornitura e p.o. di apparecchio a Led a palfone e sottovia | 8 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 8 | | |
| | | | | | | | | cad. | 8 | 3236,08 | 25.888,64 |
| 8 | EL.CV.B.106.O | Cavo tipo EG10OM1 4x10 mm². | | | | | | | | | |
| | | <i>Rampe e sottovia</i> | 2 | 350,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 700,00 | | |
| | | | | | | | | ml. | 700,00 | 3,10 | 2.170,00 |
| 9 | EL.CV.P.201.A | Posa cavi mediante infilaggio. Per ogni cavo di sezione complessiva del rame sino a 30 mm². | | | | | | | | | |
| | | <i>Rampe e sottovia</i> | 2 | 350,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 700,00 | | |
| | | | | | | | | ml. | 700,00 | 0,79 | 553,00 |
| 10 | EL.CV.P.201.B | Sovrapprezzo per ogni 15 mm² o frazione di sezione complessiva del rame oltre i 30 mm². | | | | | | | | | |
| | | <i>Sovrapprezzo V.oe EL.CV.P.201.A</i> | 1 | 350,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 350,00 | | |
| | | | | | | | | ml. | 350,00 | 0,08 | 28,00 |
| 11 | EL.IM.C.3 12.A | Esecuzione di colonna mont. in canalizzaz. | | | | | | | | | |
| | | <i>Rampe e sottovia</i> | 1 | 350,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 350,00 | | |
| | | | | | | | | ml. | 350,00 | 7,69 | 2.691,50 |
| 12 | EL.IM.C.3 12.J | Esecuzione di colonna mont. in canalizzaz. | | | | | | | | | |
| | | <i>Rampe e sottovia</i> | 1 | 350,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 350,00 | | |
| | | | | | | | | 30% | 350,00 | -2,31 | -807,45 |
| 13 | EL.IM.E.305.A | Fornitura e p.in op. di paline in vetroresina | | | | | | | | | |
| | | <i>Rampe e sottovia</i> | 20 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 20 | | |
| | | | | | | | | cad. | 20 | 170,87 | 3.417,40 |
| 14 | EL.IV.C.3 04.B | Fornitura in opera di pozzetti adatti allo smistamento dei cavi delle dimensioni interne di circa 45x45x60 cm circa (con fondo) | | | | | | | | | |
| | | <i>Rampe e sottovia</i> | 100 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 100 | | |
| | | | | | | | | cad. | 100 | 32,34 | 3.234,00 |
| 15 | EL.IV.C.3 05.A | Fornitura di pozzetti in vetroresina adatti per prese di terra delle dimensioni di 25x30x30 cm. | | | | | | | | | |
| | | <i>Rampe e sottovia</i> | 4 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 4 | | |
| | | | | | | | | cad. | 4 | 23,87 | 95,48 |
| 16 | EL.IV.P.3 03.A | F. e p.o. di paline per formazione di prese di terra per impianti LFM compresi gli accessori (manicotti, morsetto, battipalo). Per ogni palina. | | | | | | | | | |
| | | <i>Rampe e sottovia</i> | 4 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 4 | | |
| | | | | | | | | cad. | 4 | 17,36 | 69,44 |
| 17 | EL.QE.B.102.F | Quadro elettrico in materiale termoplastico IP 41 a 24 posti | | | | | | | | | |
| | | <i>Rampe e sottovia</i> | 2 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 2 | | |
| | | | | | | | | cad. | 2 | 11,83 | 23,66 |

| N. ORD. | VOCI DI TARIFFA | | FATTORI | | | | PRODOTTI | | | | |
|---------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------|------|------|----------|------|-----------|--------|---------|
| | CODICE | DESCRIZIONE | N. PARTI | F 1 | F 2 | F 3 | F 4 | U.M. | QUANTITA' | PREZZO | IMPORTO |
| 18 | EL.QE.B.205.A | Posa in opera di quadro per montaggio a parete o incasso. per quadri con pannello anteriore di superficie sino a 10 dm ² | | | | | | | | | |
| | | <i>Rampe e sottovia</i> | 2 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 2 | | |
| | | | | | | | | cad. | 2 | 28,97 | 57,94 |
| 19 | EL.TU.I.201.A | Posa in opera di tubi alla profondità sino a 20 cm | | | | | | | | | |
| | | <i>Intercapedine sottopassaggio</i> | 2 | 20,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 40 | | |
| | | | | | | | | cad. | 40 | 1,67 | 66,80 |
| 20 | EL.TU.P.103.B | Tubo in P.V.C. per posa interrata del diametro di 82 mm e spessore 3,2 mm - diam. Ø 82 mm. | | | | | | | | | |
| | | <i>Intercapedine sottopassaggio</i> | 2 | 20,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 40,00 | | |
| | | | | | | | | ml. | 40,00 | 3,56 | 142,40 |
| 21 | EL.TU.P.104.F | Tubo in P.V.C. flessibile serie pesante del diametro di 50 mm | | | | | | | | | |
| | | <i>Rampe e sottovia</i> | 2 | 350,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 700,00 | | |
| | | | | | | | | ml. | 700,00 | 0,60 | 420,00 |
| 22 | FA.PV.B.302.A | Pavimento di piastrelle di conglomerato di cemento e graniglia antistrucchiolevole resistente all'usura e all'azione di oli ed acidi, di colore a scelta delle Ferrovie, delle dimensioni di 25 x 25 cm circa o 30 x 30 cm circa e dello spessore non inferiore | | | | | | | | | |
| | | <i>Locale pompe</i> | 1 | 2,80 | 1,40 | 1,00 | 1,00 | | 3,92 | | |
| | | | | | | | | mq. | 3,92 | 24,83 | 97,33 |

| N. ORD. | VOCI DI TARIFFA | | FATTORI | | | | PRODOTTI | | | | | |
|-----------------------------------------------------------|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------|------|------|----------|------|------------------|-------------------|-------------------|--|
| | CODICE | DESCRIZIONE | N. PARTI | F 1 | F 2 | F 3 | F 4 | U.M. | QUANTITA' | PREZZO | IMPORTO | |
| 23 | FA.PV.C.301.A | Massetto di sottofondo in malta cementizia, cemento classe 32,5 e sabbia, composta da 300 Kg di cemento per 1,00 m3 di sabbia normale, per piani di posa di pavimentazioni sottili (piastrelle resilienti, linoleum, gomma, legno, ecc.), dato in opera ben batt | | | | | | | | | | |
| | | <i>Locale pompe</i> | 1 | 2,80 | 1,40 | 1,00 | 1,00 | | 3,92 | | | |
| | | | | | | | | mq. | 3,92 | 6,69 | 26,22 | |
| 24 | FA.RV.D.303.B | con piastrelle di ceramica smaltata di prima scelta, in colore bianco. | | | | | | | | | | |
| | | <i>Pareti locale pompe</i> | 2 | 2,40 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 4,80 | | | |
| | | <i>Pareti locale pompe</i> | 2 | 1,80 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 3,60 | | | |
| | | | | | | | | mq. | 8,40 | 26,26 | 220,58 | |
| 25 | FA.SE.A.308.B | Fornitura e posa in opera di porte e portoni a una o più partite con qualunque tipo di apertura (a impacco laterale, a cerniere, a scorrimento su guide superiori, o inferiori, basculanti ecc.) con pannellature in lamiera di acciaio zincato sistema Sendzim | | | | | | | | | | |
| | | <i>Locale pompe</i> | 1 | 0,80 | 2,00 | 1,00 | 1,00 | | 1,60 | | | |
| | | | | | | | | mq. | 1,60 | 39,76 | 63,62 | |
| 26 | OM.CZ.A.115.A | Pozzetti prefabbricati in c.a.v. di qualsiasi dimensione e tipo, anche a più elementi; chiusino escluso - del tipo normale; per ogni metro cubo di volume vuoto per pieno. | | | | | | | | | | |
| | | <i>Pozzetto allaccio rete fognaria</i> | 4 | 1,00 | 1,00 | 2,00 | 1,00 | | 8,000 | | | |
| | | <i>Pozzetto allaccio rete elettrica</i> | 1 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 1,00 | | 0,216 | | | |
| | | | | | | | | mc. | 8,216 | 171,29 | 1.407,32 | |
| 27 | OM.CZ.A.201.D | Posa in opera di manufatti con malta cementizia del n. OM.MA.D.104.B, comprese le occorrenti lavorazioni, escluso lo scavo e la fornitura degli elementi prefabbricati da compensarsi a parte - di pozzetti dei nn. OM.CZ.A.115.A/B. | | | | | | | | | | |
| | | <i>Pozzetto allaccio rete fognaria</i> | 4 | 1,00 | 1,00 | 2,00 | 1,00 | | 8,000 | | | |
| | | <i>Pozzetto allaccio rete elettrica</i> | 1 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 1,00 | | 0,216 | | | |
| | | | | | | | | mc. | 8,216 | 51,39 | 422,22 | |
| 28 | OM.ME.V.3 20.A | Ghisa di seconda fusione, del n. OM.ME.V.125 in opera (Chiusini in ghisa sferoidale) | | | | | | | | | | |
| | | <i>Chiusino pozzetto allaccio rete fognaria</i> | 4 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 100,000 | | 400,000 | | | |
| | | <i>Chiusino pozzetto allaccio rete elettrica</i> | 1 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 52,000 | | 52,000 | | | |
| | | | | | | | | Kg. | 452,000 | 1,19 | 537,88 | |
| | | IMPORTO LAVORO 5 - IMP. FOGN. ED ELETTRICO SOTTOVIA | | | | | | | €. | 176.182,47 | | |
| | A corpo | Lavori di completamento e finitura | | | | | | | €. | 0,00 | | |
| N. 2 RIEPILOGO TERRE DI RISULTA/RIEMPITIVI: | | | | | | | | | | | | |
| A - TERRE DI RISULTA | | | | | | | | | | | | |
| | LAVORO 2 | - SCAVI FONDAZIONE | | | | | | | 80,000 | | | |
| | LAVORO 3 | - SCAVI FONDAZIONE | | | | | | | 250,000 | | | |
| | LAVORO 4 | - SCAVI FONDAZIONE | | | | | | | 2.100,000 | | | |
| | LAVORO 5 | - SCAVI FONDAZIONE | | | | | | | = | | | |
| | | TOTALE TERRE | | | | | | mc | 2.430,000 | | | |
| B - RIEMPITIVI CON TERRE DI RISULTA | | | | | | | | | | | | |
| | LAVORO 2 | - RIEMPITIVI | | | | | | | = | | | |
| | LAVORO 3 | - RIEMPITIVI | | | | | | | 58,520 | | | |
| | LAVORO 4 | - RIEMPITIVI | | | | | | | 2.100,000 | | | |
| | LAVORO 5 | - SCAVI FONDAZIONE | | | | | | | = | | | |
| | | TOTALE RIEMPITIVI | | | | | | mc | 2.158,520 | | | |
| | | Arrotondamento | | | | | | | | | 3,77 | |
| Importo lavori - Sottovia bretella e strada locale | | | | | | | | | | €. | 640.279,30 | |
| | | | | | | | | | | arrotondamento | 0,70 | |

| N. ORD. | VOCI DI TARIFFA | | FATTORI | | | | PRODOTTI | | | | |
|---------|-----------------|-----------------------------------|----------|-----|-----|-----|----------|------|-----------|--------|------------|
| | CODICE | DESCRIZIONE | N. PARTI | F 1 | F 2 | F 3 | F 4 | U.M. | QUANTITA' | PREZZO | IMPORTO |
| 2 | | Sottovia bretella e strada locale | | | | | | | | | 640.280,00 |

| N. ORD. | VOCI DI TARIFFA | | FATTORI | | | | PRODOTTI | | | | |
|---------------------|-----------------|---------------------------------------------------|----------|-----|-----|-----|----------|------|-----------|----------------|-------------------|
| | CODICE | DESCRIZIONE | N. PARTI | F 1 | F 2 | F 3 | F 4 | U.M. | QUANTITA' | PREZZO | IMPORTO |
| | | | | | | | | | | | |
| NUOVI PREZZI | | | | | | | | | | Importo | |
| LAVORO 1 | | INTERVENTI PRELIMINARI E BONIFICA ORDIGNI BELLICI | | | | | | | | € | 3.000,00 |
| LAVORO 2 | | MONOLITE IN OPERA | | | | | | | | € - | |
| LAVORO 3 | | RAMPE E MURI DI SOSTEGNO | | | | | | | | € | 356,20 |
| LAVORO 4 | | VIABILITA' STRADALE LOCALE | | | | | | | | € - | |
| LAVORO 5 | | IMPIANTO FOGNARIO ED ELETTRICO SOTTOVIA | | | | | | | | € | 135.000,00 |
| Sommano | | | | | | | | | | € | 138.356,20 |

| N. ORD. | VOCI DI TARIFFA | | N. PARTI | FATTORI | | | | U.M. | QUANTITA' | PRODOTTI | |
|---------------------------------------------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|------|------|-----------|------------------|-----------|----------|----------|
| | CODICE | DESCRIZIONE | | F 1 | F 2 | F 3 | F 4 | | | PREZZO | IMPORTO |
| opera 4 Fermata Sulmona-S.Rufina | | | | | | | | | | | |
| LAVORO 1 OPERE PRELIMINARI | | | | | | | | | | | |
| 1 | BA.OB.A.0101.A | Taglio di vegetazione di ogni genere | 1 | 2.671,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 2.671,00 | | |
| | | | | | | | | mq | 2.671,00 | 0,28 | 747,88 |
| 2 | BA.OB.B.0101.A | Ricerca e localizzazione di ordigni ed altri manufatti bellici interrati da eseguire fino a 100 cm di profondità, con l'impiego di apparato rilevatore, in assenza di acqua | 1 | 2.671,00 | | 1,00 | 1,00 | | 2.671,00 | | |
| | | | | | | | | mq | 2671,00 | 0,30 | 801,30 |
| 3 | BA.OB.A.0102.C | Ricerca individuale e localizzazione di ordigni esplosivi interrati oltre i 100 cm di profondità a mezzo perforazioni, in assenza di acqua Zona da bonificare | 1 | 2.671,00 | | 1,00 | 1,00 | | 2.671,00 | | |
| | | | | | | | | mq | 2671,00 | 2,40 | 6.410,40 |
| 4 | BA.OB.C.0101.B | Scavo di profondità su aree ristrette per ricerca ed avvicinamento ad ordigni esplosivi, compiuti con idonei mezzi meccanici, e connesso uso dell'apparato rilevatore. Si considera il 4% dell'area da bonificare | | | | | | | | | |
| | | Profondità 3 m | 1 | 2.671,00 | 3,00 | 82% | 0,04 | | 262,83 | | |
| | | Profondità 5 m | 1 | 2.671,00 | 5,00 | 18% | 0,04 | | 96,16 | | |
| | | | | | | | | mc | 358,98 | 7,30 | 2.620,57 |
| 5 | BA.OB.C.0101.C | Scavo per scoprimento di ordigni esplosivi da eseguire esclusivamente a mano e connesso uso dell'apparato rilevatore. Si considera il 4% dello scavo di profondità | 1 | 358,98 | | | 0,04 | | 14,36 | | |
| | | | | | | | | mc | 14,36 | 262,40 | 3.767,88 |
| IMPORTO LAVORO 1 - OPERE PRELIMINARI | | | | | | | €. | 14.348,03 | | | |

| N. ORD. | VOCI DI TARIFFA | | | FATTORI | | | | PRODOTTI | | | |
|-----------------------------------------------------------------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------|----------------------|----------------------|------------------|----------|------------------------------|--------|-----------|
| | CODICE | DESCRIZIONE | N. PARTI | F 1 | F 2 | F 3 | F 4 | U.M. | QUANTITA' | PREZZO | IMPORTO |
| LAVORO 2 MOV.TERRE - MURI - VIAB. - PARCH. - MARCIAPIEDI | | | | | | | | | | | |
| 1 | BA.MT.A.3003.A | Scavo di fondaz.mezzi mecc. fino a m 2 | 1 | 250,00 | 5,00 | | | | 1250,000 | | |
| | | | | | | | | mc. | 1.250,000 | 3,27 | 4.087,50 |
| 2 | BA.NO.A.801.A | Pompa aspirante esaurim.acqua <i>A corpo</i> | 1 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 120,00 | gg. | 120 | | |
| | | | | | | | | | 120 | 1,35 | 162,00 |
| 3 | BA.NO.A.802.A | Motore elettrico a disp. 1 Kw <i>A corpo</i> | 1 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 120,00 | gg. | 120 | | |
| | | | | | | | | | 360 | 2,85 | 342,00 |
| 4 | BA.NO.A.802.B | Motore elettrico sovrapp. Kw in più <i>A corpo</i> | 1 | 1,00 | 1,00 | 9,00 | 120,00 | gg. | 1.080 | | |
| | | | | | | | | | 1.680 | 0,77 | 831,60 |
| 5 | BA.NO.A.803.A | Motore elettrico in azione 1 Kw <i>A corpo</i> | 120 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 10,00 | ore | 1.200 | | |
| | | | | | | | | | 4.320 | 0,30 | 360,00 |
| 6 | BA.NO.A.803.B | Motore elettrico sovrapp. Kw in più <i>A corpo</i> | 120 | 1,00 | 1,00 | 9,00 | 10,00 | ore | 10.800 | | |
| | | | | | | | | | 18.000 | 0,13 | 1.404,00 |
| 7 | BA.MT.A.3003.B | Scavo di fondaz.mezzi mecc.da oltre 2 fino a m 4 | 1 | 250,00 | 1,50 | | | | 375,000 | | |
| | | | | | | | | mc. | 375,000 | 3,76 | 1.410,00 |
| 8 | BA.CZ.A.301.A | Congl.cem.in fondazione Rbk 15 N/mm ² <i>muro Marciap.</i> <i>muro Recinzione</i> | 1 1 | 250,00 250,00 | 4,03 1,00 | 0,10 0,10 | | | 100,750 25,000 | | |
| | | | | | | | | mc. | 125,750 | 76,19 | 9.580,89 |
| 9 | BA.CZ.A.301.E | Congl.cem.in fondazione Rbk 35 N/mm ² <i>Muri marciapiede</i> <i>muro Recinzione</i> | 1 1 | 250,00 250,00 | 3,83 0,80 | 0,30 0,30 | | | 287,250 60,000 | | |
| | | | | | | | | mc. | 347,250 | 105,62 | 36.676,55 |
| 10 | BA.CZ.A.302.E | Congl.cem.in elevazione Rbk 35 N/mm ² <i>muro sost. Marciap.</i> <i>muro sost. Marciap.</i> <i>muro sost. Recinzione</i> | 1 1 1 | 250,00 250,00 250,00 | 0,40 0,30 0,30 | 1,60 2,43 1,00 | | | 160,000 182,250 75,000 | | |
| | | | | | | | | mc. | 257,250 | 112,83 | 29.025,52 |
| 11 | BA.CZ.A.309.B | Acciaio in barre ad.migl.FeB44K per c.a. <i>cls in fondazione</i> <i>cls in elevazione</i> | 1 1 | 347,25 257,25 | 1,00 1,00 | 1,00 1,00 | 100,00 100,00 | | 34725,000 25725,000 | | |
| | | | | | | | | kg. | 60450,000 | 1,00 | 60.450,00 |
| 12 | BA.CZ.A.303.B | Presenza armature metalliche sup.50Kg/mc <i>cls in fondazione</i> <i>cls in elevazione</i> | 1 1 | 347,25 257,25 | 1,00 1,00 | 1,00 1,00 | 1,00 1,00 | | 347,250 257,250 | | |
| | | | | | | | | mc. | 604,500 | 5,39 | 3.258,26 |

| N. ORD. | VOCI DI TARIFFA | | FATTORI | | | | PRODOTTI | | | | |
|---------|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------|-------|------|----------|------|-----------|--------|-----------|
| | CODICE | DESCRIZIONE | N. PARTI | F 1 | F 2 | F 3 | F 4 | U.M. | QUANTITA' | PREZZO | IMPORTO |
| 13 | BA.CZ.A.304.A | Casseforme strutture in fondazione muro sost. Marciap. | | | | | | | | | |
| | | | 2 | 250,00 | 1,00 | 0,40 | 1,00 | | 200,00 | | |
| | | | 12 | | 4,16 | 0,30 | 1,00 | | 14,98 | | |
| | | | 2 | 250,00 | | 0,40 | 1,00 | | 200,00 | | |
| | | | 12 | | 0,80 | 0,30 | 1,00 | | 2,88 | | |
| | | | | | | | | mq. | 417,86 | 10,07 | 4.207,81 |
| 14 | BA.CZ.A.305.A | Casseforme strutture in elevazione fino a 4 m. muro sost. Marciap. | | | | | | | | | |
| | | | 2 | 250,00 | | | 2,43 | | 1215,00 | | |
| | | | 2 | 250,00 | | | 1,60 | | 800,00 | | |
| | | | 2 | 250,00 | | | 1,00 | | 500,00 | | |
| | | | 12 | | 0,30 | 2,43 | | | 8,75 | | |
| | | | 12 | | 0,40 | 1,60 | | | 7,68 | | |
| | | | 12 | | 0,30 | 1,00 | | | 3,60 | | |
| | | | | | | | | mq. | 2535,03 | 13,45 | 34.096,13 |
| 15 | BA.PS.A.314.A | Fornitura e spandim di materiali inerti | | | | | | | | | |
| | | | 1 | 250,00 | 5,60 | | | | 1.400,000 | | |
| | | | 1 | 250,00 | 1,02 | | | | 250,000 | | |
| | | | | | | | | mc. | 1.650,000 | 14,18 | 23.397,00 |
| 16 | BA.MT.A.319.B | Riempitivi vari e sistemazione superficiale con regolarizzazione delle pendenze, con terre provenienti dagli scavi | | | | | | | | | |
| | | <i>riempimento parcheggio</i> | 1 | 2479,00 | | | 0,40 | | 991,600 | | |
| | | <i>riempimento parcheggio</i> | 1 | 100,00 | 29,80 | 1,00 | 1,20 | | 3576,00 | | |
| | | | | | | | | mc. | 4.567,600 | 2,21 | 10.094,40 |
| 17 | BA.PS.A.310.A | Fondaz. stradale dello spess di almeno 25 cm <i>Parcheggio</i> | | | | | | | | | |
| | | | 1 | 100,00 | 29,80 | 1,00 | 1,00 | | 2980,00 | | |
| | | | | | | | | mq. | 2.980,00 | 4,09 | 12.188,20 |
| 18 | BA.PS.A.319.A | Cordolo per marciapiedi in conglomerato vibrocompresso | | | | | | | | | |
| | | | 1 | 94,60 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 94,60 | | |
| | | | 2 | 29,27 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 58,54 | | |
| | | | | | | | | ml | 94,60 | 12,48 | 1.180,61 |
| 19 | IT.TB.N.101.A | Pozzetti prefabbricati in cav del tipo normale <i>pozzetti ai piedi dei muri</i> | | | | | | | | | |
| | | | 12 | 1,50 | 1,50 | 1,50 | 1,00 | | 40,500 | | |
| | | | | | | | | mc. | 40,500 | 64,93 | 2.629,67 |
| 20 | BA.PS.A.3100.B | Fornitura e p.o. di chiusino di produzione CEE <i>pozzetti ai piedi dei muri</i> | | | | | | | | | |
| | | | 12 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 12 | | |
| | | | | | | | | cad. | 12 | 165,35 | 1.984,20 |

| N. ORD. | VOCI DI TARIFFA | | FATTORI | | | | PRODOTTI | | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------|--------|-------|-----------|-------------------|-----------|-----------|-----------|
| | CODICE | DESCRIZIONE | N. PARTI | F 1 | F 2 | F 3 | F 4 | U.M. | QUANTITA' | PREZZO | IMPORTO |
| 21 | BA.PS.A.312.A | Strato di collegamento in conglomer. bituminoso <i>Piazzale</i> | 1 | | 100,00 | 29,80 | 1,00 | | 2980,00 | | |
| | | | | | | | | mq. | 2.980,00 | 5,36 | 15.972,80 |
| 22 | BA.PS.A.313.A | Tappeto di usura in conglomer. bituminoso <i>Piazzale</i> | 1 | | 100,00 | 29,80 | 1,00 | | 2980,00 | | |
| | | | | | | | | mq. | 2.980,00 | 4,23 | 12.605,40 |
| MARCIAPIEDE FERMATA | | | | | | | | | | | |
| 23 | BA.CZ.A.301.C | Congl.cem.in fondazione Rbk 25 N/mm ² <i>Cordolo per la posa elementi ad U</i> | 1 | 250,00 | 0,80 | 0,25 | 1,00 | | 50,000 | | |
| | | | | | | | | mc. | 50,000 | 96,95 | 4.847,50 |
| 24 | BA.CZ.A.304.A | Casseforme strutture in fondazione <i>Cordolo per la posa elementi ad U</i> | 2 | 250,00 | 1,00 | 0,25 | 1,00 | | 125,00 | | |
| | | | 2 | 0,80 | 1,00 | 0,25 | 1,00 | | 0,40 | | |
| | | | | | | | | mq. | 125,40 | 10,07 | 1.262,78 |
| 25 | BA.CZ.A.309.B | Acciaio in barre ad.migl.FeB44K per c.a. <i>Cordolo per la posa elementi ad U</i> | 1 | 100,00 | 1,00 | 1,00 | 80,00 | | 8000,00 | | |
| | | | | | | | | kg. | 8.000,000 | 1,00 | 8.000,00 |
| 26 | BA.CZ.A.303.B | Presenza armature metalliche sup.50Kg/mc <i>Cordolo per la posa elementi ad U</i> | 1 | 100,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 100,00 | | |
| | | | | | | | | mc. | 100,000 | 5,39 | 539,00 |
| 27 | BA.IS.A.105.C | Polistirolo espanso in lastre densità da oltre15 fino a 25kg./mc. <i>per giunti</i> | 28 | 4,00 | 0,30 | 0,03 | 1,00 | | 1,01 | | |
| | | | 12 | 6,00 | 0,30 | 0,03 | 1,00 | | 0,65 | | |
| | | | | | | | | mc. | 1,66 | 75,17 | 124,48 |
| IMPORTO LAVORO 2 - MOV.TERRE - MURI - PROLUNGAM. PONTICELLO - VIABILITA' - PARCHEGGIO - MARCIAPIEDI | | | | | | | €. | 280.718,28 | | | |
| LAVORO 3 OPERE DI FINITURA | | | | | | | | | | | |
| 1 | VA5 | Protezione delle superfici rasate mediante prodotto idrofugo monocomponente RASATURE - TINTEGGIATURE | 2 | 250,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 500,00 | | |
| | | | | | | | | mq. | 500,00 | 5,10 | 2.550,00 |
| PENSILINA | | | | | | | | | | | |
| 2 | VA10 | Fornit e posa in op di pensilina realizzata con struttura portante metallica e copertura in policarbonato aventi le caratteristiche geometriche indicate nell'elaborato grafico allegato | 1 | | | | | | 2 | | |
| | | | | | | | | a corpo | 2 | 15.000,00 | 30.000,00 |
| BOX PREFABBRICATO | | | | | | | | | | | |
| 3 | VA11 | Fornitura e posa in opera di box prefabbricato in c.a.v. | 1 | | | | | | 1 | | |
| | | | | | | | | a corpo | 1 | 20.000,00 | 20.000,00 |

| N. ORD. | VOCI DI TARIFFA | | FATTORI | | | | PRODOTTI | | PREZZO | IMPORTO |
|---------------------------------|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------|------|------|----------|------|---------|-----------------|
| | CODICE | DESCRIZIONE | N. PARTI | F 1 | F 2 | F 3 | F 4 | U.M. | | |
| MARCIAPIEDI | | | | | | | | | | |
| 4 | BA.PS.A.319.A | Cordolo per marciapiedi in conglomerato vibrocompreso | | | | | | | | |
| | | <i>Marciapiedi formata</i> | 1 | 270,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 270,00 | |
| | | | | | | | | ml. | 270,00 | 12,48 3.369,60 |
| 5 | BA.PS.A.317.B | Pavimentazione con formelle autobloccanti di calcestruzzo | | | | | | | | |
| | | <i>Marciapiedi formata (mq)</i> | 1 | 236,00 | 3,50 | 1,00 | 1,00 | | 826,00 | |
| | | | | 30,00 | 5,70 | | | | 171,00 | |
| | | <i>a detrarre percorsi (mq)</i> | -1 | 273,60 | 0,60 | 1,00 | 1,00 | | -164,16 | |
| | | | -1 | 256,00 | 0,40 | 1,00 | 1,00 | | -102,40 | |
| | | | | | | | | mq. | 730,44 | 15,60 11.394,86 |
| PERCORSI E MAPPE TATTILI | | | | | | | | | | |
| 6 | BA.PR.A.3100.B | Fornitura e posa in opera di pavimentazione per esterni in gres porcellanato per la formazione di percorsi per disabili visivi del tipo LVE, poste in opera su letto di malta, compresi sfridi, tagli, la sigillatura dei giunti con cemento puro e la pulizia finale e quanto altro necessario per dare il lavoro finito a regola d'arte. | | | | | | | | |
| | | per formazione percorsi disabili visivi | | | | | | | | |
| | | <i>Percorsi</i> | 1 | 273,60 | 0,60 | 1,00 | 1,00 | | 164,16 | 67,00 10.998,72 |
| | | | | | | | | mq. | 164,16 | |
| 7 | BA.PR.A.3101.A | Codice di direzione rettilinea di larghezza cm 60. | | | | | | | | |
| | | <i>Percorsi</i> | 1 | 20,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 20,00 | 46,00 920,00 |
| | | | | | | | | m. | 20,00 | |
| 8 | BA.PR.A.3101.C | Codice di incrocio a croce e a "T" costituito piastra da cm 60x60 con bolli. | | | | | | | | |
| | | <i>Percorsi</i> | 1 | 8 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 8,00 | 25,00 200,00 |
| | | | | | | | | cad | 8,00 | |
| 9 | BA.PR.A.3101.D | Codice di attenzione - servizio costituito da piastra da cm 40x60 circa. | | | | | | | | |
| | | <i>Percorsi</i> | 1 | 15,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 15,00 | 17,50 262,50 |
| | | | | | | | | cad | 15,00 | |
| 10 | BA.PR.A.3101.E | Codice di pericolo valicabile costituito da una piastra delle dimensioni di cm 40x60, composta da due zone, la prima con superficie righe in senso perpendicolare al percorso e la seconda con calotte sferiche | | | | | | | | |
| | | <i>Percorsi</i> | 1 | 15,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 15,00 | 44,00 660,00 |
| | | | | | | | | cad | 15,00 | |
| 11 | BA.PR.A.3101.F | Codice di arresto pericolo costituito da una piastra da cm 40x80. | | | | | | | | |
| | | <i>Percorsi</i> | 1 | 15,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 15,00 | 44,00 660,00 |
| | | | | | | | | cad | 15,00 | |
| 12 | BA.PR.A.3102.A | Con riportata planimetria in rilievo, testo in BRAILLE spessore 0,9 mm, rispondenti alle norme UNI 8207 delle dimensioni di mm 600x400. | | | | | | | | |
| | | | 1 | 2,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 2 | |
| | | | | | | | | cad. | 2 | 815,00 1.630,00 |
| 13 | BA.PR.A.3102.B | Mappe tattili per non vedenti con riportata planimetria in rilievo, testo in Braille sp. 0,9 mm, rispondenti alle norme ADA e UNI 8207 delle dimensioni di mm 300x210 | | | | | | | | |
| | | <i>targhette tattili</i> | 1 | 2,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 2 | |
| | | | | | | | | cad. | 2 | 275,00 550,00 |
| 14 | BA.PR.A.3102.D | Leggio metallico | | | | | | | | |

| N. ORD. | VOCI DI TARIFFA | | FATTORI | | | | PRODOTTI | | | | |
|---------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------|------|------|----------|------|-----------|--------|---------|
| | CODICE | DESCRIZIONE | N. PARTI | F 1 | F 2 | F 3 | F 4 | U.M. | QUANTITA' | PREZZO | IMPORTO |
| | | per lettura facilitata per disabili visivi, dell'altezza compresa tra cm 95 e 120, con inclinazione di 30°, piano di appoggio <i>mappa tattile da cm 70x50</i> | 1 | 2,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 2 | | |
| | | | | | | | | cad. | 2 | 360,00 | 720,00 |

| N. ORD. | VOCI DI TARIFFA | | FATTORI | | | | PRODOTTI | | | | |
|---------------------------------------------|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------|------|------|-----------|-------------------|-----------|--------|-----------|
| | CODICE | DESCRIZIONE | N. PARTI | F 1 | F 2 | F 3 | F 4 | U.M. | QUANTITA' | PREZZO | IMPORTO |
| SEGNALETICA DI STAZIONE E STRADALE | | | | | | | | | | | |
| 15 | FA.OM.B.3 01.A | Fornitura in opera di targhe per iscrizioni di servizio in lamiera dello spessore non inferiore a 30/10 di mm per targhe con superficie uguale o superiore a 3 m2, e dello spessore di 25/10 di mm per targhe di superficie inferiore a 3 m2, con applicazione di pellicola retroriflettente normale termoadesiva, su portali sotto pensilina, o a ridosso di facciate, compresi e compensati nel prezzo i pezzi speciali per l'ancoraggio, i rinforzi a tergo della lamiera, da realizzarsi con profilati di lamiera di alluminio sagomata e profilati metallici estrusi in lega di alluminio, esclusi i distanziatori, i perni, le coppiglie e quanto altro necessario per l'attacco delle targhe agli appositi sostegni (portali, tubi, zanche murate) che saranno compensate a parte come alla voce FA.OM.B.302: <i>in lamiera di alluminio</i> | 4 | 2,50 | 2,00 | | | | 20 | | |
| | | | | | | | | mq | 20 | 187,42 | 3.748,40 |
| 16 | FA.OM.B.3 02.A | per sostegno di targhe della voce FA.OM.B.301 | 4 | 2,50 | 2,00 | | 40,00 | | 800 | | |
| | | | | | | | | kg | 800 | 4,57 | 3.656,00 |
| 17 | FA.OM.B.3 03.A | Fornitura e posa in opera dei corpi illuminanti per la realizzazione dell'impianto di illuminazione delle targhe della voce FA.OM.B.301 <i>per targhe su portali monofacciali</i> | 2 | 2,50 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 5 | | |
| | | | | | | | | m | 5 | 309,63 | 1.548,15 |
| 18 | FA.OM.B.3 03.B | per targhe su portali bifacciali | 2 | 2,50 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 5 | | |
| | | | | | | | | m | 5 | 562,23 | 2.811,15 |
| 19 | OM.PT.V.310.A | Segnaletica orizzontale | | 145,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 145 | | |
| | | | | | | | | mq | 145 | 10,28 | 1.490,60 |
| RASATURE - TINTEGGIATURE | | | | | | | | | | | |
| | BA.CZ.A.3101.A | Rasatura di superfici mediante applicazione di malta cementizia premiscelata, polimero modificata | | | | | | | | | |
| | | | 2 | 250,00 | 1,00 | 1,00 | 0,47 | | 235,00 | | |
| | | | 2 | 250,00 | 1,00 | 1,00 | 0,30 | | 150,00 | | |
| | | | | | | | | mq | 385,00 | 16,02 | 6.167,70 |
| OPERE IN METALLO | | | | | | | | | | | |
| 20 | BA.PS.A.331.A | Recinzione con grigliato metallico tipo orso-grill <i>ringhiera marciap</i> | 2 | 250,00 | 1,00 | 1,00 | 10,00 | | 5000,000 | | |
| | | | | | | | | kg | 5000,000 | 2,21 | 11.050,00 |
| 21 | BA.PS.A.332.A | Fornitura e posa in opera di cancello <i>cancello per interdiz fermata</i> | 2 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 300,00 | kg | 600,000 | | |
| | | | | | | | | kg | 600,000 | 2,84 | 1.704,00 |
| IMPORTO LAVORO 3 - OPERE DI FINITURA | | | | | | | €. | 116.091,68 | | | |

| N. ORD. | VOCI DI TARIFFA | | FATTORI | | | | PRODOTTI | | PREZZO | IMPORTO | |
|------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------|----------------------|---------|-----------|
| | CODICE | DESCRIZIONE | N. PARTI | F 1 | F 2 | F 3 | F 4 | U.M. | | | QUANTITA' |
| LAVORO 4 | | | | | | | | | | | |
| CANALIZZAZIONI PER OPERE FOGNARIE ED IDRICHE | | | | | | | | | | | |
| 1 | BA.CZ.A.301.A | Congl.cem.in fondazione Rbk 15 N/mm ² <i>Magrone pozzetti parcheggio</i> | 20 | 1,00 | 1,00 | 0,10 | 1,00 | mc. | 2,000 | 76,19 | 152,38 |
| 2 | IT.TB.L.1002.F | Tubazione rigida in polipropilene per scarichi Ø 110 mm. <i>Tubi fognanti sul parcheggio</i> | 1 | 250,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | ml. | 250,00 | 6,41 | 1.602,50 |
| 3 | IT.TB.L.1103.D | Tubazione rigida in polivinilcloruro PVC-U per scarichi Ø 200 mm. <i>Tubi fognanti sul parcheggio</i> | 1 | 150,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | ml. | 150,00 | 8,71 | 1.306,50 |
| 4 | IT.TB.L.1104.A | Pezzi speciali per tubazione in polivinilcloruro PVC-U. per scarichi Ø 110 mm. <i>Tubi fognanti sul parcheggio</i> | 40 | 1,00 | | | | n | 40,00 | 5,09 | 203,60 |
| 5 | IT.TB.L.1104.D | Pezzi speciali per tubazione in polivinilcloruro PVC-U. per scarichi Ø 200 mm. <i>Tubi fognanti sul parcheggio</i> | 20 | 1,00 | | | | n | 20,00 | 23,01 | 460,20 |
| 6 | IT.ID.A.211.B | Formazione di condotte in pvc interrante <i>Tubi fognanti diam 110</i> <i>Tubi fognanti diam 200</i> | 1 1 | 250,00 150,00 | 11,00 20,00 | 1,00 1,00 | 1,00 1,00 | | 2.750,00 3.000,00 | | |
| | | | | | | | | cmxml | 5750,00 | 0,19 | 1.092,50 |
| 7 | IT.TB.N.101.A | Pozzetti prefabbricati in cav del tipo normale <i>Pozzetti estremità marciapiedi</i> <i>Pozzetti fognanti sul parcheggio</i> | 10 10 1 | 0,95 0,80 0,40 | 0,95 0,80 0,40 | 1,00 1,00 1,00 | 1,00 1,00 1,00 | | 9,03 6,40 0,16 | | |
| | | | | | | | | mc | 15,59 | 64,93 | 1.011,93 |
| 8 | IT.ID.C.209.A | Posa in opera di manufatti <i>pozzetti in cav</i> | 1 | 15,59 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | mc | 15,59 | 107,44 | 1.674,45 |
| 9 | IT.TB.N.110.A | Chiusini o caditoie in ghisa di seconda fusione <i>Pozzetti sul parcheggio</i> | 10 10 | 1,00 1,00 | 1,00 1,00 | 1,00 1,00 | 60,00 40,00 | | 600,00 400,00 | | |
| | | | | | | | | Kg. | 1.000,00 | 0,69 | 690,00 |
| 10 | IT.ID.C.216.A | Posa in opera di chiusini e caditoie in ghisa <i>Pozzetti sul parcheggio</i> | 1 | 1000,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 1.000,00 | | |
| | | | | | | | | Kg. | 1.000,00 | 0,33 | 330,00 |
| 11 | BA.PS.A.3100.B | Fornitura e p.o. di chiusino di produzione CEE <i>pozzetti estremità marciapiedi</i> | 2 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 2 | | |
| | | | | | | | | cad. | 2 | 165,35 | 330,70 |
| 12 | IT.TB.N.110.A | Chiusini o caditoie in ghisa di seconda fusione <i>pozzetti sul marciapiede della fermata</i> | 20 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 40,00 | | 800,00 | | |
| | | | | | | | | Kg. | 800,00 | 0,69 | 552,00 |
| IMPORTO LAVORO 4 - CANALIZZ. OPERE FOGN. ED IDRICHE | | | | | | | €. | | 9.406,77 | | |

| N. ORD. | VOCI DI TARIFFA | | | FATTORI | | | | PRODOTTI | | | |
|------------------------------------|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------|------|------|------|----------|-----------|---------|-----------|
| | CODICE | DESCRIZIONE | N. PARTI | F 1 | F 2 | F 3 | F 4 | U.M. | QUANTITA' | PREZZO | IMPORTO |
| LAVORO 5 IMPIANTO ELETTRICO | | | | | | | | | | | |
| 1 | EI.TU.P.104.D | Tubo flessibile in pvc diam. 32 mm | 1 | 90,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 90,00 | | |
| | | | | | | | | ml. | 90,00 | 0,31 | 27,90 |
| 2 | EI.TU.P.104.F | Tubo flessibile in pvc diam. 50 mm | 1 | 210,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 210,00 | | |
| | | | | | | | | ml. | 210,00 | 0,60 | 126,00 |
| 3 | EI.TU.I.201.B | Posa in opera di tubi in pvc fino a 160 mm di diam e prof da 20 a 40 cm | | | | | | | | | |
| | | Diam 50 | 1 | 210,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 210,00 | | |
| | | Diam 32 | 1 | 90,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 90,00 | | |
| | | | | | | | | ml. | 300,00 | 2,16 | 648,00 |
| 4 | EI.AC.I.223.A | Posa in opera interruttori su guida DIN | 15 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 15 | | |
| | | | | | | | | cad. | 15 | 6,31 | 94,65 |
| 5 | EI.AC.C.101.A | Fornitura di commutatori | 2 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 2 | | |
| | | | | | | | | cad. | 2 | 21,04 | 42,08 |
| 6 | EI.AC.C.102.A | Fornitura di contattori | 5 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 5 | | |
| | | | | | | | | cad. | 5 | 19,45 | 97,25 |
| 7 | EI.AC.I.209.B | Posa di commutatori | 2 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 2 | | |
| | | | | | | | | cad. | 2 | 9,46 | 18,92 |
| 8 | EI.QE.B.209.A | Attestamento di conduttori | 22 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 22 | | |
| | | | | | | | | cad. | 22 | 0,93 | 20,46 |
| 9 | EI.CV.B.1101.B | Cavo Bipolare non propagante Impianti fs e adeg stradale | 1 | 1000,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 1.000,00 | | |
| | | | | | | | | ml. | 1.000,00 | 0,92 | 920,00 |
| 10 | EI.CV.P.201.A | Posa in opera di cavi mediante infilaggio per sez. fino a 30 mmq | 1 | 1000,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 1.000,00 | | |
| | | | | | | | | ml. | 1.000,00 | 0,79 | 790,00 |
| 11 | EI.QE.B.101.A | Quadro elettrico distribuzione | 1 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 1 | | |
| | | | | | | | | cad. | 1 | 530,45 | 530,45 |
| 12 | EI.QE.B.206.A | Posa in opera quadro elettrico distribuzione | 1 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 1 | | |
| | | | | | | | | cad. | 1 | 75,90 | 75,90 |
| 13 | EI.AC.I.101.G | Interruttore magnetotermico tetrapolare fino a 32 A | 1 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 1 | | |
| | | | | | | | | cad. | 1 | 37,85 | 37,85 |
| 14 | EI.AC.D.101.A | Interruttore magnetotermico differenziale bipolare fino a 25 A | 5 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 5 | | |
| | | | | | | | | cad. | 5 | 43,65 | 218,25 |
| 15 | EI.AC.D.102.A | Interruttore magnetotermico differenziale bipolare fino a 32 A | 4 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 4 | | |
| | | | | | | | | cad. | 4 | 50,48 | 201,92 |
| 16 | MO.IM.C.3123.E | Impianto di presa di corrente | 2 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 2 | | |
| | | | | | | | | cad. | 2 | 35,42 | 70,84 |
| 17 | FA.OM.A.304.A | Acciaio per puntazze, staffe, cicogne, collarini e simili sostenitori per pali di illuminazione | 8 | 20,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 160,000 | | |
| | | | | | | | | kg. | 160,000 | 1,72 | 275,20 |
| 18 | FA.OM.C.301.B | Lavoraz.e trattamenti protettivi di strutture in acciaio mediante sabbiatura | | | | | | | | | |
| | | quantità come alla voce Fa.Om.A.304.A | 1 | 160,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 160,000 | | |
| | | | | | | | | kg. | 160,000 | 0,15 | 24,00 |
| 19 | FA.OM.C.301.H | Lavoraz.e trattamenti protettivi di strutt.in acciaio mediante zicatura a caldo | | | | | | | | | |
| | | quantità come alla voce Fa.Om.A.304.4 | 1 | 160,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 160,000 | | |
| | | | | | | | | kg. | 160,000 | 0,33 | 52,80 |
| 20 | VA.LF.17 | Fornitura e posa in opera di palo conico con giunto doppio per due proiettori a 16 led,25W, 525 mA CL2 | | | | | | | | | |
| | | Impianti fs, parcheggio, strada (9+8) | 30 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 30 | | |
| | | | | | | | | cad. | 30 | 1555,73 | 46.671,90 |

| N. ORD. | VOCI DI TARIFFA | | | FATTORI | | | | PRODOTTI | | | |
|----------------------------------------------|-----------------|------------------------------------------------------------|----------|---------|------|------|-----------|------------------|-----------|---------|-----------|
| | CODICE | DESCRIZIONE | N. PARTI | F 1 | F 2 | F 3 | F 4 | U.M. | QUANTITA' | PREZZO | IMPORTO |
| 21 | VA.LF.19 | Fornitura di apparecchio proiettore 16-4000K 25W 525mA CL2 | 60 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 60 | | |
| | | | | | | | | cad. | 60 | 527,99 | 31.679,40 |
| 22 | VA.LF.20 | Fornitura di apparecchio proiettore M48 Pensiline | 10 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 10 | | |
| | | | | | | | | cad. | 10 | 1193,83 | 11.938,30 |
| 23 | EI.AV.M.114.A | Morsettiere per paline | 17 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 17 | | |
| | | | | | | | | cad. | 17 | 3,44 | 58,48 |
| 24 | EI.AV.M.222.A | Posa in opera di morsettiere | 17 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 17 | | |
| | | | | | | | | cad. | 17 | 1,46 | 24,82 |
| 25 | EI.AC.I.107.A | Interruttori crepuscolari | 2 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 2 | | |
| | | | | | | | | cad. | 2 | 42,06 | 84,12 |
| 26 | EI.AC.I.210.A | Posa in opera di interruttore crepuscolare | 2 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 2 | | |
| | | | | | | | | cad. | 2 | 7,10 | 14,20 |
| 27 | EI.L.V.P.303.A | Formazione di presa di terra | 6 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 6 | | |
| | | | | | | | | cad. | 6 | 17,36 | 104,16 |
| 28 | MO.CV.B.3105.A | Fornit e p.o. di pozzetti | 11 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 11 | | |
| | | | | | | | | cad. | 11 | 27,17 | 298,87 |
| IMPORTO LAVORO 5 - IMPIANTO ELETTRICO | | | | | | | €. | 95.146,72 | | | |

| N. ORD. | VOCI DI TARIFFA | | FATTORI | | | | PRODOTTI | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------|-----|-----|-----|-----------|-------------------|------------------|---------------------|-----------|
| | CODICE | DESCRIZIONE | N. PARTI | F 1 | F 2 | F 3 | F 4 | U.M. | QUANTITA' | PREZZO | IMPORTO |
| LAVORO 6 | | Impianti TLC (Telefonia VoIP e Diffusione sonora) | | | | | | | | | |
| 1 | VA 12 | Impianti TLC (Telefonia VoIP e Diffusione sonora) | | | | | | | | | |
| | | | 1 | | | | | | 1 | | |
| | | | | | | | | cad. | 1 | 55200 | 55.200,00 |
| IMPORTO LAVORO 6 - Impianti TLC (Telefonia VoIP e Diffusione sonora) | | | | | | | €. | 55.200,00 | | | |
| <i>Vedi computo metrico allegato</i> | | | | | | | | | | | |
| A corpo | Lavori di completamento e finitura | | | | | | €. | 0,00 | | | |
| N. 3 RIEPILOGO TERRE DI RISULTA/RIEMPITIVI: | | | | | | | | | | | |
| A - TERRE DI RISULTA | | | | | | | | | | | |
| LAVORO 2 | - SCAVI | | | | | | | | 1.998,342 | | |
| LAVORO 4 | - SCAVI FONDAZIONE | | | | | | | | 375,000 | | |
| | TOTALE TERRE | | | | | | | mc | 2.373,342 | | |
| B - RIEMPITIVI CON TERRE DI RISULTA | | | | | | | | | | | |
| LAVORO | - PARCHEGGIO | | | | | | | | 4.567,600 | | |
| | TOTALE RIEMPITIVI | | | | | | | mc | 4.567,600 | | |
| | Arrotondamento | | | | | | | | | | 0,52 |
| 3 | Importo lavori - Fermata Sulmona S. Rufino | | | | | | €. | 570.912,00 | | | |
| n. | NUOVI PREZZI | | | | | | | | | Importo | |
| LAVORO 1 | OPERE PRELIMINARI | | | | | | | | | € | - |
| LAVORO 2 | MOV.TERRE - MURI - VIAB. - PARCH. - MARCIAPIEDI | | | | | | | | | € | - |
| LAVORO 3 | OPERE DI FINITURA | | | | | | | | | € | 52.550,00 |
| LAVORO 4 | CANALIZZAZIONI PER OPERE FOGNARIE ED IDRICHE | | | | | | | | | | |
| LAVORO 5 | IMPIANTO ELETTRICO | | | | | | | | | € | 1.092,50 |
| LAVORO 6 | Impianti TLC (Telefonia VoIP e Diffusione sonora) | | | | | | | | | € | 55.200,00 |
| | | | | | | | | | Somma | € 108.842,50 | |

| N. ORD. | VOCI DI TARIFFA | | FATTORI | | | | PRODOTTI | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------|------|------|----------|-----------|-----------|-----------------|----------|
| | CODICE | DESCRIZIONE | N. PARTI | F 1 | F 2 | F 3 | F 4 | U.M. | QUANTITA' | PREZZO | IMPORTO |
| 6 Campionamento e caratterizzazione ambientale dei terreni e dei rifiuti | | | | | | | | | | | |
| 1 | BA.DE.B.0101.A | Campionamenti dei terreni secondo le modalità riportate nell'Allegato 2 al titolo V della parte Parte IV del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. | | | | | | | | | |
| | | | 6 | | | | | | 6 | | |
| | | | | | | | | cad. | 6 | 23,11 | 138,66 |
| 2 | BA.DE.B.0103.A | Analisi chimiche di laboratorio su campioni di terreno finalizzata alla determinazione di tutti gli analiti elencati nella Tabella 1 dell'Allegato 5 alla Parte IV del Titolo V del D.Lgs 152/2006 e s.m.i. | | | | | | | | | |
| | | | 2 | | | | | | 2 | | |
| | | | | | | | | cad. | 2 | 695,00 | 1.390,00 |
| 3 | BA.DE.B.0103.B | Analisi chimiche di laboratorio su campioni di terreno finalizzata alla determinazione di un set di parametri ridotto: A) metalli: Arsenico, Berillio, Cadmio, Cobalto, Cromo totale, Cromo VI, Mercurio, Nichel, Piombo, Rame, Selenio, Zinco; B)... | | | | | | | | | |
| | | | 2 | | | | | | 2 | | |
| | | | | | | | | cad. | 2 | 180,00 | 360,00 |
| 4 | BA.DE.B.0103.C | Analisi chimiche di laboratorio atte alla determinazione delle caratteristiche di pericolosità ed attribuzione del corretto CER per campioni di rifiuto... | | | | | | | | | |
| | | | 2 | | | | | | 2 | | |
| | | | | | | | | cad. | 2 | 850,00 | 1.700,00 |
| 5 | BA.DE.B.0103.D | Analisi chimiche di laboratorio atte alla determinazione delle caratteristiche di pericolosità e del corretto CER per campioni di rifiuto. Il set di parametri da ricercare è ridotto... | | | | | | | | | |
| | | | 2 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 2,000 | | |
| | | | | | | | | mc. | 2,000 | 330,00 | 660,00 |
| 6 | BA.DE.B.0103.F | Test di cessione e analisi dell'eluato su campioni di rifiuto atti alla definizione della corretta modalità di smaltimento o recupero del materiale analizzato. Gli analiti ricercati sono quelli compresi nella tabella 2, tabella 5 e tabella 6 D.M. 27 settembre 2010 e quelli compresi nella tabella di cui all'Allegato 3 D.M. 5 febbraio 1998 e s.m.i.. | | | | | | | | | |
| | | | 2 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 2,000 | | |
| | | | | | | | | mc. | 2,000 | 310,00 | 620,00 |
| | | Arrotondamento | | | | | | | | | 1,34 |
| 6 | | Importo Camp. e caratterizz. Amb. dei ter. e dei rifiuti | | | | | | €. | | 4.870,00 | |

| 6 | | Compensazione terre di risulta-rinterri-rilevati | | | |
|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------|------------|-------------------|
| A - TERRE DI RISULTA | | | | | |
| n. 1 | bretella | | | 12.592,65 | |
| n. 2 | sottovia km 66+765 | | | 9.125,928 | |
| n. 3 | sottovia bretella | | | 2.430,000 | |
| n. 4 | fermata | | | 2.373,342 | |
| n. 5 | strada | | | 19.250,000 | |
| TOTALE TERRE | | | | mc | 45.771,920 |
| B - RIEMPITIVI CON TERRE DI RISULTA | | | | | |
| n. 1 | bretella | | | 2.200,00 | |
| n. 2 | sottovia km 66+765 | | | 75,000 | |
| n. 3 | sottovia bretella | | | 2.158,520 | |
| n. 4 | fermata | | | 4.567,600 | |
| n. 5 | strada | | | 400,000 | |
| TOTALE RIEMPITIVI | | | | mc | 9.401,120 |
| BA.DE.C.0102.A | Compenso per lo smaltimento dei rifiuti in discariche per rifiuti inerti fino alla distanza di 20 km terre vegetali provenienti dagli scavi (scotico) e non riutilizzati | 1 | 36.370,80 | 1,50 | |
| | | | | to | 54.556,200 |
| | | | | | 54.556,200 |
| | | | | | 11,00 |
| | | | | | 600.118,19 |
| Arrotondamento | | | | | |
| 6 | | Importo Compensazione terre di risulta-rinterri-rilevati | | €. | 600.118,19 |

| Opera 5 Strada di collegamento fra la SP 51 e la nuova fermata | | | | | | | | | | | OS 21 | OS 30 |
|-------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------------|------------------|--------------|--------------|-----|----------------------------|--------|------------|-------|
| LAVORO 1 INTERVENTI PRELIMINARI E BONIFICA ORDIGNI BELLICI | | | | | | | | | | | | |
| 1 | BA.OB.A.0101.A | Taglio di vegetazione di ogni genere (Planimetria bonifica ordigni bellici) | 1 | 3.784,48 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | mq | 3.784,48 3.784,48 | 0,28 | 1.059,65 | |
| 2 | BA.OB.B.0101.A | Ricerca e localizzazione di ordigni ed altri manufatti bellici interrati da eseguire fino a 100 cm di profondità, con l'impiego di apparato rilevatore, in assenza di acqua (Planimetria bonifica ordigni bellici) | 1 | 3.784,48 | | 1,00 | 1,00 | mq | 3.784,48 3784,48 | 0,30 | 1.135,34 | |
| 3 | BA.OB.A.0102.A | Ricerca individuale e localizzazione di ordigni esplosivi interrati oltre i 100 cm di profondità a mezzo perforazioni, in assenza di acqua Zona da bonificare | 1 | 3.784,48 | | 1,00 | 1,00 | mq | 3.784,48 3784,48 | 2,40 | 9.082,75 | |
| 4 | BA.OB.C.0101.B | Scavo di profondità su aree ristrette per ricerca ed avvicinamento ad ordigni esplosivi, compiuti con idonei mezzi meccanici, e connesso uso dell'apparato rilevatore. Si considera il 4% dell'area da bonificare Profondità 3 m Profondità 5 m | 1 1 | 3.784,48 3.784,48 | 3,00 5,00 | 3% 97% | 0,04 0,04 | | 13,62 734,19 747,81 | 7,30 | 5.459,04 | |
| 5 | BA.OB.C.0101.C | Scavo per scoprimento di ordigni esplosivi da eseguire esclusivamente a mano e connesso uso dell'apparato rilevatore. Si considera il 4% dello scavo di profondità | 1 | 747,81 | | | 0,04 | mc | 29,91 29,91 | 262,40 | 7.849,05 | |
| IMPORTO LAVORO 1 - INTERV. PRELIM. E BONIFICA O. B. | | | | €. | 24.585,83 | | | | | | | |
| LAVORO 2 MURI D'ALA SCATOLARE- RAMPE E MURI DI SOSTEGNO STRADALI | | | | | | | | | | | | |
| VA1 | | | | | | | | | | | | |
| | | Fornitura e posa in opera di giunto bentonitico. soletta (misure medie) Pareti | 45 45 | 9,00 0,00 | 1,00 1,00 | 1,00 1,00 | 1,00 3,50 | | 405,00 157,50 562,50 | 13,70 | 7.706,25 | |
| 1 | BA.CZ.A.3101.A | Rasatura di superfici in calcestruzzo, per spessore medio di 3 mm, mediante applicazione a spruzzo o a mano di malta cementizia, premiscelata, polimero modificata, monocomponente, tixotropica, provvista di fibre sintetiche in poliacrilonitrile, resistente Pareti esterne rampe e muri d'ala | 2 | 806,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | mq | 1.612,00 1.612,00 | 16,02 | 25.824,24 | |
| 2 | BA.CZ.A.301.A | Conglomerato cementizio per strutture di fondazione, della classe di resistenza Rck 15 N/mm2. Magrone platea muri d'ala e rampe | 1 | 210,00 | 9,90 | | 0,10 | mc. | 207,900 207,900 | 76,19 | 15.839,90 | |
| 3 | BA.CZ.A.301.E | Conglomerato cementizio per strutture di fondazione, della classe di resistenza Rck 35 N/mm2. platea muri d'ala Platea rampe | 1 | 210,00 | 9,90 | 1,00 | 0,50 | mc. | 1039,500 1.039,500 | 105,62 | 109.791,99 | |

| | | | | | | | | | | | |
|----|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-----------------|-----------------|-----------|----------------|--|---------------------------------------|--------|------------|
| 4 | BA.CZ.A.302.E | Conglomerato cementizio per strutture in elevazione, della classe di resistenza Rck 35 N/mm ² . <i>Muri d'ala e Rampe</i> | 2 | 300,00 | 0,50 | 4,50 | 1,00 | | <u>1.350,000</u> mc. 1350,000 | 112,83 | 152.320,50 |
| 5 | BA.CZ.A.303.B | Presenza di armature metalliche nel conglomerato cementizio nelle quali l'armatura abbia un'incidenza superiore a 50 Kg/m ³ . <i>Platea rampe lato sc.sp</i> | 1 | 2389,50 | 10,80 | 0,70 | 1,00 | | <u>18064,620</u> mc. 18.064,620 | 5,39 | 97.368,30 |
| 6 | BA.CZ.A.304.A | Casseforme per strutture in fondazione, per cordoli di ripartizione, per cunette, per muretti di marciapiedi e similari. | 2 | 210,00 | 0,50 | 1,00 | 1,00 | | <u>210,000</u> mq. 210,00 | 10,07 | 2.114,70 |
| 7 | BA.CZ.A.305.A | Casseforme strutture in elevazione fino a 4 m. <i>muri d'ala</i> | 4 | 806,00 | | | | | <u>3.224,000</u> mq. 3.224,00 | 13,45 | 43.362,80 |
| 8 | BA.CZ.A.305.B | Casseforme per strutture in elevazione, di qualsiasi genere, anche per volti di qualsiasi luce, con armatura di sostegno di altezza superiore a m. 4,00 e fino a m. 8,00. <i>muri d'ala</i> | 4 | 20,00 | | | | | <u>80,000</u> mq. 80,00 | 16,38 | 1.310,40 |
| 9 | BA.CZ.A.309.B | Acciaio, in barre ad aderenza migliorata, per strutture in conglomerato cementizio armato, del tipo B 450 C, di cui alla sottovoce B.A.ME.A.102.C. <i>Intero intervento</i> <i>Voce n. 6</i> | 1 | 1,00 | 1,00 | 2.389,500 | 120,000 | | <u>286.740,000</u> Kg. 286.740,000 | 1,00 | 286.740,00 |
| 10 | BA.IS.A.1100.C | Geotessile non tessuto costituito da fibre sintetiche in poliestere o polipropilene, della massa per unità di superficie da 301 a 400 g/m ² , resistenza a trazione >=20 KN/m intesa come media tra la direzione di produzione e quella trasversale, la resistenza <i>Protezione fori su pareti esterne rampa sc</i> | 2 | 210,00 | 11,00 | 1,00 | 1,000 | | <u>4620,000</u> mq. 4620,000 | 1,05 | 4.851,00 |
| 11 | BA.MT.A.3001.A | Scavo di sbancamento: rampe strada | 1 | 210,00 36,00 | 12,000 12,00 | | 1,000 0,500 | | <u>2520,000</u> mq. 2520,000 | 1,80 | 4.536,00 |
| 12 | BA.MT.A.3003.A | Scavo di fondazione, eseguito con mezzi meccanici in terreni di qualsiasi natura ,esclusi i materiali litoidi ,fino alla profondità di m.2,00. <i>rampe+strada</i> | 1 | 10730,00 | | | | | <u>10.730,000</u> mc. 10.730,000 | 3,42 | 36.696,60 |
| 13 | BA.MT.A.3003.B | Scavo di fondazione, eseguito con mezzi meccanici in terreni di qualsiasi natura ,esclusi i materiali litoidi per profondità da oltre m.2,00 e fino a m.4,00 <i>rampe+strada</i> | 1 | 4000,00 | | | | | <u>4.000,000</u> mc. 4.000,000 | 3,72 | 14.880,00 |
| 14 | BA.MT.A.3003.C | Scavo di fondazione, eseguito con mezzi meccanici in terreni di qualsiasi natura ,esclusi i materiali litoidi per profondità da oltre m.4,00 e fino a m.6,00 <i>rampe+strada</i> | 1 | 2000,00 | | | | | <u>2.000,000</u> mc. 2.000,000 | 5,14 | 10.280,00 |

| | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------------------------------------|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|--------|-------|-------|--------|--|-----------|-----------------------------|-------|------------|
| 15 | BA.MT.A.329.A | Riempitivi vari e sistemazione superficiale con regolarizzazione delle pendenze, con terre provenienti dagli scavi. | 1 | 400,00 | | | | | mc. | <u>400,000</u> 400,000 | 0,86 | 344,00 |
| 16 | BA.MT.A.2100.A | Posa in opera di 'Geotessile' in fibre sintetiche, escluso la fornitura | 1 | 240,00 | 10,30 | | | | ml. | <u>2472,00</u> 2472,00 | 0,24 | 593,28 |
| 17 | BA.MU.A.3 33.A | Formazione di vespai, drenaggi e simili, mediante riempimento a secco con pietrame o ciottoli di idonea pezzatura forniti dall'imprenditore, dello spessore minimo di 30 cm. | | | | | | | | | | |
| | | <i>Pareti esterne</i> | 2 | 210,00 | 0,40 | 2,00 | 1,000 | | mc. | <u>336,000</u> 336,000 | 43,45 | 14.599,20 |
| 18 | BA.NO.A.838.A | Apparecchiatura per l'aggottamento del terreno, con macchinario installato, pronto per il funzionamento. | | | | | | | | | | |
| | | <i>Intero intervento</i> | 1 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 90 | | ore | <u>90</u> 90 | 24,14 | 2.172,60 |
| 19 | BA.NO.A.838.B | Compenso per apparecchiatura per l'aggottamento del terreno, per ogni ora di effettivo funzionamento. | | | | | | | | | | |
| | | <i>Intero intervento gg. 90 x 10 ore al giorno)</i> | 1 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 90 | | ore | <u>90</u> 90 | 1,84 | 165,60 |
| 20 | BA.PA.A.104.A | Lastroni in conglomerato cementizio armato, dello spessore di 5 cm., armati nei due sensi con tondini di ferro nella misura non inferiore a 4 Kg per mq. di lastrone. | | | | | | | | | | |
| | | <i>Copertina muri lato sx</i> | 2 | 210,00 | 0,50 | 1,000 | 1,000 | | mq. | <u>210,000</u> 210,00 | 17,31 | 3.635,10 |
| 21 | DC.DS.D.226.A | Posa in opera di lastroni in c.a. con malta cementizia per qualsiasi destinazione | | | | | | | | | | |
| | | <i>Intero intervento</i> | 1 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 210,00 | | mq. | <u>210,00</u> 210,00 | 1,76 | 369,60 |
| 22 | EI.TU.P.103.B | Tubo in P.V.C. del diametro di 82 mm e spessore 3,2 mm - diam. Ø 82 mm. | | | | | | | | | | |
| | | <i>Tubi inseriti getto pareti</i> | 2 | 80,00 | 0,55 | 1,00 | 1,00 | | ml. | <u>88,00</u> 88,00 | 3,56 | 313,28 |
| 23 | FA.IPA.3 06.B | Manto impermeabile con guaina di bitume ed elastomeri armata con <<tessuto non-tessuto >> del peso di 130-150 gr/m2 e per uno spessore totale della guaina di mm. 4 | | | | | | | | | | |
| | | <i>Pareti esterne rampe</i> | 2 | 210,00 | 3,90 | 1,00 | 1,00 | | mq. | <u>1.638,00</u> 1.638,00 | 7,67 | 12.563,46 |
| IMPORTO LAVORO SCATOLARE 2 - MURI D'ALA - RAMPE E MURI DI | | | | | | | | | €. | 848.378,80 | | |
| LAVORO 3 VIABILITA' STRADALE | | | | | | | | | | | | |
| 1 | BA.PD.A.3 04.A | Pali in conglomerato cementizio, classe di resistenza C25/30 N/mm2, eseguiti con l'impiego di tubi forma provvisori, del diametro esterno non inferiore a 800 mm, con escavazione del terreno all'interno dei tubi stessi; per ogni metro lineare di palo. | 1 | 18,00 | 22,00 | | | | | | | |
| | | | 1 | 11,00 | 12,00 | 1,00 | 1,00 | | ml. | <u>132,00</u> 528,00 | 91,34 | 48.227,52 |
| 2 | BA.CZ.A.3 09.B | Acciaio, in barre ad aderenza migliorata, per strutture in conglomerato cementizio armato, del tipo B 450 C, di cui alla sottovoce BA.ME.A.102.C. | | | | | | | | | | |
| | | pali | 1 | 95520 | | | | | | 95520,00 | | |
| | | cordolo | 1 | 31920 | | | | | | 31920,00 | | |
| | | Sommano | | 2784 | | | | | kg | <u>2784,00</u> 127440,00 | 1,00 | 127.440,00 |

| | | | | | | | | | | | | |
|----|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------|----------|------|-------|-------|-----------------|-----------|------------------|-----------|
| 3 | BA.CZ.A.3 04.A | Casseforme per strutture in fondazione, per cordoli di ripartizione, per cunette, per muretti di marciapiedi e similari. | | | | | | | | | | |
| | | | cordolo | 1 | 29 | | | 1,00 | | 29,00 | | |
| | | cordolo | 2 | 1 | | 0,8 | 0,80 | | 128 | | | |
| | | Sommano | | | | | | mq | <u>30,28</u> | 9,82 | | 297,35 |
| 4 | BA.CZ.A.3 01.E | Conglomerato cementizio per strutture di fondazione, della classe di resistenza C28/35 N/mm2 | | | | | | | | | | |
| | | | cordolo | 1 | 29 | 1 | 0,8 | 1,00 | | 23,20 | | |
| | | Sommano | | | | | | mc | <u>23,20</u> | 85,72 | | 1.988,70 |
| 5 | BA.CZ.A.3 03.B | Presenza di armature metalliche nel conglomerato cementizio nelle quali l'armatura abbia un'incidenza superiore a 50 Kg/m3. | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | 23,20 | 23,20 | | |
| | | Sommano | | | | | | mc | <u>23,20</u> | 5,38 | | 124,82 |
| 6 | BA.CZ.A.301.C | Conglomerato cementizio per strutture in fondazione, della classe di resistenza Rck 25 N/mm2 | | | | | | | | | | |
| | | | Getto tubi fognari | 1 | 310,00 | 0,80 | 0,80 | 1,00 | | 198,400 | | |
| | | Detraz. tubo fognario | 1 | 310,00 | 0,15 | 0,15 | -3,14 | | -21,902 | | | |
| | | | | | | | | mc. | <u>176,499</u> | 96,95 | | 17.111,53 |
| 7 | BA.CZ.A.301.D | Conglomerato cementizio per strutture di fondazione, della classe di resistenza Rck 30 N/mm2 | | | | | | | | | | |
| | | | Plinto per recinzione | 1240 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 1,00 | | 79,360 | | |
| | | Plinto per fissaggio montanti guarda-rai | 94 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 1,00 | | 6,016 | | | |
| | | | | | | | | mc. | <u>85,376</u> | 101,27 | | 8.646,03 |
| 8 | BA.CZ.A.302.F | Conglomerato cementizio per strutture in elevazione, della classe di resistenza C32/40 N/mm2. | | | | | | | | | | |
| | | | muretto marciapiede | 1 | 140,00 | 0,30 | | 1,50 | | 63,000 | | |
| | | | | | | | | mc. | <u>63,000</u> | 117,15 | | 7.380,45 |
| 9 | BA.CZ.A.303.B | Presenza di armature metalliche nel conglomerato cementizio nelle quali l'armatura abbia un'incidenza superiore a 50 Kg/m3. | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 63,000 | 5,39 | |
| | | | | | | | | mc. | <u>63,000</u> | | | |
| 10 | BA.CZ.A.305.A | Casseforme strutture in elevazione fino a 4 m. | | | | | | | | | | |
| | | | | 2 | 140,00 | | | 1,50 | | 420,00 | | |
| | | | | | | | | mq. | <u>420,00</u> | 13,33 | | 5.598,60 |
| 11 | BA.CZ.A.309.B | Acciaio, in barre ad aderenza migliorata, per strutture in conglomerato cementizio armato, del tipo B 450 C, di cui alla sottovoce BA.ME.A.102.C. | | | | | | | | | | |
| | | | | 1 | 7.560,00 | | | | | Kg. | <u>7.560,000</u> | 1,00 |
| 12 | BA.CZ.A.310.A | Rete di acciaio elettrosaldato, di cui alla voce BA.ME.A.105, in opera, compresi e compensati nel prezzo tutti i materiali ed il magistero occorrente. - Φ 10/20x20 | | | | | | | | | | |
| | | | | 1 | 140,00 | | 1,25 | 6,370 | | 1.114,750 | | |
| | | | | | | | | Kg. | <u>1114,750</u> | 0,89 | | 992,13 |
| 13 | BA.PS.A.317.B | Pavimentazione con formelle autobloccanti di calcestruzzo | | | | | | | | | | |
| | | | | 1 | 140,00 | | 1,25 | | | 175,00 | | |
| | | | | | | | | mq. | <u>175,00</u> | 15,60 | | 2.730,00 |

| | | | | | | | | | | | |
|----|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|--------|------|------|----------|----------|-------------------------------|-------|-----------|
| 14 | BA.PS.A.3 31.A | Recinzione metallica di acciaio S235JR secondo UNI EN 10025:2005, da porre in opera su muri o cordoli da compensare a parte, formata da pannelli in grigliato elettrosaldato zincato, bordati per elettrofusione, intelaiati e montati su piantane zincate, compresa e compensata la fornitura, la posa in opera, nonché la formazione dei fori di alloggiamento nelle murature, la sigillatura dei fori con malta cementizia e quanto altro occorra per una perfetta esecuzione. | 1 | 190,00 | | 1,50 | | 21 kg | <u>5985,00</u> 5985,00 | 2,84 | 16.997,40 |
| 15 | BA.IN.A.1 01.A | Sabbia di cava, di fiume o di frantoio, scevra da materie micacee, lavata e vagliata con assortimento di grani delle dimensioni comprese fra 0,05 mm e 2 mm. <i>Protezione linea elettrica</i> | 1 | 310,00 | 0,40 | 0,80 | 1,00 | | <u>99,200</u> 99,200 | 13,83 | 1.371,94 |
| 16 | BA.MT.A.322.A | Rilevati stradali realizzati con terre idonee, provenienti da cave di prestito <i>Unico intervento (sezione media)</i> | 1 | 315,40 | 9,20 | 0,60 | 1,00 | | <u>1.741,008</u> 1.741,008 | 7,78 | 13.545,04 |
| 17 | BA.MT.A.330.A | Formazione delle canalette, per lo scolo delle acque, con tegoloni prefabbricati in conglomerato cementizio <i>Unico intervento</i> | 64 | 2,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | <u>128,00</u> 128,00 | 8,43 | 1.079,04 |
| 18 | BA.MT.B.203.A | Semina idraulica su terreni in pendenza, eseguita con attrezzatura a pressione, consistenti in: fornitura e spargimento di idoneo miscuglio di graminacee e leguminose ed eventualmente di specie arbustive, fornitura e somministrazione di collanti, fertilizzanti e sostanze organiche. <i>Unico intervento</i> | 2 | 400,00 | 2,00 | 1,00 | 1,00 | | <u>1.600,00</u> 1.600,00 | 0,38 | 608,00 |
| 19 | BA.PS.A.306.A | Sottofondo stabilizzato, per uno spessore finito di 20 cm. <i>Intero intervento</i> | 1 | 310,00 | 8,20 | 1,00 | 1,00 | | <u>2.542,00</u> 2.542,00 | 3,64 | 9.252,88 |
| 20 | BA.PS.A.306.B | Sovrapprezzo per ogni centimetro in più rispetto ai 20 cm per il sottofondo stabilizzato. <i>Intero intervento</i> | 10 | 310,00 | 8,20 | 1,00 | 1,00 | | <u>25.420,00</u> 25.420,00 | 0,15 | 3.813,00 |
| 21 | BA.PS.A.309.A | Fondazione stradale in pietrame da cm. 30 (ossatura). <i>Tratto iniziale in trincea</i> | 1 | 310,00 | 7,00 | 0,30 | 1,00 | | <u>651,000</u> 651,000 | 18,73 | 12.193,23 |
| 22 | BA.PS.A.311.A | Strato di base in conglomerato bituminoso.(cm. 8) <i>Intero intervento</i> | 1 | 310,00 | 7,00 | 1,00 | 1,00 | | <u>2.170,00</u> 2.170,00 | 9,54 | 20.701,80 |
| 23 | BA.PS.A.311.B | Sovrapprezzo allo strato di base in conglomerato bituminoso, per ogni centimetro in più di spessore finito oltre gli 8 cm. <i>Intero intervento</i> | 5 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 2.170,00 | | <u>10.850,00</u> 10.850,00 | 0,98 | 10.633,00 |
| 24 | BA.PS.A.312.A | Strato di collegamento in conglomerato bituminoso semiaperto da cm. 4 (binder). <i>Intero intervento</i> | 1 | 310,00 | 7,00 | 1,00 | 1,00 | | <u>2.170,00</u> 2.170,00 | 4,30 | 9.331,00 |
| 25 | BA.PS.A.313.A | Tappeto di usura in conglomerato bituminoso da cm. 3 (chiuso). <i>Intero intervento</i> | 1 | 310,00 | 7,00 | 1,00 | 1,00 | | <u>2.170,00</u> 2.170,00 | 4,23 | 9.179,10 |
| 26 | BA.PS.A.330.C | Recinzione con rete e paletti a T plastificati, elettrosaldata, posta in opera su muri o muretti che verranno compensati a parte, compreso l'onere dei fori per l'alloggiamento nonché la relativa sigillatura del foro con malta cementizia nel caso di strutture presistenti. <i>Intero intervento (Lato linea FS)</i> | 1 | 650,00 | 1,40 | 1,00 | 1,00 | | <u>910,00</u> 910,00 | 7,49 | 6.815,90 |

| | | | | | | | | | | |
|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------|------|-------|--------|-----|-------------------------------|--------------------|-----------|
| | (Chiusini in ghisa sferoidale) <i>Griglie su pozzetti per caditoie</i> | 136 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 100,00 | | $\frac{13600,000}{13600,000}$ | 1,19 | 16.184,00 |
| | | | | | | | Kg. | | | |
| 41 | OM.PR.F.315.B Spandimento di pietrisco o di ghiaia o di ghiaietto o di pietrischetto o di sabbia o misto naturale (tout venant), eseguito con mezzi meccanici. | | | | | | | | | |
| | <i>Protezione impianto elettrico</i> | 1 | 400,00 | 0,40 | 0,80 | 1,00 | | $\frac{128,000}{128,000}$ | 3,42 | 437,76 |
| | | | | | | | mc. | | | |
| IMPORTO LAVORO 3 - VIABILITA' | | | | | | | | €. | 524.233,40 | |
| SEGNALETICA STRADALE | | | | | | | | | | |
| 42 | FA.OM.B.3 01.A Fornitura in opera di targhe per iscrizioni di servizio in lamiera dello spessore non inferiore a 30/10 di mm per targhe con superficie uguale o superiore a 3 m2, e dello spessore di 25/10 di mm per targhe di superficie inferiore a 3 m2, con applicazione di pellicola retroriflettente normale termoadesiva, su portali sotto pensilina, o a ridosso di facciate, compresi e compensati nel prezzo i pezzi speciali per l'ancoraggio, i rinforzi a tergo della lamiera, da realizzarsi con profilati di lamiera di alluminio sagomata e profilati metallici estrusi in lega di alluminio, esclusi i distanziatori, i perni, le coppiglie e quanto altro necessario per l'attacco delle targhe agli appositi sostegni (portali, tubi, zanche murate) che saranno compensate a parte come alla voce FA.OM.B.302: <i>in lamiera di alluminio</i> | 20,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | | $\frac{20}{20}$ | 187,42 | 3.748,40 |
| | | | | | | | mq | | | |
| 43 | FA.OM.B.3 02.A per sostegno di targhe della voce FA.OM.B.301 | 20,00 | 1,00 | 1,00 | 14,00 | | | $\frac{280}{280}$ | 4,57 | 1.279,60 |
| | | | | | | | kg | | | |
| 44 | FA.OM.B.3 03.A Fornitura e posa in opera dei corpi illuminanti per la realizzazione dell'impianto di illuminazione delle targhe della voce FA.OM.B.301 | | | | | | | | | |
| | <i>per targhe su portali monofacciali</i> | 20,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | | $\frac{20}{20}$ | 309,63 | 6.192,60 |
| | | | | | | | m | | | |
| 45 | FA.OM.B.3 03.B per targhe su portali bifacciali | 10,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | | $\frac{10}{30}$ | 562,23 | 5.622,30 |
| | | | | | | | m | | | |
| 46 | FA.OM.B.3 03.E per targhe a muro | 10,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | | $\frac{10}{10}$ | 260,75 | 2.607,50 |
| | | | | | | | m | | | |
| 47 | OM.PT.V.310.A Segnaletica orizzontale | 1000,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | | $\frac{1000}{1000}$ | 10,28 | 10.280,00 |
| | | | | | | | mq | | | |
| SEGNALETICA STRADALE | | | | | | | | €. | € 29.730,40 | |
| IMPORTO LAVORO 3 - VIABILITA' E SEGNALETICA | | | | | | | | €. | 553.963,80 | |
| LAVORO 4 SISTEMAZIONE IDRAULICA E TOMBINI | | | | | | | | | | |
| spostamento canale esistente | | | | | | | | | | |
| 1 | BA.MT.A.3003.A <i>Scavo a sezione obbligata e/o ristretta in terreni di qualsiasi natura e consistenza ad esclusione dei materiali litoidi fino alla profondità di 2 m realizzazione canale adiacente all'esistente</i> | 1 | 310,00 | 1,00 | | | | $\frac{310}{310,000}$ | 3,27 | 1.013,70 |
| | | | | | | | mc | | | |
| 2 | BA.CZ.A.301.D Conglomerato cementizio per strutture di fondazione, della classe di resistenza C25/30 N/mm2. | 1 | 310,00 | 0,50 | | 1,00 | | $\frac{155,000}{155,000}$ | 101,27 | 15.696,85 |
| | | | | | | | mc. | | | |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|--------|------|-------|-----|------------------|--------|----------|--|
| 3 | BACZ.A.310.A | Rete di acciaio elettrosaldata, di cui alla voce BA.ME.A.105, in opera, compresi e compensati nel prezzo tutti i materiali ed il magistero occorrente. - Φ 10/15x15 | 1 | 310,00 | 2,00 | 6,370 | | <u>3.949,400</u> | | | |
| | | | | | | | Kg. | 3949,400 | 0,89 | 3.514,97 | |
| | OMLOP.E.301.B | Fornitura in opera di idonea camicia tubolare in acciaio, infissa, orizzontalmente o leggermente inclinata, nel terreno a qualsiasi quota, mediante il sistema dello spingitubo; compreso e compensato nel prezzo tutto quanto occorrente per l'esecuzione del lavoro a regola d'arte, con la sola esclusione dello scavo di testata, che verrà compensato con i relativi prezzi di tariffa; per ogni metro lineare di infissione effettiva: del diametro interno superiore a 35 cm e fino a 45 cm. | 1 | 40,00 | | | | 40,000 | | | |
| | | | | | | | ml | 40,000 | 129,33 | 5.173,20 | |

| | | | | |
|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|----|---------------------|----------------------|
| IMPORTO LAVORO 4 - SISTEMAZIONE IDRAULICA E TOMBINI | | €. | 25.398,72 | |
| A corpo | Lavori di completamento e finitura | €. | 0,00 | |
| N. 1 RIEPILOGO TERRE DI RISULTA/RIEMPITIVI: | | | | |
| A - TERRE DI RISULTA | | | | |
| LAVORO 2 | - SCAVI FONDAZIONE | | 19.250,000 | |
| LAVORO 3 | - SCAVI FONDAZIONE | | 0,00 | |
| LAVORO 4 | - SCAVI FONDAZIONE | | 310,00 | |
| TOTALE TERRE | | | mc | 19.250,000 |
| B - RIEMPITIVI CON TERRE DI RISULTA | | | | |
| LAVORO 2 | - RIEMPITIVI | | 400,000 | |
| LAVORO 3 | - RIEMPITIVI | | = | |
| LAVORO 4 | - RIEMPITIVI | | = | |
| TOTALE RIEMPITIVI | | | mc | 400,000 |
| Importo lavori - Strada di collegamento | | €. | 1.452.327,15 | 177.953,57 70.938,98 |
| | | | arrotondamento | 0,45 |
| 2 | Strada di collegamento | | 1.452.327,60 | |

| NUOVI PREZZI | | Importo |
|----------------|---------------------------------------------------|-------------------|
| LAVORO 1 | INTERVENTI PRELIMINARI E BONIFICA ORDIGNI BELLICI | € - |
| LAVORO 2 | MURI SCATOLARE | € 7.706,25 |
| LAVORO 3 | VIABILITA' | € 0 |
| LAVORO 4 | SISTEMAZIONE IDRAULICA | € - |
| LAVORO 5 | | € - |
| Sommano | | € 7.706,25 |

Opera ONERI DELLA SICUREZZA

| N.ord. | VOCI DI TARIFFA | | FATTORI | | | | | PRODOTTI | | | |
|-------------------------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------|-----------|-------------------------------------|-----------|----------|----------|-----------------|-------------|
| | Codice | Descrizione | n. parti simili | lunghezza area | larghezza | altezza, profondità, diametro, sez. | Kg/ore/gg | U.M. | quantità | PREZZO UNITARIO | IMPORTI |
| TARIFE O.S. 2017 | | | | | | | | | | | |
| Lav.8- ONERI DELLA SICUREZZA | | | | | | | | | | | |
| 1 | OS.AP.A.0102.A | Recinzione provvisoria con pannelli in lamiera zincata ondulata misurata a metro quadrato di pannello posto in opera, per l'intera durata dei lavori. | | | | | | | | | |
| | | | 4 | 200,00 | | | 2,50 | mq | 2.000,00 | € 21,46 | € 42.920,00 |
| 2 | OS.AP.A.0103.A | Recinzione provvisoria | | | | | | | | | |
| | | <i>rete polietilene</i> | 1 | 3.000,00 | | | 1,80 | mq | 5.400,00 | € 7,32 | € 39.528,00 |
| 3 | OS.AP.A.0106.A | Delimitazione con nastro segnaletico | | | | | | | | | |
| | | | 1 | 400,00 | | | | ml | 400,00 | € 0,49 | € 196,00 |
| 4 | OS.AP.B.0110.A | Delimitazione mediante New Jersey | | | | | | | | | |
| | | | 1 | 250,00 | | | | ml | 250,00 | € 26,89 | € 6.722,50 |
| 5 | OS.AP.B.0110.B | Delimitazione mediante New Jersey | | | | | | | | | |
| | | | 24 | 250,00 | | | | ml/me | 6.000,00 | € 7,12 | € 42.720,00 |
| 6 | OS.AP.E.0101.A | Parapetto prefab. delimitazione zone pericolose | | | | | | | | | |
| | | | 1 | 100,00 | | | | ml | 100,00 | € 16,17 | € 1.617,00 |
| 7 | OS.AP.C.0101.A | Trabattello in metallo - lavorazioni varie | | | | | | | | | |
| | | | 10 | - | | | | cad | 10,00 | € 321,13 | € 3.211,30 |
| 8 | OS.AP.D.0102.A | Impalcati - per altezze da 2 a 4 mt | | | | | | | | | |
| | | | 1 | 178,00 | | 2,50 | | mq | 445,00 | € 14,69 | € 6.537,05 |
| 9 | OS.AP.D.0102.B | Impalcati - per altezze oltre i 4 mt | | | | | | | | | |
| | | | 1 | 10,00 | | 2,00 | | mq | 20,00 | € 3,59 | € 71,80 |
| 10 | OS.AP.H.0101.A | Rete sicurezza | | | | | | | | | |
| | | | 1 | 100,00 | | | 24,00 | mq/me | 2.400,00 | € 1,15 | € 2.760,00 |
| 11 | OS.AP.I.0101.A | Cancello in pannelli di lamiera zincata ondulata per recinzione cantiere | | | | | | | | | |
| | | cancello accesso per l'intera durata del lavoro | 5 | - | | | | mq | 5,00 | € 34,52 | € 172,60 |
| 12 | OS.AP.O.0103.A | Nucleo abitativo per servizi di cantiere dimensioni esterne 2,40x6,40x2,45 circa baracca uffici - primo mese | | | | | | | | | |
| | | | 5 | | | | | mesi | 5,00 | € 527,54 | € 2.637,70 |
| 13 | OS.AP.O.0103.B | Nucleo abitativo per servizi di cantiere dimensioni esterne 2,40x6,40x2,45 circa baracca uffici - mesi 15 in più | | | | | | | | | |
| | | | 5 | | | | 24,00 | mesi | 120,00 | € 126,56 | € 15.187,20 |
| 14 | OS.AP.O.0106.A | Prefabbricato monoblocco | | | | | | | | | |
| | | dimensioni esterne 1,15 x 1,10 x 2,45 circa | | | | | | | | | |
| | | baracca servizi igienici comuni- primo mese | 10 | | | | | cad | 10,00 | € 341,59 | € 3.415,90 |
| 15 | OS.AP.O.0106.B | Prefabbricato monoblocco | | | | | | | | | |
| | | dimensioni esterne 1,15 x 1,10 x 2,45 circa | | | | | | | | | |
| | | baracca servizi igienici comuni- mesi 15 in più | 10 | | | | 24,00 | cad | 240,00 | € 53,20 | € 12.768,00 |
| 16 | OS.IF.A.0102.A | Riunioni di coordinamento con il D.T. di cantiere | | | | | | | | | |
| | | riunioni di coordinamento | 60 | | | | | cad | 60,00 | € 203,40 | € 12.204,00 |
| 17 | OS.MC.A.0102.A | Riunioni di coordinamento per determinare gli interventi finalizzati alla sicurezza dovuti alle necessità di sfasamento spaziale o temporale delle lavorazioni interferenti | | | | | | | | | |
| | | 1 D.T. cantiere -1 RSPP - 1 RLS - 1 Capo cantiere | | | | | | | | | |
| | | Riunioni di coordinamento | 60 | | | | | cad | 60,00 | € 203,40 | € 12.204,00 |

| | | | | | | | | | | | |
|----|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|--------|--|--------|--|-------|----------|----------|------------|
| 18 | OS.IM.A.0101.A | Impianto di terra, costo di progettazione realizzazione dell'impianto base impianto di terra | 17 | | | | | cad | 17,00 | € 442,84 | € 7.528,28 |
| 19 | OS.IM.A.0101.B | Impianto di terra, costo di progettazione realizzazione dell'impianto base impianto di terra - sovrapprezzo per ogni dispensore in più | 17 | | | | | cad | 17,00 | € 22,40 | € 380,80 |
| 20 | OS.MS.A.0106.A | Segnali indicanti diversi pittogrammi, in lamiera o alluminio, con diametro cm. 60 o cm. 90 segnaletica di cantiere | 55 | - | | | | cad | 55,00 | € 45,27 | € 2.489,85 |
| 21 | OS.MS.A.0106.B | Segnali indicanti diversi pittogrammi, in lamiera o alluminio, con diametro cm. 60 o cm. 90 segnaletica di cantiere | 48 | - | | | | cad | 48,00 | € 98,18 | € 4.712,64 |
| 22 | OS.MS.A.0106.H | Segnali indicanti diversi pittogrammi, targa in lamiera o alluminio, con diametro cm. 90x60 segnaletica di cantiere | 35 | - | | | | cad | 35,00 | € 127,64 | € 4.467,40 |
| 23 | OS.MS.A.0103.B | Sacchetti di zavorra segnaletica di cantiere | 276 | - | | | | cad | 276,00 | € 1,16 | € 320,16 |
| 24 | OS.MS.B.0103.B | Cartellonistica con indicazioni standardizzate di segnali di informazione Cartello L x H = cm 25,00 x 25,00 - d = m 10. | 20 | - | | | | cad | 20,00 | € 0,59 | € 11,80 |
| 25 | OS.MS.B.0103.E | Cartellonistica con indicazioni standardizzate segnali di informazione Cartello L x H = cm 33,00 x 50,00 - d = m 10. | 40 | - | | | | cad | 40,00 | € 0,88 | € 35,20 |
| 26 | OS.MS.B.0103.F | Cartellonistica con indicazioni standardizzate di segnali di informazione Cartello L x H = cm 50,00 x 70,00 - d = m 16. | 40 | - | | | | cad | 40,00 | € 1,48 | € 59,20 |
| 27 | OS.MS.B.0104.A | Catena in PVC, misurata a metro lineare, posta in opera per la durata della fase di lavoro | 1 | 180,98 | | | | ml | 180,98 | € 0,70 | € 126,69 |
| 28 | OS.MS.B.0105.A | Colonna in PVC, misurata cadauno per giorno | 105 | 28,00 | | | | gg | 2.940,00 | € 0,21 | € 617,40 |
| 29 | OS.MS.B.0106.A | Coni H = cm 30 | 50 | 70,00 | | | | gg | 3.500,00 | € 0,28 | € 980,00 |
| 30 | OS.MS.B.0106.B | Coni H = cm 50 | 50 | 70,00 | | | | gg | 3.500,00 | € 0,37 | € 1.295,00 |
| 31 | OS.MS.B.0106.C | Coni H = cm 75 | 50 | 70,00 | | | | gg | 3.500,00 | € 0,42 | € 1.470,00 |
| 32 | OS.MS.D.0101.A | Trousse leva scheggie | | | | | | cad | 5,00 | € 39,88 | € 199,40 |
| 33 | OS.MS.D.0102.A | Kit lava occhi | | | | | | cad | 5,00 | € 34,05 | € 170,25 |
| 34 | OS.MS.D.0103.C | Barella pieghevole in lega leggera | 2 | | | 600,00 | | gg | 1.200,00 | € 0,95 | € 1.140,00 |
| 35 | OS.MS.D.0104.B | Cassetta in ABS completa | 4 | | | 24,00 | | cad/m | 96,00 | € 11,78 | € 1.130,88 |

| opera 1 | | Nuovo Tratto Ferroviario | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------|----------------------|-------------------|----------------------|--|--|--|--|----------------------------|----|------------------|-----------|
| LAVORO 1 | | INTERVENTI PRELIMINARI E BONIFICA ORDIGNI BELLCI | | | | | | | | | | | | | |
| | | 1.1 - INTERVENTI PRELIMINARI | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | VA 9 | Scopertura e sollevamento di cavi e successivo ricollocamento nelle canalette dopo l'esecuzione dei lavori | | | | | | | | | | | | | |
| | | <i>Intero intervento</i> | 1 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | | | | 1,00 | n. | 3.000,00 | 3.000,00 |
| | | 1.2 - BONIFICA O.B. SOTTOVIA E AREA DI CANTIERE | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | BA.OB.A.0101.A | Taglio di vegetazione di ogni genere | 1 | 7.900,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | | | | 7.900,00 | mq | 0,28 | 2.212,00 |
| 3 | BA.OB.B.0101.A | Ricerca e localizzazione di ordigni ed altri manufatti bellici interrati da eseguire fino a 100 cm di profondità, con l'impiego di apparato rilevatore, in assenza di acqua | 1 | 7.900,00 | | 1,00 | 1,00 | | | | | 7.900,00 | mq | 0,30 | 2.370,00 |
| 4 | BA.OB.A.0102.A | Ricerca individuale e localizzazione di ordigni esplosivi interrati oltre i 100 cm di profondità a mezzo perforazioni, in assenza di acqua Zona da bonificare | 1 | 7.900,00 | | 1,00 | 1,00 | | | | | 7.900,00 | mq | 2,40 | 18.960,00 |
| 5 | BA.OB.C.0101.B | Scavo di profondità su aree ristrette per ricerca ed avvicinamento ad ordigni esplosivi, compiuti con idonei mezzi meccanici, e connesso uso dell'apparato rilevatore. Si considera il 4% dell'area da bonificare Profondità 3 m Profondità 5 m Profondità 7 m | 1 1 1 | 7.900,00 7.900,00 7.900,00 | 3,00 5,00 7,00 | 41% 28% 31% | 0,04 0,04 0,04 | | | | | 388,68 442,40 685,72 | mc | 7,30 | 11.072,64 |
| 6 | BA.OB.C.0101.C | Scavo per scoprimento di ordigni esplosivi da eseguire esclusivamente a mano e connesso uso dell'apparato rilevatore. Si considera il 4% dello scavo di profondità | 1 | 1.516,80 | | | 0,04 | | | | | 60,67 | mc | 262,40 | 15.920,33 |
| | | IMPORTO LAVORO 1 - BONIFICA | | | | | | | | | | | €. | 53.534,97 | |
| LAVORO 2 | | RILEVATO FERROVIARIO | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | BA.MT.A.3003.A | Scavo a sezione obbligata e/o ristretta in terreni di qualsiasi natura e consistenza ad esclusione dei materiali litoidi fino alla profondità di 2 m | 1 | 4.725,00 | | | | | | | | 4.725,00 | mc | 3,27 | 15.450,75 |
| 2 | BA.MT.A.3 17.A | Costipamento del piano di posa di strati compattati, mediante rullatura, qualora il terreno in situ, appartenga ai gruppi A2-5, A2- 6, A2-7 e A4. | 1 | 4.725,00 | 0,00 | 0% | 0,00 | | | | | 4.725,00 | mq | 0,42 | 1.984,50 |
| 3 | BA.I.S.A.1100.E | Fornitura di 'Geotessile' in fibre sintetiche, | 1 | 5.670,00 | 0,00 | 0% | 0,00 | | | | | 5.670,00 | mq | 1,46 | 8.278,20 |
| 4 | BA.MT.A.2100.A | Posa in opera di 'Geotessile' in fibre sintetiche, escluso la fornitura | 1 | 5.670,00 | 0,00 | 0% | 0,00 | | | | | 5.670,00 | mq | 0,24 | 1.360,80 |
| 5 | BA.MT.A.3 13.A | Sostituzioni di terreni con terre dei gruppi A1, A2, A3, provenienti da cave di prestito, da provvedere a cura e spese dell'Appaltatore. | 1 | 4.725,00 | 0,00 | 0% | 0,00 | | | | | 4.725,00 | mc | 6,33 | 29.909,25 |
| 6 | BA.MT.A.3 19.A | Rilevato per il corpo stradale ferroviario, con terre idonee appartenenti ai gruppi A1, A2 e A3, provenienti dalle cave di prestito. | 1 | 4.725,00 | | | | | | | | 4.725,00 | mc | 11,26 | 53.203,50 |

| | | | | | | | | | | | | |
|----|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-----------|------|----|------|----|-----------|-----------|------|-----------|
| 7 | BA.MT.A.3 20.A | Rivestimento di scarpate di rilevati ferroviari o stradali, mediante uno strato di terreno vegetale, dello spessore finito di almeno 20 cm. | 1 | 2.205,00 | 0,00 | 0% | 0,00 | mq | 2.205,00 | 2.205,00 | 1,58 | 3.483,90 |
| 8 | BA.MT.A.3 21.A | Piattaforma del corpo stradale ferroviario, costituito da uno strato dello spessore compreso tra 30 cm. e 34 cm, realizzato con terre idonee fortemente compatte, provenienti da cave di prestito | 1 | 4.725,00 | 0,00 | 0% | 0,00 | mq | 4.725,00 | 4.725,00 | 3,79 | 17.907,75 |
| 9 | BA.MT.A.3 25.A | Formazione di 'sub ballast' per piattaforma ferroviaria, costituito da uno strato di conglomerato bituminoso dello spessore di 8 cm. (da 8 a 12) | 1 | 4.725,00 | 0,00 | 0% | 0,00 | mq | 4.725,00 | 4.725,00 | 8,94 | 42.241,50 |
| 10 | BA.MT.A.3 25.B | Sub Ballast' : sovrapprezzo per ogni cm in più di spessore oltre gli 8 cm. | 1 | 18.900,00 | 0,00 | 0% | 0,00 | mq | 18.900,00 | 18.900,00 | 0,78 | 14.742,00 |
| 11 | BA.MT.A.3 30.A | Formazione delle canalette, per lo scolo delle acque, con tegoloni prefabbricati in conglomerato cementizio, sulle scarpate dei rilevati. | 1 | 112,00 | | | | mq | 112,00 | 112,00 | 8,43 | 944,16 |

| | | |
|------------------------------------------------|-----------|-------------------|
| IMPORTO LAVORO 2 - RILEVATO FERROVIARIO | €. | 189.506,31 |
|------------------------------------------------|-----------|-------------------|

| LAVORO 3 | | MURI DI CONTENIMENTO | | | | | | | | | | | |
|-----------------|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---------|-------|--|------|-----|-----------|-----------|--------|-----------|----------|
| 1 | BA.MT.A.3001.A | Scavo di sbancamento in terreni di qualsiasi natura e consistenza ad esclusione dei materiali litoidi | 1 | 630,00 | 10,00 | | 0,50 | mc. | 3.150,000 | 3.150,000 | | 1,80 | 5.670,00 |
| 2 | BA.MT.A.3 29.A | Riempitivi vari e sistemazione superficiale con regolarizzazione delle pendenze, con terre provenienti dagli scavi. | 1 | 2100,00 | | | | mc. | 2.100,000 | 2.100,000 | | 0,86 | 1.806,00 |
| 3 | BA.MT.A.3002.A | Scavo di fondazione in terreni di qualsiasi natura e consistenza ad esclusione dei materiali litoidi | 1 | 430,00 | 1,50 | | | | 645,00 | | | | |
| | | muro tipo "A" | 1 | 25,00 | 1,50 | | | | 37,50 | | | | |
| | | muro tipo "B" | 1 | | | | | | | | | | |
| | | muro tipo "C" | 1 | | | | | | | | | | |
| | | muro tipo "D" | 1 | | | | | | | | | | |
| | | muro tipo "E" | 1 | | | | | | | | | | |
| | | muro tipo "F"marciapiede fermata" | 1 | 155,00 | 4,30 | | 0,10 | | 66,650 | | | | |
| | | muro tipo "G"marciapiede fermata" | 1 | 119,00 | 1,50 | | 0,10 | | 17,850 | | | | |
| | | muro tipo "H"marciapiede fermata" | 1 | 109,00 | 1,20 | | 0,10 | | 13,080 | | | | |
| | | | | | | | | mc. | 682,500 | | 3,40 | 2.320,50 | |
| 4 | BA.CZ.A.301.A | Conglomerato cementizio per strutture in fondazione, della classe di resistenza Rck 15 N/mm2 | 1 | 430,00 | 1,00 | | 0,10 | | 43,000 | | | | |
| | | muro tipo "A" | 1 | 25,00 | 1,00 | | 0,10 | | 2,500 | | | | |
| | | muro tipo "B" | 1 | 18,70 | 4,70 | | 0,10 | | 8,789 | | | | |
| | | muro tipo "C" | 1 | 46,00 | 3,20 | | 0,10 | | 14,720 | | | | |
| | | muro tipo "D" | 1 | 27,00 | 2,00 | | 0,10 | | 5,400 | | | | |
| | | muro tipo "E" | 1 | 155,00 | 4,30 | | 0,10 | | 66,650 | | | | |
| | | muro tipo "F"marciapiede fermata" | 1 | 119,00 | 1,50 | | 0,10 | | 17,850 | | | | |
| | | muro tipo "G"marciapiede fermata" | 1 | 109,00 | 1,20 | | 0,10 | | 13,080 | | | | |
| | | | | | | | | mc. | 171,989 | | 76,19 | 13.103,84 | |
| 5 | BA.CZ.A.301.E | Conglomerato cementizio per strutture in fondazione, della classe di resistenza Rck 28/35 N/mm2 | 1 | 430,00 | 0,80 | | 0,30 | | 103,200 | | | | |
| | | muro tipo "A" | 1 | 25,00 | 0,80 | | 0,30 | | 6,000 | | | | |
| | | muro tipo "B" | 1 | 18,70 | 4,50 | | 0,50 | | 42,075 | | | | |
| | | muro tipo "C" | 1 | 46,00 | 3,00 | | 0,50 | | 69,000 | | | | |
| | | muro tipo "D" | 1 | 27,00 | 1,80 | | 0,30 | | 14,580 | | | | |
| | | muro tipo "E" | 1 | 155,00 | 4,16 | | 0,30 | | 193,440 | | | | |
| | | muro tipo "F"marciapiede fermata" | 1 | 119,00 | 1,40 | | 0,30 | | 49,980 | | | | |
| | | muro tipo "G"marciapiede fermata" | 1 | 109,00 | 1,10 | | 0,30 | | 35,970 | | | | |
| | | | | | | | | mc. | 514,245 | | 105,62 | 54.314,56 | |
| 5 | BA.CZ.A.302.E | Conglomerato cementizio per strutture in elevazione, della classe di resistenza C. 28/35 N/mm2. | 1 | 430,00 | 0,30 | | 1,00 | | 129,000 | | | | |
| | | muro tipo "A" | 1 | 25,00 | 0,30 | | 1,50 | | 11,250 | | | | |
| | | muro tipo "B" | 1 | 18,70 | 0,50 | | 5,50 | | 51,425 | | | | |
| | | muro tipo "C" | 1 | 46,00 | 0,50 | | 3,50 | | 80,500 | | | | |
| | | muro tipo "D" | 1 | 27,00 | 0,30 | | 1,80 | | 14,580 | | | | |
| | | muro tipo "E" | 1 | 155,00 | 0,40 | | 2,02 | | 249,860 | | | | |
| | | muro tipo "F"marciapiede fermata" | 1 | 119,00 | 0,30 | | 1,60 | | 57,120 | | | | |
| | | muro tipo "G"marciapiede fermata" | 1 | 109,00 | 0,30 | | 1,00 | | 32,700 | | | | |
| | | | | | | | | mc. | 626,435 | | 112,83 | 70.680,66 | |
| 7 | BA.CZ.A.303.B | Presenza di armature metalliche nel conglomerato cementizio nelle quali l'armatura abbia un'incidenza superiore a 50 Kg/m3. | 1 | 232,20 | | | | | 232,200 | | | | |
| | | muro tipo "A" | 1 | 17,25 | | | | | 17,250 | | | | |
| | | muro tipo "B" | 1 | 93,50 | | | | | 93,500 | | | | |
| | | muro tipo "C" | 1 | 149,50 | | | | | 149,500 | | | | |
| | | muro tipo "D" | 1 | 29,16 | | | | | 29,160 | | | | |
| | | muro tipo "E" | 1 | 443,30 | | | | | 443,300 | | | | |
| | | muro tipo "F"marciapiede fermata" | 1 | 107,10 | | | | | 107,100 | | | | |
| | | muro tipo "G"marciapiede fermata" | 1 | 68,67 | | | | | 68,670 | | | | |
| | | | | | | | | mc. | 1140,680 | | 5,39 | 6.148,27 | |

| | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-----------|------|-------|--------|--|------------|-----------|----------|-------------------|
| 8 | BA.CZ.A.305.A | Casseforme strutture in elevazione fino a 4 m. | | | | | | | | | | |
| | | muro tipo "A" | 2 | 430,00 | | | 1,00 | | 860,00 | | | |
| | | muro tipo "B" | 2 | 25,00 | | | 1,50 | | 75,00 | | | |
| | | muro tipo "C" | 2 | 18,70 | | | 4,00 | | 149,600 | | | |
| | | muro tipo "D" | 2 | 46,00 | | | 3,50 | | 322,000 | | | |
| | | muro tipo "E" | 2 | 27,00 | | | 1,80 | | 97,200 | | | |
| | | muro tipo "F"marciapiede fermata" | 4 | 155,00 | | | 2,02 | | 1.252,400 | | | |
| | | muro tipo "G"marciapiede fermata" | 2 | 119,00 | | | 1,60 | | 380,80 | | | |
| | | muro tipo "H"marciapiede fermata" | 2 | 109,00 | | | 1,00 | | 218,00 | | | |
| | | | | | | | | | mq. | 2102,60 | 13,33 | 28.027,66 |
| 9 | BA.CZ.A.305.B | Casseforme strutture in elevazione da 4 a 8 m | | | | | | | | | | |
| | | muro tipo "C" | 2 | 18,70 | | | 1,50 | | 56,100 | | | |
| | | | | | | | | | mq. | 56,10 | 16,38 | 918,92 |
| 10 | BA.CZ.A.309.B | Acciaio, in barre ad aderenza migliorata, per strutture in conglomerato cementizio armato, del tipo B 450 C, di cui alla sottovoce BA.ME.A.102.C. | | | | | | | | | | |
| | | muro tipo "A" | 1 | 20.898,00 | | | | | 20.898,00 | | | |
| | | muro tipo "B" | 1 | 1.552,50 | | | | | 1.552,50 | | | |
| | | muro tipo "C" | 1 | 8.415,00 | | | | | 8.415,000 | | | |
| | | muro tipo "D" | 1 | 13.455,00 | | | | | 13.455,000 | | | |
| | | muro tipo "E" | 1 | 2.624,40 | | | | | 2.624,400 | | | |
| | | muro tipo "F"marciapiede fermata" | 1 | 39.897,00 | | | | | 39.897,000 | | | |
| | | muro tipo "G"marciapiede fermata" | 1 | 9.639,00 | | | | | 9.639,000 | | | |
| | | muro tipo "H"marciapiede fermata" | 1 | 6.180,30 | | | | | 6.180,30 | | | |
| | | | | | | | | | kg | 102661,20 | 1,00 | 102.661,20 |
| 11 | BA.PA.A.104.A | Lastroni in conglomerato cementizio armato, dello spessore di 5 cm., armati nei due sensi con tondini di ferro nella misura non inferiore a 4 Kg per mq. di lastrone. | | | | | | | | | | |
| | | <i>Copertina muri</i> | | 930,00 | 0,50 | 1,000 | 1,000 | | 465,000 | | | |
| | | | | | | | | | mq. | 465,00 | 17,31 | 8.049,15 |
| 12 | DC.DS.D.226.A | Posa in opera di lastroni in c.a. con malta cementizia per qualsiasi destinazione | | | | | | | | | | |
| | | <i>Intero intervento</i> | 1 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 465,00 | | 465,00 | | | |
| | | | | | | | | | mq. | 465,00 | 1,76 | 818,40 |
| 13 | E.I.T.U.P.103.B | Tube in P.V.C. del diametro di 82 mm e spessore 3,2 mm - diam. Ø 82 mm. | | | | | | | | | | |
| | | <i>Tubi inseriti getto parati</i> | 1 | 100,00 | 0,55 | 1,00 | 1,00 | | 55,00 | | | |
| | | | | | | | | | ml. | 55,00 | 3,56 | 195,80 |
| 14 | BA.PS.A.3 31.A | Recinzione metallica di acciaio S235JR secondo UNI EN 10025:2005, da porre in opera su muri o cordoli da compensare a parte, formata da pannelli in grigliato elettrosaldato zincato, bordati per elettrofusione, intelaiati e montati su piantane zincate, compresa e compensata la fornitura, la posa in opera, nonché la formazione dei fori di alloggiamento nelle murature, la sigillatura dei fori con malta cementizia e quanto altro occorra per una perfetta esecuzione. | | | | | | | | | | |
| | | | 1 | 930,00 | | | 1,50 | | 21 | | 20295,00 | |
| | | | | | | | | | | kg | 20295,00 | 2,84 |
| IMPORTO LAVORO 3 - MURI DI CONTENIMENTO | | | | | | | | | | €. | | 377.912,75 |

| LAVORO 4 | | SIFONE | | | | | | | | |
|------------------------------------------------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----------|------|------|--------|----------|------------------|----------|
| 1 | BA.MT.A.3.29.A | Riempitivi vari e sistemazione superficiale con regolarizzazione delle pendenze, con terre provenienti dagli scavi. | 1 | 100,00 | | | | 100,000 | | |
| | | | | | | | | mc. | 100,000 | 86,00 |
| 2 | BA.MT.A.3002.A | Scavo di fondazione in terreni di qualsiasi natura e consistenza ad esclusione dei materiali litoidi | 1 | 67,55 | 3,00 | | | 202,65 | | |
| | | | 1 | | | | | mc. | 202,650 | 689,01 |
| 3 | BACZ.A.301.A | Conglomerato cementizio per strutture in fondazione, della classe di resistenza Rck 15 N/mm2 | 1 | 16,00 | 2,70 | 0,10 | | 4,320 | | |
| | | | | | | | | mc. | 4,320 | 329,14 |
| 4 | BACZ.A.301.E | Conglomerato cementizio per strutture in fondazione, della classe di resistenza Rck 28/35 N/mm2 | 1 | 16,00 | 2,60 | 0,60 | | 24,960 | | |
| | | | | | | | | mc. | 24,960 | 2.636,28 |
| 5 | BACZ.A.302.E | Conglomerato cementizio per strutture in elevazione, della classe di resistenza C 28/35 N/mm2. | | | | | | | | |
| | | pareti | 2 | 10,50 | 2,10 | 0,50 | | 13,230 | | |
| | | pareti | 6 | 2,60 | 4,30 | 0,30 | | 20,124 | | |
| | | soletta | 1 | 10,30 | 2,60 | 0,30 | | 8,034 | | |
| | | | | | | | | mc. | 13,230 | 1.492,74 |
| 6 | BACZ.A.303.B | Presenza di armature metalliche nel conglomerato cementizio nelle quali l'armatura abbia un'incidenza superiore a 50 Kg/m3. | 1 | 38,19 | | | | 38,190 | | |
| | | muro tipo "A" | | | | | | mc. | 38,190 | 205,84 |
| 7 | BACZ.A.305.A | Casseforme strutture in elevazione fino a 4 m. | 2 | 100,00 | | 1,00 | | 200,00 | | |
| | | muro tipo "A" | | | | | | mq. | 200,000 | 2.666,00 |
| 8 | BACZ.A.309.B | Acciaio, in barre ad aderenza migliorata, per strutture in conglomerato cementizio armato, del tipo B 450 C, di cui alla sottovoce BA.ME.A.102.C. | 1 | 3.819,00 | | | | 3.819,00 | | |
| | | muro tipo "A" | | | | | | kg. | 3.819,00 | 3.819,00 |
| 9 | OMMEV.320.A | Ghisa di seconda fusione, del n. OMMEV.125 in opera (Chiusini in ghisa sferoidale) <i>Cerchi su pezzi per culmine</i> | 4 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 100,00 | 400,000 | | |
| | | | | | | | | Kg. | 400,000 | 476,00 |
| IMPORTO LAVORO 3 - MURI DI CONTENIMENTO | | | | | | | | €. | 12.400,01 | |
| A corpo | | | | | | | | €. | 0,00 | |

| | | | |
|----------------------------------------------------|---------------------------|----------------|-------------------|
| Importo lavori - | | €. | 633.354,04 |
| | | arrotondamento | 5,96 |
| N. 1 RIEPILOGO TERRE DI RISULTA/RIEMPITIVI: | | | |
| A - TERRE DI RISULTA | | | |
| LAVORO 2 | - SCAVI FONDAZIONE | | 8.557,500 |
| LAVORO 3 | - SCAVI FONDAZIONE | | 3832,50 |
| LAVORO 4 | - SCAVI FONDAZIONE | | 202,65 |
| TOTALE TERRE | | mc. | 12.592,650 |
| B - RIEMPITIVI CON TERRE DI RISULTA | | | |
| LAVORO 2 | - RIEMPITIVI | | - |
| LAVORO 3 | - RIEMPITIVI | | 2.100,000 |
| LAVORO 4 | - RIEMPITIVI | | 100,000 |
| TOTALE RIEMPITIVI | | mc. | 2.200,000 |
| opera 1 | Tratto ferroviario | | 633.360,00 |

| NUOVI PREZZI | | Importo |
|----------------|---------------------------------------------------|-------------------|
| LAVORO 1 | INTERVENTI PRELIMINARI E BONIFICA ORDIGNI BELLICI | € 3.000,00 |
| LAVORO 2 | MURI SCATOLARE | € - |
| LAVORO 3 | VIABILITA' | 0 |
| Sommano | | € 3.000,00 |

|



Direzione Territoriale Produzione Ancona

S.O. Ingegneria – U.O. Civile

Il Responsabile

Ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria della Regione Abruzzo - Bretella di Sulmona - velocizzazione collegamento ferroviario L'Aquila - Pescara

PROGETTO : Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara - Sulmona - Terni tra le progressive km 66+300 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufina e conseguente ripristino ed

Per Capitoli di Perizia: OPERE CIVILI

| CAPITOLI | PROPOSTA ORIGINARIA (1) | Proposte suppletive aggiuntive di variante | | |
|----------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|------|--------------------------------------------------------------------------------|
| | | Riduzione d'impegno (-), spese suppletive (+) varianti già autorizzate (=) (2) | | Spesa suppletiva aggiuntiva e varianti da autorizzare 4=3-(1+2) |
| Cap. 13: Prestazioni di Terzi | € 6.134.591,2 | p.m. | p.m. | p.m. |
| Cap. 14: Prog. Dir. Lavori Gruppo | p.m. | p.m. | p.m. | p.m. |
| Cap. 15: Lavori in Economia | € 25.000,00 | p.m. | p.m. | p.m. |
| Cap. 16: Materiali d'Armamento | p.m. | p.m. | p.m. | p.m. |
| Cap. 17: Materiali Diversi | p.m. | p.m. | p.m. | p.m. |
| Cap. 18: Trasporti | p.m. | p.m. | p.m. | p.m. |
| Cap. 19: Espropri | p.m. | p.m. | p.m. | p.m. |
| Cap. 20: Spese Generali | € 122.691,82 | p.m. | p.m. | p.m. |
| Cap. 21: Costi Trasporto Gruppo | | p.m. | p.m. | p.m. |
| Cap. 22: Cont. Inarcassa Gruppo | p.m. | p.m. | p.m. | p.m. |
| Cap. 23: Cont. Inarcassa Terzi | p.m. | p.m. | p.m. | p.m. |
| Cap. 24: Materiali gest. Centralizzata | p.m. | p.m. | p.m. | p.m. |
| Cap. 25: Oneri Diversi Terzi | p.m. | p.m. | p.m. | p.m. |
| Cap. 26: Oneri Diversi Gruppo | p.m. | p.m. | p.m. | p.m. |
| TOTALE (€) | € 6.282.283,02 | € | | € |

COMMITTENTE:



DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE DI ANCONA

SOGGETTO TECNICO: RFI – DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE DI ANCONA
 S. O. INGEGNERIA

PROGETTAZIONE: RFI – DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE DI ANCONA
 S. O. INGEGNERIA MICROSTRUTTURA CIVILE

PROGETTO DEFINITIVO

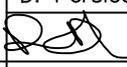
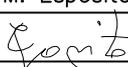
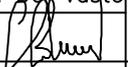
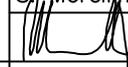
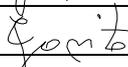
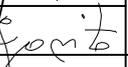
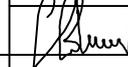
Linea : PESCARA –SULMONA–L'AQUILA–TERNI Comune : SULMONA

RIPRISTINO COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELLA LINEA PESCARA–SULMONA–TERNI
 TRA LE PROGRESSIVE KM.66+300/69+000, CON REALIZZAZIONE DELLA NUOVA
 FERMATA DI SULMONA S.RUFINA ED ADEGUAMENTO DELL'ASSETTO VIARIO DI VIA
 PARADISO CON OPERE SOSTITUTIVE DELL'EX PL KM.66+767

PERIZIA DI SPESA E QUADRO ECONOMICO TE

| | | | |
|--|--------|----|--|
| | Foglio | di | |
|--|--------|----|--|

| PROGETTO/ANNO | SOTTOPR. | LIVELLO | NOME DOC. | PROGR.OP. | FASE FUNZ. | NUMERAZ. |
|---------------|----------|---------|-----------|-----------|------------|----------|
| 17 | | P D | T G | 00 | 00 | 1012 |

| Revis. | Descrizione | Progettista | Data | Verificato | Data | Approvato | Data | Autorizzato | Data |
|--------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 0 | Prima emissione | D. Persico  | | M. Esposito  | | G. Del Vasto  | | S. Morellina  | |
| A | 1^Revisione giugno 2018 | D. Persico  | 18/06/2018 | M. Esposito  | 19/06/2018 | M. Esposito  | 19/06/2018 | G. Del Vasto  | 22/06/2018 |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

| POSIZIONE ARCHIVIO | LINEA | SEDE TECN. | NOME DOC. | NUMERAZ. |
|--------------------|------------------------|------------|-------------|----------|
| | L506 | TR4995 | | |
| | Verificato e trasmesso | Data | Convalidato | Data |
| | | | | |
| | | | | |



PERIZIA DELLA SPESA

LINEA: Pescara - Sulmona

Adeguamento TE per la realizzazione della bretella di Sulmona.

Per Capitoli di Perizia:

| CAPITOLI | PROPOSTA ORIGINARIA (1) | Proposte suppletive aggiuntive di variante | | |
|----------------------------------------|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| | | Riduzione d'impegno (-), spese suppletive (+) varianti già autorizzate (=) (2) | Spesa complessiva di nuova previsione (3) | Spesa suppletiva aggiuntiva e varianti da autorizzare 4=3-(1+2) |
| Cap. 13: Prestazioni di Terzi | € 128.550,00 | p.m. | p.m. | p.m. |
| Cap. 14: Prog. Dir. Lavori Gruppo | p.m. | p.m. | p.m. | p.m. |
| Cap. 15: Lavori in Economia | € 7.370,00 | p.m. | p.m. | p.m. |
| Cap. 16: Materiali d'Armamento | € 52.330,00 | p.m. | p.m. | p.m. |
| Cap. 17: Materiali Diversi | p.m. | p.m. | p.m. | p.m. |
| Cap. 18: Trasporti | € 2.620,00 | p.m. | p.m. | p.m. |
| Cap. 19: Espropri | p.m. | p.m. | p.m. | p.m. |
| Cap. 20: Spese Generali | € 3.820,00 | p.m. | p.m. | p.m. |
| Cap. 21: Costi Trasporto Gruppo | p.m. | p.m. | p.m. | p.m. |
| Cap. 22: Cont. Inarcassa Gruppo | p.m. | p.m. | p.m. | p.m. |
| Cap. 23: Cont. Inarcassa Terzi | p.m. | p.m. | p.m. | p.m. |
| Cap. 24: Materiali gest. Centralizzata | p.m. | p.m. | p.m. | p.m. |
| Cap. 25: Oneri Diversi Terzi | p.m. | p.m. | p.m. | p.m. |
| Cap. 26: Oneri Diversi Gruppo | p.m. | p.m. | p.m. | p.m. |
| TOTALE (€) | 194.690,00 | € - | € - | € - |

Capitolo 13°-Prestazioni di Terzi

| N° ord. | Voce Tariffa | Tipologia del lavoro | U.d.M. | Quantità | Prezzo | Totale |
|---------|------------------|----------------------------------------------------|--------|----------|-------------|---------------------|
| | Ediz.2014 | | | | | |
| 1 | EC.BL.D.3106.C | Formazione in opera di blocchi | mc | 160 | € 224,10 | € 35.856,00 |
| 2 | EC.BL.D.3107.A | Malta impermeabilizzante | mq. | 52 | € 32,00 | € 1.664,00 |
| 3 | EC.CR.C.2 10.A | Passaggio doppio trefolo di terra | km. | 1,450 | € 2.556,06 | € 3.706,29 |
| 4 | EC.SA.B.5 23.E | Rimozione sostegni | n. | 35 | € 220,26 | € 7.709,10 |
| 5 | EC.SA.D.2100.A | Posa pali LSF 14a | n. | 35 | € 401,00 | € 14.035,00 |
| 6 | EC.SA.D.2100.D | Posa pali LSF 16a | n. | | € 432,00 | € - |
| 7 | EC.SA.D.2100.N | Posa pali LSF 22GB ed attrezzaggio | n. | | € 693,00 | € - |
| 8 | EC.SA.D.2100.E | Posa pali LSF 18GB ed attrezzaggio | n. | | € 478,40 | € - |
| 9 | EC.BL.D.5 05.A | Demolizioni blocchi | mc | 120 | € 77,33 | € 9.279,60 |
| 10 | EC.SA.D.5 29.E | Rimozione d'opera pali M29 | n° | | € 309,22 | € - |
| 11 | EC.SA.D.532.F | Rimozione pali tipo M30 | cad | | € 351,58 | € - |
| 12 | EC.SA.C.205.A | Formazione e posa sospensione | cad. | 20 | € 61,42 | € 1.228,40 |
| 13 | EC.SA.C.516.A | Rimozione di sospensione | cad. | 20 | € 33,46 | € 669,20 |
| 14 | EC.LC.B.201.A | Tesatura L.d.c. da 220 mmq. | km. | | € 2.710,97 | € - |
| 15 | EC.CR.C.201.B | Posa e tesatura doppio trefolo | km. | | € 2.596,00 | € - |
| 16 | EC.LC.C.201.A | Formazione scambio aereo semplice | cad. | | € 93,18 | € - |
| 17 | EC.LC.D.7100.A | Adeguamento condutture da 320 a 440 | km. | | € 13.893,75 | € - |
| 18 | EC.LC.B.210.A | Passaggio di condutture da 220 mmq. | cad. | | € 55,06 | € - |
| 19 | EC.LC.B.210.B | Passaggio di condutture da 320 mmq. | cad. | 35,000 | € 77,94 | € 2.727,90 |
| 20 | EC.LC.B.520.A | Rimozione L.d.C. da 220 mmq. | km. | | € 1.524,92 | € - |
| 21 | EC.CR.E.530.B | Rimozione colleg.terra | ml. | 220,000 | € 1,00 | € 220,00 |
| 22 | EC.CR.C.514.A | Rimozione doppio trefolo | km. | | € 347,46 | € - |
| 23 | EC.SA.B.102.A | Fornitura Travi MEC | kg. | | € 2,76 | € - |
| 24 | EC.SA.B.2104.E | Posa Travi MEC | kg. | | € 1,86 | € - |
| 25 | EC.VA.B.308.A | Fornitura in opera di acciaio | kg. | 100,000 | € 6,73 | € 673,00 |
| 26 | EC.VA.B.309.B | Zincatura | kg. | 100,000 | € 0,48 | € 48,00 |
| 27 | EC.RA.A.528.A | Rimozione di RA | cond. | 6,000 | € 90,47 | € 542,82 |
| 28 | EC.RA.A.202.A | Formazione di RA | n. | 3,000 | € 652,94 | € 1.958,82 |
| 29 | EC.PF.A.2 01.B | Realizzazione punto fisso | n. | 2,000 | € 792,11 | € 1.584,22 |
| 30 | EC.BL.C.3 03.B | Costruzione TT | mc. | 22,000 | € 146,08 | € 3.213,76 |
| 31 | EC.VA.C.2 03.B | Posa in opera targhe | n. | 70,000 | € 12,77 | € 893,90 |
| 32 | TC.PA.B.3102.A | Forn. e posa in opera telaio scorta F.O. | n. | 2,000 | € 139,10 | € 278,20 |
| 33 | EC.CR.C.211.A | Passaggio con scavalamento tref./F.O. | km. | 1,450 | € 1.956,98 | € 2.837,62 |
| 34 | EC.SA.B.2100.A | Posa montanti di portali tralicciati | kg. | | € 0,60 | € - |
| 35 | EC.SA.B.2104.A | Posa traversa portali | kg. | | € 0,76 | € - |
| | | sommano | | | | € 89.125,83 |
| 36 | | Maggiorazione per interruzione notturno | % | | | € 26.737,75 |
| | | sommano | | | | € 115.863,58 |
| 37 | EC.CR.D.204.B | Posa in opera prese di terra | n° | 9 | € 52,17 | € 469,53 |
| 38 | EC.TN.A.801.C | Noleggio autocarro | ora | 12,000 | € 50,90 | € 610,80 |
| 39 | MO.CV.A.2110.B | Sollevamento di cavi | ml. | 1200 | € 0,82 | € 984,00 |
| 40 | MO.CV.A.2110.C | Rimessa in sito di cavi | ml. | 1200 | € 0,28 | € 336,00 |
| 41 | MO.CV.A.2114.A | Posa cavo infilato | ml. | | € 1,09 | € - |
| 42 | MO.CA.C.5112.A | Rimozione di V318 | ml. | 300 | € 3,06 | € 918,00 |
| 43 | MO.CA.C.2107.A | Posa V318 | ml. | 300 | € 7,01 | € 2.103,00 |
| 44 | MO.TU.P.1108.A | Fornitura di tubi in pvc. | kg. | | € 3,56 | € - |
| 45 | MO.TU.P.2111.A | Posa primo tubo | ml. | | € 4,55 | € - |
| 46 | MO.TU.P.2111.C | Posa tubo affiancato | ml. | | € 3,18 | € - |
| 47 | MO.CV.B.3107.A | Fornitura in opera di pozzetto | n. | | € 97,54 | € - |
| 48 | MO.CV.G.3113.A | Fornitura in opera di giunzioni per cavi | n. | | € 34,76 | € - |
| 49 | MO.CV.G.3114.A | Fornitura in opera di giunzioni per cavi | n. | | € 41,97 | € - |
| 50 | MO.CV.G.3115.A | Fornitura in opera di giunzioni per cavi | n. | | € 44,60 | € - |
| 51 | EC.AL.C.3100.A | Fornitura in opera di armadio comando sezionatori. | n. | | € 5.679,99 | € - |
| 52 | EC.AL.C.3100.B | Per ogni sezionatori in più- | n. | | € 1.208,50 | € - |
| 53 | EC.VA.B.308.A | Fornitura in opera di acciaio | kg. | | € 6,73 | € - |
| 54 | EC.VA.B.101.A | Fornitura tondo di acciaio | kg. | | € 1,27 | € - |
| 55 | EC.VA.B.309.B | Zincatura | kg. | | € 0,48 | € - |
| 56 | N.P.3 | Realizzazione segnaletica TE | corpo | | € 15.000,00 | € - |
| | | Sommano | | | | € 121.284,91 |
| 57 | | Imprevisti | % | 5 | € 6.064,25 | € 6.064,25 |
| | | Sommano | | | | € 127.349,15 |
| 58 | | Importo Oneri della sicurezza stimati a parte | | | | € 1.200,00 |
| | | arrotondamento | | | | € 0,85 |
| | | Importo Totale della stazione | | | | € 128.550,00 |

Capitolo 16° - Materiali d'armamento

| N°Ord. | Cat./prog. | Descrizione | U.d.M. | Quantità | Prezzo Unitario | Importo |
|--------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|-----------------|--------------------|
| 1 | 776/124 | Palo LSF 14A | n° | 35 | € 380,30 | € 13.310,50 |
| 2 | 776/127 | Palo LSF 16A | n° | | € 443,44 | € - |
| 3 | 776/131 | Palo LSF 18 GB | n° | 0 | € 675,00 | € - |
| 4 | 776/134 | Palo LSF 20 GB | n° | | € 670,00 | € - |
| 5 | 776/137 | Palo LSF 22 GB | n° | | € 821,00 | € - |
| 6 | 776/140 | Palo LSF 24 GB | n° | | € 897,57 | € - |
| 7 | 768/437 | Mensole tubolari 6,00 | n° | 35 | € 78,40 | € 2.744,00 |
| 8 | 768/427 | Mensole tubolari 3,80 | n° | 5 | € 51,03 | € 255,15 |
| 9 | 785/125 | Corda portante in rame | kg. | 0 | € 5,52 | € - |
| 10 | 785/601 | Filo sagomato in rame | kg. | 0 | € 6,64 | € - |
| 11 | 785/208 | Corda alluminio per circuito terra | kg. | 0 | € 2,62 | € - |
| 12 | 779/025 | Picchetti di terra | n° | 35 | € 20,22 | € 707,70 |
| 13 | 768/611 | Ancoraggio per pali LSF 18-20 | n. | 35 | € 318,00 | € 11.130,00 |
| 14 | 768/612 | Ancoraggio per pali LSF 22-24 | n. | | € 157,00 | € - |
| 15 | 803/619 | Cavo 2x10 | ml. | | € 1,79 | € - |
| 16 | 803/602 | Cavo 1x4 | ml. | | € 0,35 | € - |
| 17 | 803/623 | Cavo 3x1,5 | ml. | | € 0,51 | € - |
| | 776/246 | Portale ad un binario | n. | 0 | € 3.620,00 | € - |
| 18 | | Materiali per l'attrezzaggio pali e la posa delle condutture: sospensioni, morsetteria , isolatori, tiranti, collari, filo pendini, ecc. | n. | 35 | € 1.000,00 | € 35.000,00 |
| | | Sommano | | | | € 49.836,85 |
| 19 | | Imprevisti | % | 5 | € 2.491,84 | € 2.491,84 |
| | | Sommano | | | | € 52.328,69 |
| 20 | | arrotondamento | | | | € 1,31 |
| | | Importo Totale Materiali di fornitura FS | | | | € 52.330,00 |

Capitolo 15°-Lavori in economia

| N° ord. | Descrizione | Ore | Costo /h | Importo |
|---------|------------------------------------|-----|----------|-------------------|
| 1 | Lavori personale Zona TE | 70 | € 56,13 | € 3.929,10 |
| | Direzione Lavori | 55 | € 56,13 | € 3.087,15 |
| | Sommano | | | € 7.016,25 |
| 2 | Imprevisti | % | € 5,00 | € 350,81 |
| | | | | € 7.367,06 |
| 3 | arrotondamento | | | € 2,94 |
| | Importo Totale Personale FS | | | € 7.370,00 |

Capitolo 18°-Trasporti

| N° ord. | Descrizione | U.d.M | Importo |
|---------|-----------------------------------------|---------|-------------------|
| 1 | Trasporto materiali (5 % di € 52330,00) | a corpo | € 2.616,50 |
| 2 | arrotondamento | | € 3,50 |
| | Importo Totale Trasporti | | € 2.620,00 |
| | | | |
| | | | |

cme_TE.xls
Spese Generali

CAPITOLO 20 - Spese Generali

| n° ord. | Descrizione | Importo | perc % | Importo B |
|---------|--------------------------------------|--------------|--------|-------------------|
| 1 | Cap 13 -Prestazioni di Terzi | € 128.550,00 | 2,00% | € 2.571,00 |
| 2 | Cap 15 -Lavori in economia | € 7.370,00 | 2,00% | € 147,40 |
| 3 | Cap 16 -Materiali d'Armamento | € 52.330,00 | 2,00% | € 1.046,60 |
| 4 | Cap 21 -Trasporti | € 2.620,00 | 2,00% | € 52,40 |
| | | | | € 3.817,40 |
| | Arrotondamento | | | € 2,60 |
| | Importo Totale Spese Generali | | | € 3.820,00 |
| | | | | |



Direzione Territoriale Produzione Ancona
S.O. Ingegneria e Tecnologie

PERIZIA DELLA SPESA IMPIANTI IS

Ripristino collegamento ferroviario della linea Pescara-Sulmona-Terni tra le progressive Km.66+300 e 69+000 con realizzazione della nuova fermata Sulmona S.Rufino e conseguente ripristino ed adeguamento della assetto viario su via Paradiso con opere sostitutive dell'ex PL Km.66+767

Proposta:

| |
|---------------------|
| PERIZIA DELLA SPESA |
|---------------------|

| CAPITOLI | DENOMINAZIONE | IMPORTO |
|----------|---------------------------------|---------------------|
| Cap. 13 | LAVORI E FORNITURE IN APPALTO | 1.472.995,87 |
| Cap. 14 | PROGETTAZIONE, DIREZIONE LAVORI | p.m. |
| Cap. 15 | PERSONALE RFI | 41.255,55 |
| Cap.16 | MATERIALI | 121.318,33 |
| Cap. 21 | TRASPORTI | 2.426,37 |
| Cap. 20 | SPESE GENERALI | 5.600,00 |
| | | |
| | TOTALE €. | 1.643.596,12 |

IL CAPO REPARTO M.V.A.-IS

| N. Pr. | Voce di Tariffa | INDICAZIONE | U. di Mis. | QUANT. | PREZZO € | IMPORTO PARZIALE € | IMPORTO TOTALE € |
|--------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------|-------------|--------------------------|------------------------|
| | | CAP. 13 - LAVORI E FORNITURE IN APPALTO | | | | | |
| | | APPALTI VARI E FRAZIONABILI | | | | | |
| | | TARIFFE 2017 | | | | | |
| 1 | SS.CB.A.1101.B | Fornitura connessione conduttiva cat 846/9610, 9620 | n° | 10,00 | 6,35 | 63,50 | |
| 2 | SS.CB.C.2 01.A | Posa connessioni ritorno T.E. | n° | 5,00 | 17,94 | 89,70 | |
| 3 | SS.CB.D.1 02.A | Fornitura capicorda treccia di rame 95mm2 | n° | 10,00 | 4,76 | 47,60 | |
| 4 | SS.CB.D.1106.A | Fornitura capicorda per cavo da 16mm2 | n° | 10,00 | 2,36 | 23,60 | |
| 5 | SS.CB.E.1 03.A | Fornitura picchetti di cemento per c.d.b. per g.i. e imm. deviatoi | n° | 11,00 | 7,02 | 77,22 | |
| 6 | SS.CB.E.1 04.A | Fornitura basi in calcestruzzo per cassette c.d.b. | n° | 11,00 | 14,18 | 155,98 | |
| 7 | SS.CB.E.4 01.A | Allestimento completo di circuito di binario | n° | 8,00 | 344,03 | 2.752,24 | |
| 8 | SS.CB.E.4 01.B | Sovrapprezzo allestimento c.d.b. con dispositivo a ponte | n° | 5,00 | 17,49 | 87,45 | |
| 9 | SS.CE.A.2 01.A | Posa e allestimento di cassetta di giunzione e smistamento | n° | 2,00 | 68,62 | 137,24 | |
| 10 | SS.CE.A.2 01.B | Per ogni conduttore del cavo introdotto ed allacciato nella cassetta | n° | 50,00 | 3,05 | 152,50 | |
| 11 | SS.CE.A.2 04.A | Posa cassette con pipetta per c.d.b. in serie, compresa fornitura treccia 16mm2 | n° | 5,00 | 21,21 | 106,05 | |
| 12 | SS.CE.A.2 05.A | Introduzione cavi in garitta, cabina ed armadi | n° | 30,00 | 8,15 | 244,50 | |
| 13 | SS.CE.B.1 01.A | Fornitura basi in calcestruzzo per cassette fino a 4 morsettiere | n° | 2,00 | 28,11 | 56,22 | |
| 14 | SS.CE.B.1 01.B | Fornitura basi in calcestruzzo per cassette con oltre 4 morsettiere | n° | 0,00 | 45,19 | 0,00 | |
| 15 | SS.CE.B.1 01.C | Fornitura basi in calcestruzzo per cassette terminali | n° | 6,00 | 14,06 | 84,36 | |
| 16 | SS.CE.C.1 03.C | Fornitura cunicoli conformi al disegno TT3134 a due gole | m | 3.000,00 | 23,39 | 70.170,00 | |
| 17 | SS.CE.C.2 05.C | Posa in opera cunicoli di cui alla voce SS.CE.C.1 03.C in stazione | m | 3.000,00 | 19,72 | 59.160,00 | |
| 18 | SS.CE.C.5 09.B | Toglimento d'opera cunicoli di dimensioni superiori a mm 150X100, compresi i cunicoli a doppia gola | m | 2.000,00 | 2,44 | 4.880,00 | |
| 19 | SS.CE.K.2101.A | Posa di cavo non armato di qualsiasi tipo (No telecomunicazioni) | m | 60.000,00 | 0,47 | 28.200,00 | |
| | SS.CE.K.505.A | Toglimento d'opera di cavo | m | 30.000,00 | 0,46 | 13.800,00 | |
| 20 | SS.CE.C.2 05.D | Maggiorazione voce SSEC205C per posa in linea (20%) | m | 3.000,00 | 4,68 | 14.040,00 | |
| 21 | SS.LV.A.2 01.B | Getto di calcestruzzo in opera per pozzetti compreso e compensato l'uso di casseforme e lisciatura superfici in vista | m3 | 5,00 | 142,96 | 714,80 | |
| 22 | SS.LV.G.2 01.A | Esecuzione scavi comunque sagomati o profondi | m3 | 10,00 | 14,06 | 140,60 | |
| 23 | SS.LV.D.1 01.B | Fornitura acciaio o ferro in barre o profilati con zincatura applicata con processo di immersione a caldo | kg | 300,00 | 3,60 | 1.080,00 | |

| N. P.C. | Voce di Tariffa | INDICAZIONE | U. di Mis. | QUANT. | PREZZO € | IMPORTO PARZIALE € | IMPORTO TOTALE € |
|---------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------|-------------|--------------------------|------------------------|
| 24 | SS.LV.D.1 02.D | Fornitura lamiera di acciaio striata, con zincatura applicata con processo di immersione a caldo | kg | 500,00 | 2,52 | 1.260,00 | |
| 25 | SS.LV.D.2 04.A | Posa acciaio, compresa fornitura e posa materiali occorrenti per fissaggio e ripristino di strutture e tinteggiature | kg | 300,00 | 1,63 | 489,00 | |
| 26 | SS.LV.D.2 04.B | Posa acciaio, esclusa fornitura e posa materiali occorrenti per fissaggio e ripristino di strutture e tinteggiature | kg | 500,00 | 0,21 | 105,00 | |
| 27 | SS.MD.B.2 01.A | Posa fermascambio bloccabile | n° | 0,00 | 500,00 | 0,00 | |
| 28 | SS.MD.B.2 05.A | Applicazione scatola controllo elettrico su fermadeviatoio | n° | 0,00 | 28,91 | 0,00 | |
| 29 | SS.MD.D.2 01.A | Posa manovra elettrica P.80 dev. semplice | n° | 4,00 | 638,67 | 2.554,68 | |
| 30 | SS.MD.D.2 01.B | Posa manovra elettrica P.80 dev. Inglese doppio | n° | 0,00 | 1.154,67 | 0,00 | |
| 31 | SS.MD.D.2 01.C | Supplemento posa elettromagnete | n° | 0,00 | 41,46 | 0,00 | |
| 32 | SS.MD.D.2 02.A | Applicazione dispositivo di manovra a mano tipo P.80 | n° | 4,00 | 83,31 | 333,24 | |
| 33 | SS.MD.E.1 01.A | Fornitura a piè d'opera di protezioni per casse di manovra | n° | 4,00 | 93,81 | 375,24 | |
| 34 | SS.MD.E.1 01.B | Fornitura a piè d'opera di protezioni per fermascambi o pedali | n° | 0,00 | 64,85 | 0,00 | |
| 35 | SS.MD.E.2 02.A | Posa in opera di protezioni per casse di manovra | n° | 4,00 | 104,87 | 419,48 | |
| 36 | SS.MD.E.2 02.B | Posa in opera di protezioni per fermascambi o pedali | n° | 0,00 | 77,46 | 0,00 | |
| 37 | SS.MD.E.2 03.A | Posa protezioni per tiranti di manovra e controllo | n° | 4,00 | 4,85 | 19,40 | |
| 38 | SS.SG.A.2 03.A | Posa palina in poliestere rinforzato con fibra di vetro per il sostegno dei segnali luminosi | n° | 0,00 | 54,43 | 0,00 | |
| 39 | SS.SG.A.2 03.B | Posa di attrezzatura tipo unifer in vetroresina per il sostegno di segnali luminosi | n° | 0,00 | 56,71 | 0,00 | |
| 40 | SS.SG.B.2 01.A | Costruzione in opera di blocchi di calcestruzzo RCK 15N/mm ² | m ³ | 3,00 | 130,99 | 392,97 | |
| 41 | SS.SG.E.1 01.A | Costruzione e fornitura segnalatore luminoso ad una sola indicazione | n° | 0,00 | 791,45 | 0,00 | |
| 42 | SS.SG.E.2 02.A | Posa segnalatore luminoso di qualunque numero di indicazioni | n° | 0,00 | 110,43 | 0,00 | |
| 43 | SS.SG.H.2 01.A | Posa in opera di segnale luminoso con relè schermo o a specchi dicroici, a luce fissa o lampeggiante, compresa la posa della mensola di sostegno, l'introduzione del cavo e l'allacciamento dei conduttori. | n° | 0,00 | 112,43 | 0,00 | |
| 44 | SS.SG.H.2 05.A | Applicazione di segnale indicatore luminoso alle casse di manovra elettrica, compresi gli allacciamenti elettrici. | n° | 4,00 | 15,52 | 62,08 | |
| 45 | SS.SG.H.2101.A | Posa in opera di segnale blu da deviatorio | n° | 4,00 | 139,03 | 556,12 | |
| 46 | SS.SG.H.2102.A | Posa in opera di segnale di avanzamento/avvio | n° | 0,00 | 55,16 | 0,00 | |
| 47 | SS.SG.I.1 01.A | Fornitura tabelle triangolari di limitazione velocità | n° | 0,00 | 32,52 | 0,00 | |
| 48 | SS.SG.I.2 05.A | Posa in opera di tabelle triangolari di limitazione velocità | n° | 0,00 | 3,50 | 0,00 | |
| 49 | SS.SG.I.2 06.A | Posa tavole di orientamento mediante nastri d'acciaio inox da 3/4 di pollice; per cadauna staffa | n° | 6,00 | 3,74 | 22,44 | |
| 50 | A corpo | ACC SULMONA | | | | 1.200.000,00 | |
| | | Sommano | | | | 1.402.853,21 | |

| N. Pr. | Voce di Tariffa | INDICAZIONE | U. di Mis. | QUANT. | PREZZO € | IMPORTO PARZIALE € | IMPORTO TOTALE € |
|--------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------|------------|----------|-------------|--------------------------|------------------------|
| | | Imprevisti 5% | | | | 70.142,66 | |
| | | IMPORTO CAPITOLO 13 | | | | | 1.472.995,87 |
| | | CAP. 15 - PERSONALE RFI | | | | | |
| 36 | | Personale Uffici per gestione progettazione e contabilità | ore | 300,00 | 56,13 | 16.839,00 | |
| 37 | | Personale Esercizio IS per attività di supporto ed assistenza ditte | ore | 200,00 | 56,13 | 11.226,00 | |
| 38 | | Personale Esercizio IS per attività diretta su cavi, apparati, sistemi ecc. | ore | 200,00 | 56,13 | 11.226,00 | |
| | | Sommano | | | | 39.291,00 | |
| | | Imprevisti 5% | | | | 1.964,55 | |
| | | IMPORTO CAPITOLO 15° | | | | | 41.255,55 |
| | | CAP. 16 - MATERIALI | | | | | |
| 39 | cat. 804/0100 | Cavo non armato 4 x 1 mmq. | mt. | 4.000,00 | 1,24 | 4.960,00 | |
| 40 | cat. 804/0120 | Cavo non armato 8 x 1 mmq. | mt. | 4.000,00 | 2,04 | 8.160,00 | |
| 41 | cat. 804/0140 | Cavo non armato 16 x 1 mmq. | mt. | 4.000,00 | 3,43 | 13.720,00 | |
| 42 | cat. 804/0160 | Cavo non armato 2 x 2,5 mmq. | mt. | 4.000,00 | 1,40 | 5.600,00 | |
| 43 | cat. 804/0180 | Cavo non armato 4 x 2,5 mmq. | mt. | 6.000,00 | 2,08 | 12.480,00 | |
| 44 | cat. 804/0200 | Cavo non armato 2 x 4 mmq. | mt. | 0,00 | 1,74 | 0,00 | |
| 45 | cat. 804/0220 | Cavo non armato 2 x 6 mmq. | mt. | 0,00 | 2,16 | 0,00 | |
| 46 | cat. 804/0240 | Cavo non armato 3 x 4 mmq. | mt. | 3.000,00 | 2,18 | 6.540,00 | |
| 47 | cat. 804/0260 | Cavo non armato 3 x 6 mmq. | mt. | 2.000,00 | 2,78 | 5.560,00 | |
| 48 | cat. 804/0280 | Cavo non armato 3 x 10 mmq. | mt. | 3.000,00 | 4,59 | 13.770,00 | |
| 49 | cat. 804/2140 | Cavo flex 8x1,5 mmq. | mt. | 0,00 | 1,99 | 0,00 | |
| 50 | cat. 804/2360 | Conduttore in trecciola di rame 16 mmq.-rosso | mt. | 100,00 | 1,23 | 123,00 | |
| 51 | cat. 804/2370 | Conduttore in trecciola di rame 16 mmq.-giallo | mt. | 100,00 | 1,16 | 116,00 | |
| 52 | cat. 822/9710 | TAVOLE DISTANZIOM. SEG. 1 CAT. (SERIE) | n° | 0,00 | 316,97 | 0,00 | |
| 53 | cat. 824/0530 | Chiavi FS per fermadev. Serrat. 2 | n° | 0,00 | 25,90 | 0,00 | |
| 54 | cat. 824/0550 | Chiavi FS per fermadev. Serrat. 4 | n° | 0,00 | 22,48 | 0,00 | |
| 55 | cat. 824/0570 | Chiavi FS per fermadev. Serrat. 6 | n° | 0,00 | 21,53 | 0,00 | |
| 56 | cat. 824/0590 | Chiavi FS per fermadev. Serrat. 8 | n° | 0,00 | 9,48 | 0,00 | |
| 57 | cat. 824/0610 | Chiavi FS per fermadev. Serrat. 10 | n° | 0,00 | 7,14 | 0,00 | |
| 58 | cat. 824/0620 | Chiavi FS per fermadev. Serrat. 11 | n° | 0,00 | 23,78 | 0,00 | |
| 59 | cat. 824/0630 | Chiavi FS per fermadev. Serrat. 12 | n° | 0,00 | 27,59 | 0,00 | |
| 60 | cat. 824/0640 | Chiavi FS per fermadev. Serrat. 13 | n° | 2,00 | 12,81 | 25,62 | |
| 61 | cat. 824/0660 | Chiavi FS per fermadev. Serrat. 15 | n° | 2,00 | 4,70 | 9,40 | |
| 62 | cat. 824/5710 | Piastrina a traslazione FS 42 marca 1 | n° | 10,00 | 17,17 | 171,70 | |
| 63 | cat. 824/5720 | Piastrina a traslazione FS 42 marca 2 | n° | 10,00 | 17,14 | 171,40 | |
| 64 | cat. 824/5730 | Piastrina a traslazione FS 42 marca 3 | n° | 10,00 | 14,84 | 148,40 | |
| 65 | cat. 824/5740 | Piastrina a traslazione FS 42 marca 4 | n° | 5,00 | 11,48 | 57,40 | |

| N. P.C. | Voce di Tariffa | INDICAZIONE | U. di Mis. | QUANT. | PREZZO € | IMPORTO PARZIALE € | IMPORTO TOTALE € |
|---------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|--------|-------------|--------------------------|------------------------|
| 66 | cat. 824/5750 | Piastrina a traslazione FS 42 marca 5 | n° | 9,00 | 7,14 | 64,26 | |
| 67 | cat. 824/5760 | Piastrina a traslazione FS 42 marca 6 | n° | 3,00 | 8,33 | 24,99 | |
| 68 | cat. 824/6370 | Placch.numeriche fermadev. FS 42 marca 2 | n° | 3,00 | 4,03 | 12,09 | |
| 69 | cat. 824/6390 | Placch.numeriche fermadev. FS 42 marca 4 | n° | 3,00 | 3,53 | 10,59 | |
| 70 | cat. 824/6410 | Placch.numeriche fermadev. FS 42 marca 6 | n° | 3,00 | 2,25 | 6,75 | |
| 71 | cat. 824/6430 | Placch.numeriche fermadev. FS 42 marca 8 | n° | 3,00 | 1,88 | 5,64 | |
| 72 | cat. 824/6450 | Placch.numeriche fermadev. FS 42 marca 10 | n° | 3,00 | 0,44 | 1,32 | |
| 73 | cat. 824/6460 | Placch.numeriche fermadev. FS 42 marca 11 | n° | 3,00 | 2,51 | 7,53 | |
| 74 | cat. 824/6470 | Placch.numeriche fermadev. FS 42 marca 12 | n° | 3,00 | 2,91 | 8,73 | |
| 75 | cat. 824/6480 | Placch.numeriche fermadev. FS 42 marca 13 | n° | 3,00 | 0,84 | 2,52 | |
| 76 | cat. 824/6500 | Placch.numeriche fermadev. FS 42 marca 15 | n° | 3,00 | 0,98 | 2,94 | |
| 77 | cat. 825/2550 | Morsettiera a 12 morsetti a p. e controp. | n° | 10,00 | 41,96 | 419,60 | |
| 78 | cat. 825/2710 | Morsett.ad 8 coppie di mollette per comb.eletr. | n° | 5,00 | 11,61 | 58,05 | |
| 79 | cat. 825/4460 | PIASTRA ANCORAGGIO ATTREZZ. UNIFER | n° | 0,00 | 60,34 | 0,00 | |
| 80 | cat. 825/4620 | Cuffia in policarb.per segnali | n° | 0,00 | 323,18 | 0,00 | |
| 81 | cat. 825/4630 | Dispersore tipo "A" per segnali | n° | 0,00 | 113,30 | 0,00 | |
| 82 | cat. 825/4660 | Dispersore tipo "O" per segnali | n° | 0,00 | 139,59 | 0,00 | |
| 83 | cat. 825/5190 | Vela quadra per segnali a destra | n° | 0,00 | 87,01 | 0,00 | |
| 84 | cat. 825/5200 | Vela tonda completa di staffa di fiss.per segnali | n° | 0,00 | 80,80 | 0,00 | |
| 85 | cat. 825/5240 | Visiera tipo A-O in plastica per segnali | n° | 0,00 | 19,89 | 0,00 | |
| 86 | cat. 825/5320 | Anelli doppi per combin.multipli | n° | 0,00 | 3,42 | 0,00 | |
| 87 | cat. 825/6550 | Palina per segnale in VTR | n° | 0,00 | 219,39 | 0,00 | |
| 88 | cat. 825/6560 | Mensola in VTR per segnale | n° | 0,00 | 90,12 | 0,00 | |
| 89 | cat. 825/6570 | Attrezzatura Unifer per segnale | n° | 0,00 | 571,78 | 0,00 | |
| 90 | cat. 825/6810 | SEGNALE LUMINOSO DI AVANZAMENTO CON DISPOSITIVI A SEMICONDUOTTORE DI COLORE BIANCO COMPOSTO DA : CONTENITORE COMPLETO DI SUPPORTO ORI ENTABILE, ALIMENTATORE , GRUPPO OTTICO BIANCO E LENTI | n° | 0,00 | 1.204,74 | 0,00 | |
| 91 | cat. 825/6820 | SEGNALE LUMINOSO DI AVVIO CON DISPOSITIVI A SEMICONDUOTTORE DI COLORE BLU COMPOSTO DA :CONTENITORE COMPLETO DI SUPPORTO ORIENTABILE, ALIMENTATORE , GRUPPO OTTICO BLU E LENTI | n° | 0,00 | 1.215,70 | 0,00 | |
| 92 | cat. 825/6830 | KIT DI INSTALLAZIONE SU PALINA PER SEGNALE DI AVANZAMENTO E DI AVVIO COMPOSTO DA: MENSOLA , COLLARE E VITI DI FISSAGGIO | n° | 0,00 | 163,23 | 0,00 | |
| 93 | cat. 830/0280 | Frustone cassa manovra P80/L90 L=2m completo di mors. 34 morsetti | n° | 4,00 | 483,03 | 1.932,12 | |
| 94 | cat. 831/0170 | Scaricatori a resistenza tipo "A" | n° | 0,00 | | 0,00 | |
| 95 | cat. 831/0180 | Dispositivo a ponte per c.d.b. | n° | 5,00 | 82,22 | 411,10 | |
| 96 | cat. 831/0280 | Trasformat. Di alimentaz. C.d.b. 100 VA | n° | 8,00 | 104,41 | 835,28 | |
| 97 | cat. 831/0350 | Trasform.di ricez.con resist.limitatrice | n° | 8,00 | 78,31 | 626,48 | |
| 98 | cat. 831/0700 | 831/047 Morsettiera ad 8 mors. a p. e controp. | n° | 4,00 | 19,88 | 79,52 | |
| 99 | cat. 831/1200 | Cassetta di contegno in policarbonato | n° | 4,00 | 51,34 | 205,36 | |

| N. P.C. | Voce di Tariffa | INDICAZIONE | U. di Mis. | QUANT. | PREZZO € | IMPORTO PARZIALE € | IMPORTO TOTALE € |
|---------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|--------|-------------|--------------------------|------------------------|
| 100 | cat. 831/1210 | Cassetta di contegno in policarbonato | n° | 4,00 | 74,27 | 297,08 | |
| 101 | cat. 831/1220 | Cassetta con pipetta in resina semiesp. | n° | 5,00 | 28,46 | 142,30 | |
| 102 | cat. 831/1230 | Cassetta terminale in policarbonato | n° | 4,00 | 55,69 | 222,76 | |
| 103 | cat. 831/1290 | Unità trasmettichave | n° | 2,00 | 303,19 | 606,38 | |
| 104 | cat. 831/1920 | Cassetta smistam.cavi vert.3-4 mors. | n° | 2,00 | 415,98 | 831,96 | |
| 105 | cat. 831/1460 | Segnale blu da deviatoio | n° | 4,00 | 969,03 | 3.876,12 | |
| 106 | cat. 831/4280 | Resistore per man.eletr. | n° | 4,00 | 8,39 | 33,56 | |
| 107 | cat. 831/6500 | Manovra eletr.devatoio P.80 dx | n° | 2,00 | 5.407,59 | 10.815,18 | |
| 108 | cat. 831/6510 | Manovra eletr.devatoio P.80 sx | n° | 2,00 | 5.353,00 | 10.706,00 | |
| 109 | cat. 831/6520 | Manovra eletr.devatoio P.80 dx | n° | 0,00 | 5.403,00 | 0,00 | |
| 110 | cat. 831/6530 | Manovra eletr.devatoio ingl.doppioP.80 sx | n° | 0,00 | 5.097,00 | 0,00 | |
| 111 | cat. 831/6540 | Elettromagnete intallonab. A comando | n° | 4,00 | 256,49 | 1.025,96 | |
| 112 | cat. 831/6560 | Manovella per man.emerg. P.80 | n° | 2,00 | 20,31 | 40,62 | |
| 113 | cat. 831/6570 | Copritiranti per man.eletr. P.80 | n° | 4,00 | 60,91 | 243,64 | |
| 114 | cat. 831/6580 | Srgnale indicat.da deviatoio per P.80 | n° | 4,00 | 354,26 | 1.417,04 | |
| 115 | cat. 831/6590 | Dispositivo di manovra a mano P.80 | n° | 4,00 | 279,68 | 1.118,72 | |
| 116 | cat. 832/3330 | Tiranteria di manovra e controllo | n° | 4,00 | 1.164,00 | 4.656,00 | |
| 117 | cat. 832/3350 | Gruppo zatteroni completi di isolanti | n° | 4,00 | 765,69 | 3.062,76 | |
| 118 | cat. 832/3360 | Tirant.di man.e contr.ingl.doppio L90 ex 832/357 | n° | 0,00 | 3.347,40 | 0,00 | |
| 119 | cat. 833/0750 | Molle per fermadeviatoio F.C. 1129 | n° | 0,00 | 2,92 | 0,00 | |
| 120 | cat. 846/9600 | VITE TIPO AR 67 - 3X IN ACCIAIO INOSSIDABILE CON TESTA ESAGONALE SCARICATA COMPREDENTE RONDELLA PIANA IN ACCIAIO INOX E DADO AUTOFRENANTE | n° | 20,00 | 2,44 | 48,80 | |
| 121 | cat. 846/9610 | BUSSOLA IN RAME PER VITI DA 12 MA TIPO AR 60/1 - DITTA CEMBRE | n° | 20,00 | 3,43 | 68,60 | |
| 122 | cat. 825/8400 | GRUPPO OTTICO SEGNALE LED A TRE ASPETTI R-G-V | n° | 0,00 | 2.378,28 | 0,00 | |
| 123 | cat. 825/8440 | GRUPPO ALIM. SEGNALE OTTICO A LED S.O.L. A TRE ASPETTI R-G-V | n° | 0,00 | 1.522,68 | 0,00 | |
| | | Sommano | | | | 115.541,27 | |
| | | Imprevisti 5% | | | | 5.777,06 | |
| | | IMPORTO CAPITOLO 16° | | | | | 121.318,33 |
| | | CAP. 21 - TRASPORTI | | | | | |
| | | Trasporto materiali a Categoria FS (2% del costo dei materiali) | | | | 2.426,37 | |
| | | IMPORTO CAPITOLO 21° | | | | | 2.426,37 |
| | | CAP. 20 - SPESE GENERALI | | | | | |
| 19 | | 2% dei Capitoli 13-15-17-21 | | | | 30.333,56 | |
| | | Arrotondamento | | | | -24.733,56 | |

| N. Pr. | Voce di Tariffa | INDICAZIONE | U. di Mis. | QUANT. | PREZZO € | IMPORTO PARZIALE € | IMPORTO TOTALE € |
|--------|-----------------|--------------------------------------|------------|--------|-------------|--------------------------|------------------------|
| | | IMPORTO CAPITOLO 20° | | | | | 5.600,00 |
| | | Importo Perizia di Spesa Impianti IS | | | | | 1.643.596,12 |
| | | | | | | | |
| | | IL CAPO REPARTO | | | | | |

Linea Sumonia L'Aquila-Teramo

Realizzazione Fermata di SAN RUFINA
Perizia Impianti TLC (Telefonia VoIP e Diffusione sonora)

| N. | Descrizione | Voce di Tariffa Ed. 2016 | Quant. | Importo | Totale |
|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------|----------|------------------|
| Cap. 13 | | | | | |
| Sezionamento ed attestazione cavo principale 22 coppie | | | | | |
| 1 | Fornitura armadi ATPS 24 | TC.ST.A.101.A | 1,00 | 705,37 | 705,37 |
| 2 | Posa armadi ATPS 24 | TC.ST.A.202.A | 1,00 | 237,56 | 237,56 |
| 3 | Fornitura di teste di sezionamento e terminazione a 20 coppie | TC.ST.C.101.A | 1,00 | 506,87 | 506,87 |
| 4 | Posa di teste di sezionamento e terminazione a 20 coppie | TC.ST.C.203.A | 1,00 | 550,37 | 550,37 |
| 5 | Esecuzione giunti cavo principale 20 cp. | TC.GD.A.6001.A | 2,00 | 271,82 | 543,64 |
| 6 | Maggioraz. 56% per cavo in servizio | TC.GD.A.6003.A | 0,56 | 152,22 | 85,24 |
| 7 | Bloccaggi giunti | TC.LV.A.608.A | 4,00 | 143,10 | 572,40 |
| 8 | Posa cavo in cunicoli interrati, canalette, pozzetti esistenti | TC PM F 204.A | 300,00 | 1,81 | 543,00 |
| 9 | Esecuzione presa di terra per armadi ATPS | TC.LV.C.601.A | 1,00 | 272,85 | 272,85 |
| Telefonia Selettiva VoIP | | | | | |
| 10 | Fornit. Piantana con tettuccio | TC.ST.F.1104.A | 1,00 | 710,00 | 710,00 |
| 11 | Posa piantana con tettuccio | TC.ST.F.2104.A | 1,00 | 335,70 | 335,70 |
| 12 | Fornitura Subtelaio apparecchiature | TC.VP.A 1101A | 2,00 | 211,20 | 422,40 |
| 13 | Fornitura Modem con interf. SHDSL e/o 2 Mbit/s | TC.VP.A 1102A | 1,00 | 1.458,60 | 1.458,60 |
| 14 | Posa in opera Subtelaio apparecchiature | TC.VP.A 2101A | 2,00 | 72,60 | 145,20 |
| 15 | Posa in opera Modem con interf. SHDSL e/o 2 Mbit/s | TC.VP.A 2102A | 1,00 | 376,20 | 376,20 |
| 16 | Fornitura Switch ethernet 8 porte | TC.VP.B.1101A | 1,00 | 574,20 | 574,20 |
| 17 | Posa in opera, config e attiv Switch ethernet 8 porte | TC.VP.B.2101A | 1,00 | 176,07 | 176,07 |
| 18 | Fornitura unità ATA diagnosticabile e configurabile | TC.VP.C.1101C | 1,00 | 1.052,00 | 1.052,00 |
| 19 | Fornitura di modulo di interfaccia convertitore digitale | TC.VP.C.1105A | 1,00 | 277,20 | 277,20 |
| 20 | Posa in opera unità ATA per telefoni di stazione o di linea | TC.VP.C.2101A | 1,00 | 52,80 | 52,80 |
| 21 | Posa in opera modulo di interfaccia convertitore digitale | TC.VP.C.2105A | 1,00 | 79,20 | 79,20 |
| 22 | Posa in opera configurazione funzionale per ogni stazione | TC.VP.C.2107B | 1,00 | 825,00 | 825,00 |
| 23 | Forn. Telefono con microtelefono completo di cassa stagna o piastra di supporto | TC.VP.E.1101A | 1,00 | 409,20 | 409,20 |
| 24 | Posa in stazione di telefono completo di cassa stagna o piastra di supporto | TC.VP.E.2101A | 1,00 | 145,20 | 145,20 |
| 25 | Fornitura Alimentatore no-break 150-220Vca/24Vcc completo di batterie | TC.VP.F.1102A | 1,00 | 686,40 | 686,40 |
| 26 | Posa in opera Alimentatore no-break 150-220Vca/24Vcc completo di batterie | TC.VP.F.2101A | 1,00 | 204,60 | 204,60 |
| 27 | Fornitura di licenza SW di telediagnostica, oltre la prima | TC.VP.H.1102B | 1,00 | 1.029,60 | 1.029,60 |
| 28 | Posa in opera, installaz, config. e attivazione SW di diagnostica in ogni stazione | TC.VP.H.2102B | 1,00 | 547,80 | 547,80 |
| Diffusione Sonora | | | | | |
| 29 | Fornitura e posa in opera diffusore a tromba in ABS 20 W | IP.DS.A.3000.J | 24,00 | 163,00 | 3.912,00 |
| 30 | Fornit. Cavo 2x1,5 | | 300,00 | 2,00 | 600,00 |
| 31 | Posa cavo in canaline, tubi o pozzetti | TC PM F 204.A | 300,00 | 1,81 | 543,00 |
| 32 | Forn. e posa Amplificatore dif. sonora 200-240 W per armadi ATPS | IP.DS.D.3000.C | 1,00 | 2.699,40 | 2.699,40 |
| 33 | Forn. Box Ideatalk remoto | a corpo | 1,00 | 2.200,00 | 2.200,00 |
| 34 | Posa Box ideatak remoto | a corpo | 1,00 | 450,00 | 450,00 |
| | Progettazione diffusione sonora | a corpo | 1,00 | 2.500,00 | 2.500,00 |
| | Misurazione livelli sonori e STI-PA | a corpo | 1,00 | 3.500 | 3.500,00 |
| Rete LAN | | | | | |
| 35 | Fornitura Armadio 19 " per 4 subtelai | TC.VP.G.1101A | 1,00 | 594,00 | 594,00 |
| 36 | Posa Armadio 19 " per 4 subtelai | TC.VP.G.2101A | 1,00 | 184,80 | 184,80 |
| 37 | Fornitura modem | IP.AI.A.1000.A | 6,00 | 2.219,00 | 13.314,00 |
| 38 | Posa modem | | | | |
| Importo totale | | | | | 44.021,87 |
| Imprevisti 5% | | | | | 2.201,09 |
| Arrotondamento | | | | | 2,16 |
| Importo Cap. 13 | | | | | 46.225,13 |
| Cap. 15 | | | | | |
| 39 | Spese del personale di RFI | a corpo | | | 5.000,00 |
| | Imprevisti 5% | | | | 250,00 |
| Importo Cap. 15 | | | | | 5.250,00 |
| Cap. 16 | | | | | |
| 40 | Cavo 20 coppie Cat. 808/104 | | 500 | 5,02 | 2.510,00 |
| Importo Cap. 15 | | | | | |
| Cap. 20 | | | | | |
| 41 | Spese generali 2% sul totale dei Ca. 13 e 15 | 53.985,13 | 0,02 | | 1.079,70 |
| | Arrotondamento | | | | 0,00 |
| Importo Cap. 20 | | | | | 1.079,70 |
| Importo totale della perizia TLC | | | | | 55.064,83 |
| arrotondamneto | | | | | 135,17 |
| Importo totale | | | | | 55.200,00 |

COMMITTENTE:



DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE DI ANCONA

SOGGETTO TECNICO: RFI – DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE DI ANCONA
 S. O. INGEGNERIA

PROGETTAZIONE: RFI – DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE DI ANCONA
 S. O. INGEGNERIA MICROSTRUTTURA CIVILE

PROGETTO DEFINITIVO

Linea : PESCARA –SULMONA–L'AQUILA–TERNI Comune : SULMONA

RIPRISTINO COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELLA LINEA PESCARA–SULMONA–TERNI
 TRA LE PROGRESSIVE KM.66+300/69+000, CON REALIZZAZIONE DELLA NUOVA
 FERMATA DI SULMONA S.RUFINA ED ADEGUAMENTO DELL'ASSETTO VIARIO DI VIA
 PARADISO CON OPERE SOSTITUTIVE DELL'EX PL KM.66+767

PERIZIA DI SPESA ONERI DELLA SICUREZZA

| | | | |
|--|--------|----|--|
| | Foglio | di | |
|--|--------|----|--|

| PROGETTO/ANNO | SOTTOPR. | LIVELLO | NOME DOC. | PROGR.OP. | FASE FUNZ. | NUMERAZ. |
|---------------|----------|---------|-----------|-----------|------------|----------|
| 17 | | P D | T G | 00 | 00 | 1014 |

| Revis. | Descrizione | Progettista | Data | Verificato | Data | Approvato | Data | Autorizzato | Data |
|--------|-------------------------|-------------|------------|-------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|
| 0 | Prima emissione | R. Cesario | | M. Esposito | | G. Del Vasto | | S. Morellina | |
| A | 1^Revisione giugno 2018 | R. Cesario | 18/06/2018 | M. Esposito | 19/06/2018 | M. Esposito | 19/06/2018 | G. Del Vasto | 22/06/2018 |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

| POSIZIONE ARCHIVIO | LINEA | SEDE TECN. | NOME DOC. | NUMERAZ. |
|--------------------|------------------------|------------|-------------|----------|
| | L506 | TR4995 | | |
| | Verificato e trasmesso | Data | Convalidato | Data |
| | | | | |
| | | | | |

File: 0.14

Opera 6 ONERI DELLA SICUREZZA

| N.ord. | VOCI DI TARIFFA | | FATTORI | | | | | PRODOTTI | | | |
|-------------------------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------|-----------|-------------------------------------|-----------|----------|----------|-----------------|-------------|
| | Codice | Descrizione | n. parti simili | lunghezza area | larghezza | altezza, profondità, diametro, sez. | Kg/ore/gg | U.M. | quantità | PREZZO UNITARIO | IMPORTI |
| TARIFFE O.S. 2017 | | | | | | | | | | | |
| Lav.8- ONERI DELLA SICUREZZA | | | | | | | | | | | |
| 1 | OS.AP.A.0102.A | Recinzione provvisoria con pannelli in lamiera zincata ondulata misurata a metro quadrato di pannello posto in opera, per l'intera durata dei lavori. | | | | | | | | | |
| | | | 4 | 200,00 | | | 2,50 | mq | 2.000,00 | € 21,46 | € 42.920,00 |
| 2 | OS.AP.A.0103.A | Recinzione provvisoria | | | | | | | | | |
| | | <i>rete polietilene</i> | 1 | 3.000,00 | | | 1,80 | mq | 5.400,00 | € 7,32 | € 39.528,00 |
| 3 | OS.AP.A.0106.A | Delimitazione con nastro segnaletico | | | | | | | | | |
| | | | 1 | 400,00 | | | | ml | 400,00 | € 0,49 | € 196,00 |
| 4 | OS.AP.B.0110.A | Delimitazione mediante New Jersey | | | | | | | | | |
| | | | 1 | 250,00 | | | | ml | 250,00 | € 26,89 | € 6.722,50 |
| 5 | OS.AP.B.0110.B | Delimitazione mediante New Jersey | | | | | | | | | |
| | | | 24 | 250,00 | | | | ml/me | 6.000,00 | € 7,12 | € 42.720,00 |
| 6 | OS.AP.E.0101.A | Parapetto prefab. delimitazione zone pericolose | | | | | | | | | |
| | | | 1 | 100,00 | | | | ml | 100,00 | € 16,17 | € 1.617,00 |
| 7 | OS.AP.C.0101.A | Trabattello in metallo - lavorazioni varie | | | | | | | | | |
| | | | 10 | - | | | | cad | 10,00 | € 321,13 | € 3.211,30 |
| 8 | OS.AP.D.0102.A | Impalcati - per altezze da 2 a 4 mt | | | | | | | | | |
| | | | 1 | 178,00 | | 2,50 | | mq | 445,00 | € 14,69 | € 6.537,05 |
| 9 | OS.AP.D.0102.B | Impalcati - per altezze oltre i 4 mt | | | | | | | | | |
| | | | 1 | 10,00 | | 2,00 | | mq | 20,00 | € 3,59 | € 71,80 |
| 10 | OS.AP.H.0101.A | Rete sicurezza | | | | | | | | | |
| | | | 1 | 100,00 | | | 24,00 | mq/me | 2.400,00 | € 1,15 | € 2.760,00 |
| 11 | OS.AP.I.0101.A | Cancello in pannelli di lamiera zincata ondulata per recinzione cantiere | | | | | | | | | |
| | | cancello accesso per l'intera durata del lavoro | 5 | - | | | | mq | 5,00 | € 34,52 | € 172,60 |
| 12 | OS.AP.O.0103.A | Nucleo abitativo per servizi di cantiere dimensioni esterne 2,40x6,40x2,45 circa baracca uffici - primo mese | | | | | | | | | |
| | | | 5 | | | | | mesi | 5,00 | € 527,54 | € 2.637,70 |
| 13 | OS.AP.O.0103.B | Nucleo abitativo per servizi di cantiere dimensioni esterne 2,40x6,40x2,45 circa baracca uffici - mesi 15 in più | | | | | | | | | |
| | | | 5 | | | | 24,00 | mesi | 120,00 | € 126,56 | € 15.187,20 |
| 14 | OS.AP.O.0106.A | Prefabbricato monoblocco | | | | | | | | | |
| | | dimensioni esterne 1,15 x 1,10 x 2,45 circa | | | | | | | | | |
| | | baracca servizi igienici comuni- primo mese | 10 | | | | | cad | 10,00 | € 341,59 | € 3.415,90 |
| 15 | OS.AP.O.0106.B | Prefabbricato monoblocco | | | | | | | | | |
| | | dimensioni esterne 1,15 x 1,10 x 2,45 circa | | | | | | | | | |
| | | baracca servizi igienici comuni- mesi 15 in più | 10 | | | | 24,00 | cad | 240,00 | € 53,20 | € 12.768,00 |
| 16 | OS.IF.A.0102.A | Riunioni di coordinamento con il D.T. di cantiere | | | | | | | | | |
| | | riunioni di coordinamento | 60 | | | | | cad | 60,00 | € 203,40 | € 12.204,00 |
| 17 | OS.MC.A.0102.A | Riunioni di coordinamento per determinare gli interventi finalizzati alla sicurezza dovuti alle necessità di sfasamento spaziale o temporale delle lavorazioni interferenti | | | | | | | | | |
| | | 1 D.T. cantiere -1 RSPP - 1 RLS - 1 Capo cantiere | | | | | | | | | |
| | | Riunioni di coordinamento | 60 | | | | | cad | 60,00 | € 203,40 | € 12.204,00 |

| | | | | | | | | | | | |
|----|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|--------|--|--------|--|-------|----------|----------|------------|
| 18 | OS.IM.A.0101.A | Impianto di terra, costo di progettazione realizzazione dell'impianto base impianto di terra | 17 | | | | | cad | 17,00 | € 442,84 | € 7.528,28 |
| 19 | OS.IM.A.0101.B | Impianto di terra, costo di progettazione realizzazione dell'impianto base impianto di terra - sovrapprezzo per ogni dispensore in più | 17 | | | | | cad | 17,00 | € 22,40 | € 380,80 |
| 20 | OS.MS.A.0106.A | Segnali indicanti diversi pittogrammi, in lamiera o alluminio, con diametro cm. 60 o cm. 90 segnaletica di cantiere | 55 | - | | | | cad | 55,00 | € 45,27 | € 2.489,85 |
| 21 | OS.MS.A.0106.B | Segnali indicanti diversi pittogrammi, in lamiera o alluminio, con diametro cm. 60 o cm. 90 segnaletica di cantiere | 48 | - | | | | cad | 48,00 | € 98,18 | € 4.712,64 |
| 22 | OS.MS.A.0106.H | Segnali indicanti diversi pittogrammi, targa in lamiera o alluminio, con diametro cm. 90x60 segnaletica di cantiere | 35 | - | | | | cad | 35,00 | € 127,64 | € 4.467,40 |
| 23 | OS.MS.A.0103.B | Sacchetti di zavorra segnaletica di cantiere | 276 | - | | | | cad | 276,00 | € 1,16 | € 320,16 |
| 24 | OS.MS.B.0103.B | Cartellonistica con indicazioni standardizzate di segnali di informazione Cartello L x H = cm 25,00 x 25,00 - d = m 10. | 20 | - | | | | cad | 20,00 | € 0,59 | € 11,80 |
| 25 | OS.MS.B.0103.E | Cartellonistica con indicazioni standardizzate segnali di informazione Cartello L x H = cm 33,00 x 50,00 - d = m 10. | 40 | - | | | | cad | 40,00 | € 0,88 | € 35,20 |
| 26 | OS.MS.B.0103.F | Cartellonistica con indicazioni standardizzate di segnali di informazione Cartello L x H = cm 50,00 x 70,00 - d = m 16. | 40 | - | | | | cad | 40,00 | € 1,48 | € 59,20 |
| 27 | OS.MS.B.0104.A | Catena in PVC, misurata a metro lineare, posta in opera per la durata della fase di lavoro | 1 | 180,98 | | | | ml | 180,98 | € 0,70 | € 126,69 |
| 28 | OS.MS.B.0105.A | Colonna in PVC, misurata cadauno per giorno | 105 | 28,00 | | | | gg | 2.940,00 | € 0,21 | € 617,40 |
| 29 | OS.MS.B.0106.A | Coni H = cm 30 | 50 | 70,00 | | | | gg | 3.500,00 | € 0,28 | € 980,00 |
| 30 | OS.MS.B.0106.B | Coni H = cm 50 | 50 | 70,00 | | | | gg | 3.500,00 | € 0,37 | € 1.295,00 |
| 31 | OS.MS.B.0106.C | Coni H = cm 75 | 50 | 70,00 | | | | gg | 3.500,00 | € 0,42 | € 1.470,00 |
| 32 | OS.MS.D.0101.A | Trousse leva scheggie | | | | | | cad | 5,00 | € 39,88 | € 199,40 |
| 33 | OS.MS.D.0102.A | Kit lava occhi | | | | | | cad | 5,00 | € 34,05 | € 170,25 |
| 34 | OS.MS.D.0103.C | Barella pieghevole in lega leggera | 2 | | | 600,00 | | gg | 1.200,00 | € 0,95 | € 1.140,00 |
| 35 | OS.MS.D.0104.B | Cassetta in ABS completa | 4 | | | 24,00 | | cad/m | 96,00 | € 11,78 | € 1.130,88 |

COMMITTENTE:



DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE DI ANCONA

SOGGETTO TECNICO: RFI – DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE DI ANCONA
 S. O. INGEGNERIA

PROGETTAZIONE: RFI – DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE DI ANCONA
 S. O. INGEGNERIA MICROSTRUTTURA CIVILE

PROGETTO DEFINITIVO

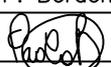
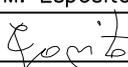
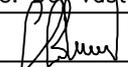
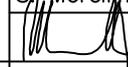
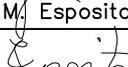
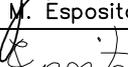
Linea : PESCARA –SULMONA–L'AQUILA–TERNI Comune : SULMONA

RIPRISTINO COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELLA LINEA PESCARA–SULMONA–TERNI
 TRA LE PROGRESSIVE KM.66+300/69+000, CON REALIZZAZIONE DELLA NUOVA
 FERMATA DI SULMONA S.RUFINA ED ADEGUAMENTO DELL'ASSETTO VIARIO DI VIA
 PARADISO CON OPERE SOSTITUTIVE DELL'EX PL KM.66+767

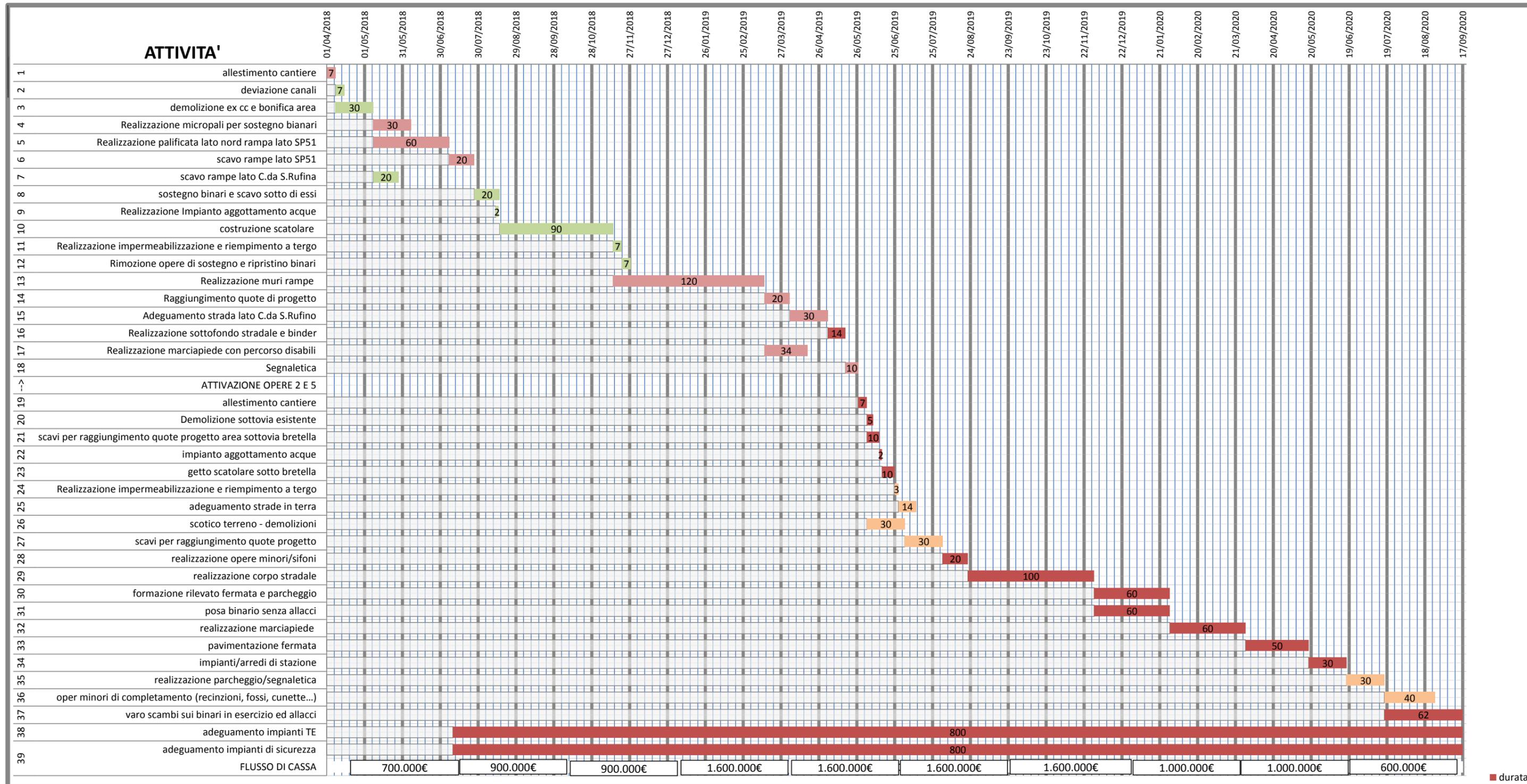
CRONOPROGRAMMA

| | | |
|--|--------|----|
| | Foglio | di |
|--|--------|----|

| PROGETTO/ANNO | SOTTOPR. | LIVELLO | NOME DOC. | PROGR.OP. | FASE FUNZ. | NUMERAZ. |
|---------------|----------|---------|-----------|-----------|------------|----------|
| 17 | | P D | T G | 00 | 00 | 1015 |

| Revis. | Descrizione | Progettista | Data | Verificato | Data | Approvato | Data | Autorizzato | Data |
|--------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 0 | Prima emissione | P. Bordoni  | | M. Esposito  | | G. Del Vasto  | | S. Morellina  | |
| A | 1^Revisione giugno 2018 | P. Bordoni  | 18/06/2018 | M. Esposito  | 19/06/2018 | M. Esposito  | 19/06/2018 | G. Del Vasto  | 22/06/2018 |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

| POSIZIONE ARCHIVIO | LINEA | SEDE TECN. | NOME DOC. | NUMERAZ. |
|--------------------|------------------------|------------|-------------|----------|
| | L506 | TR4995 | | |
| | Verificato e trasmesso | Data | Convalidato | Data |
| | | | | |
| | | | Archiviato | Data |
| | | | | |



■ durata