

## INDICE

<b>1. INTRODUZIONE.....</b>	<b>3</b>
<b>2. INQUADRAMENTO NORMATIVO.....</b>	<b>3</b>
<b>3. DESCRIZIONE DEL SITO.....</b>	<b>3</b>
<b>4. DESCRIZIONE DELL'AMBIENTE E DEL TERRITORIO CIRCOSTANTE.....</b>	<b>5</b>
4.1 Inquadramento geologico.....	5
<b>5. FLUSSO DELLE ATTIVITÀ.....</b>	<b>9</b>
5.1 Attività di indagine.....	9
<b>6. ANALISI DEI LIVELLI DI CONTAMINAZIONE.....</b>	<b>10</b>
<b>7. INTERPRETAZIONE DATI IDROGEOLOGICI.....</b>	<b>12</b>
<b>8. INTERPRETAZIONE DATI GEOMORFOLOGICI.....</b>	<b>12</b>
<b>9. TECNICHE DI BONIFICA E DI MESSA IN SICUREZZA .....</b>	<b>12</b>
9.1 Realizzazione del capping.....	12
9.2 Messa in sicurezza della discarica.....	14
<b>9.3. STABILIZZAZIONE DEL VERSANTE CON UTILIZZO DI PARATIE DI PALI E TRINCEA16</b>	
<b>10 MONITORAGGIO DELLA FALDA FREATICA.....</b>	<b>18</b>
<b>11 CONCLUSIONI.....</b>	<b>18</b>



## 1. INTRODUZIONE

Il presente documento descrive le opere definitive per l'attività di Bonifica e di messa in sicurezza, sotto il profilo della stabilità del versante presso cui insiste la Ex-Discarica Comunale sita in Contrada Orta nel Comune di San Valentino in Abruzzo Citeriore (PE) - codice identificativo Regionale: PE210001.

Rispetto al Progetto Preliminare, approvato in sede di Conferenza dei servizi svoltasi presso il Servizio Gestione Rifiuti della Regione Abruzzo il presente Progetto Definitivo prevede alcune modifiche sostanziali, che portano a focalizzare l'attenzione maggiormente sull'aspetto della messa in sicurezza idrogeologica del versante presso cui insiste la ex-discardica comunale.

Questo soprattutto alla luce dei suggerimenti indicati all'interno del parere A.R.T.A. Del 12/12/2012 n° 8888, che si riporta in allegato, poiché ritenuti pertinenti e maggiormente indicati nel sito in esame, considerati i fenomeni di dissesto che interessano l'intera area e di cui si parlerà di seguito.

La ex discarica è ubicata all'interno del territorio comunale di S. Valentino in Abruzzo Citeriore (PE), in località "Orta", ed è individuabile catastalmente nel Foglio 8 con le particelle 42, 485, 477, 100, 101 e 482, per una superficie totale di circa 6.000 m<sup>2</sup>.

L'attività in progetto è tesa a bonificare dal punto di vista ambientale il sito dismesso, nel rispetto dell'assetto idrogeologico e geomorfologico delle aree interessate, al fine di restituire ai siti una riqualificazione ambientale compatibile con la situazione originaria. Sono state individuate le tecnologie e gli interventi da attuare sul sito, descrivendo le attività che dovranno essere svolte per rimediare sia alle criticità ambientali, individuate mediante analisi chimiche effettuate sui piezometri già presenti in sito, sia ai problemi di dissesto dei versanti a ridosso della discarica, oltre naturalmente agli interventi da effettuarsi direttamente sul corpo discarica.



L'area immediatamente a valle della discarica, infatti, è interessata da un lento ma progressivo movimento franoso superficiale che sta creando problemi di stabilità al corpo discarica.

Tale situazione di dissesto era già stata individuata in occasione dei precedenti lavori di pre-caratterizzazione e caratterizzazione ambientale, tanto che nel capitolo conclusivo della Relazione Finale del Piano di Caratterizzazione Ambientale è riportato:

*“Il fenomeno franoso desta molta preoccupazione per la sua estensione e per il fatto che a breve può interessare il sito di discarica con possibile movimento a valle dei rifiuti. Tale diagnosi è confortata, purtroppo, anche dall'osservazione delle forme di dissesto poste più a monte e presso la strada che conduce al centro abitato, che indicano un movimento generalizzato del versante, individuando un'area in dissesto, anche se con caratteristiche differenti per ciascun sito specifico, ben più vasta di quella posta immediatamente a valle della discarica in esame.”*

Dai risultati della tomografia elettrica, effettuata in sede di caratterizzazione ambientale, è stata riscontrata una superficie di scorrimento ad una profondità variabile tra 1.5 e 2.5 m da p.c.

Il movimento franoso è interpretabile come un unico sistema generalizzato: la superficiale territoriale interessata dal fenomeno è individuabile come riportato nella seguente fotografia satellitare, opportunamente modificata.

Rispetto al rilievo speditivo eseguito nel 2007, il successivo rilievo topografico del 2010, supportato da strumentazione con tecnologia GPS, ha permesso di apprezzare l'ampliamento dell'area in frana dovuto allo spostamento retrogradante della nicchia di distacco, che attualmente ha interessato in pieno la discarica.



Come proposto già in fase di pre-caratterizzazione, durante i lavori di caratterizzazione ambientale è stato eseguito un picchettamento dell'area al fine di consentire il monitoraggio futuro dell'area in frana, ed in particolare della nicchia di distacco.

I paletti, installati in numero di sei in corrispondenza dell'attuale ciglio di scarpata principale, sono stati rilevati con GPS e georeferenziati.

Ai fini degli interventi da realizzarsi in sito, appare opportuno intervenire prioritariamente sul lento movimento franoso, provvedendo ad allontanare le acque di infiltrazione/dilavamento che, raggiungendo la superficie di scollamento tra le due litologie, innesca il moto.

Gli interventi in progetto saranno articolati nelle seguenti tre fasi principali:

- **interventi sul corpo discarica**, per la messa in sicurezza ambientale della discarica con la formazione di un capping e il rinnovamento del sistema di raccolta del percolato;
- **interventi sulla falda acquifera**, per i quali è stato previsto un sistema di emungimento e trattamento delle acque di falda;
- **interventi per la stabilità del versante**, per i quali è stata prevista una paratia di pali in cls armato con cordolo di collegamento in cls armato e l'allontanamento delle acque di ruscellamento che, infiltrandosi nel sottosuolo, danno origine a fenomeni di scivolamento lungo il versante.

Nel caso in esame, la bonifica della discarica in esame va affrontata sotto diversi fronti, poiché alle criticità ambientali riscontrate per le acque sotterranee si sommano carenze strutturali in merito alle condizioni della discarica stessa e delle sue pertinenze, nonché alla stabilità del versante presso cui è ubicata la discarica.



Per quanto riguarda la bonifica della discarica, bisognerà intervenire innanzitutto per isolare il corpo discarica dagli agenti atmosferici, in particolare dalle infiltrazioni delle acque piovane, riducendo in tal modo la produzione del percolato e controllando la quantità di liquidi che fuoriescono dal copro discarica e che possono interessare la falda.

Il progetto in redazione prevede la messa in sicurezza dell'immediato intorno della discarica mediante una stabilizzazione con drenaggi, con disposizione a "spina di pesce" al fine di captare e convogliare le acque superficiali verso aree più sicure.

Lo scopo dell'opera, infatti, sarà quello di evitare il libero ruscellamento delle acque meteoriche lungo il versante a valle del sito in esame, che sta creando i fenomeni di erosione superficiale ed infiltrazione (principalmente all'interno del corpo discarica, che presenta permeabilità maggiore rispetto alle litologie autoctone).

Tale attività, considerata la criticità del versante, dovrà essere realizzata nel periodo di stagione calda con assenza di piogge; consisterà nell'eseguire scavi spinti ad un metro di profondità oltre la superficie di scorrimento, e quindi tali da essere attestati nello strato di sottosuolo stabile, e tali da seguire la pendenza monte – valle del sito.

Le trincee saranno realizzate mediante scavo a sezione obbligata, con mezzo meccanico, della larghezza di circa 1.0 m.

Poichè, però, il fenomeno di dissesto ha già mobilitato parte della porzione di valle della discarica, pur se non ancora interessando il volume dei rifiuti solidi, ma comunque arrecando danni nei confronti della capacità di tenuta rispetto alle acque di percolato, gli interventi sopra indicati vanno considerati solo come sistemi di rallentamento del fenomeno di erosione, non avendo alcuna funzione statica rispetto al contenimento del movimento verso valle delle litologie affioranti.



L'unico intervento adeguato di consolidamento idrogeologico del volume in frana è configurabile con la realizzazione di una paratia di pali in cls armato trivellati, collegati in testa fra di loro con una trave sempre in cls armato.

Tale paratia andrà collegata idraulicamente con le opere già menzionate in precedenza, al fine di ottenere un corretto allontanamento delle acque meteoriche e di ruscellamento superficiale, evitando di trasferire il dissesto in porzioni del versante poste più a valle.

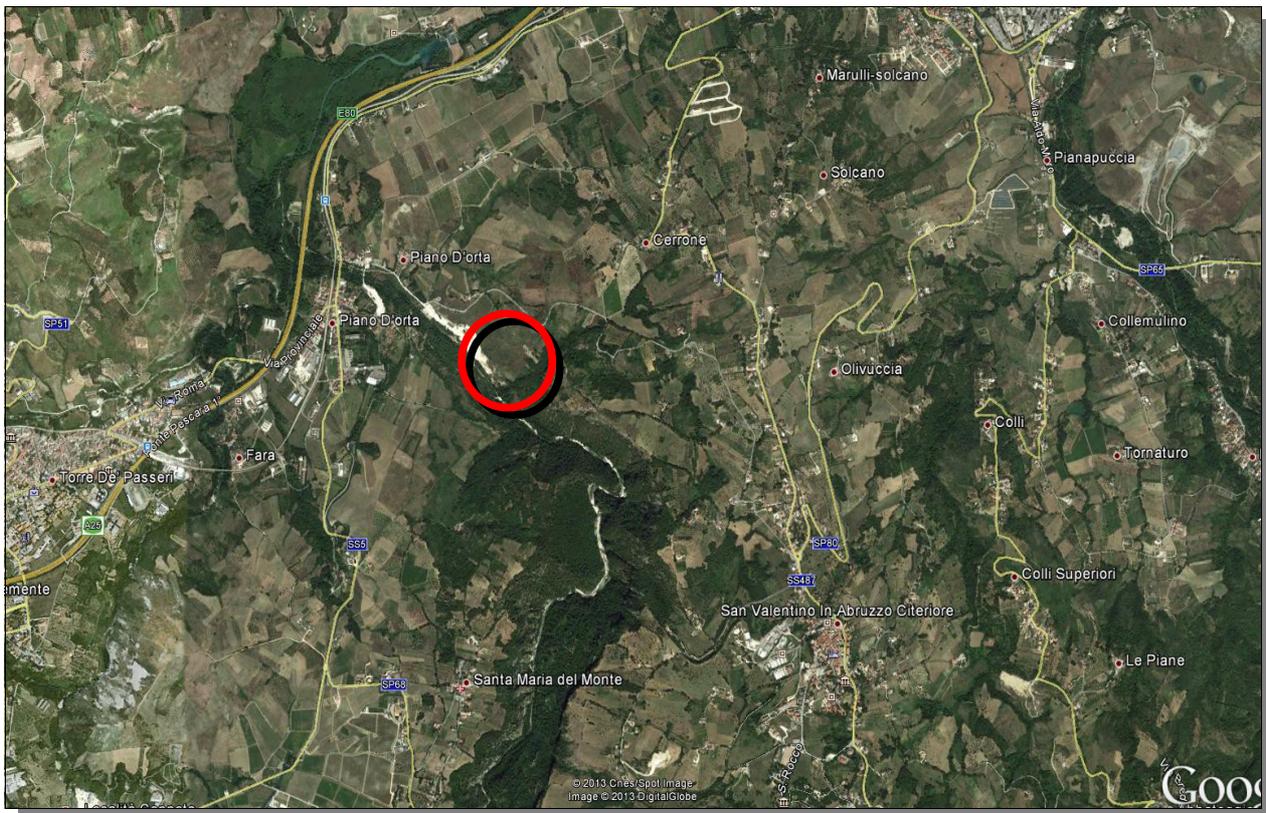


## 2. INQUADRAMENTO NORMATIVO

Il presente documento è stato redatto nel rispetto della normativa vigente in materia ambientale, D. Lgs. 152/06, art. 242 “Aree contaminate di grosse dimensioni”.

## 3. DESCRIZIONE DEL SITO

L’area in esame è posta nella media valle del fiume Pescara, subito dopo le Gole di Popoli. Essa ricade nel territorio comunale di San Valentino in Abruzzo Citeriore, ed è circondata dalle frazioni di Piano d’Orta, Cerrone, Solcano e Olivuccia.



**Vista satellitare dell'area (fonte: Google Earth)**



## 4. DESCRIZIONE DELL'AMBIENTE E DEL TERRITORIO CIRCOSTANTE

### 4.1 Inquadramento geologico

Il centro abitato di San Valentino in A. C. sorge prevalentemente su litotipi appartenenti alla "Formazione Gessoso Solfifera" Messiniana, costituiti da rocce prevalentemente marnose e marnoso calcaree con livelli ed orizzonti calcarenitici e gessosi. Il nucleo abitativo del paese sorge sopra successioni mio-plioceniche, caratterizzate in particolare dai conglomerati e breccie calcaree stratificate (Conglomerati di Roccacaramanico, Pliocene inferiore) passanti lateralmente e verso l'alto ad argille con rare intercalazioni di arenarie, e verso il basso a marne calcaree e gessi. Principalmente argille, marne e gessi sono ricoperti da una coltre eluvio - colluviale che presumibilmente può raggiungere anche spessori di diversi metri. Solo nelle incisioni dei fossi è possibile riconoscere la serie locale. I conglomerati hanno giacitura a franapoggio da 15 a 40° W, e a luoghi si presentano molto fratturati.



Stralcio della carta Geologica



<b>OGGETTO: MESSA IN SICUREZZA DELLA EX-DISCARICA COMUNALE DI SAN VALENTINO IN A.C. (PE) – LOC. ORTA</b>	
<b>COMMITTENTE: AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI SAN VALENTINO IN A.C. (PE)</b>	
<b>REV. 01 DEL 27/01/2013</b>	<b>PROGETTO DEFINITIVO - RELAZIONE TECNICA</b>

Le formazioni rocciose affioranti sono sempre più o meno fratturate e coperte da uno strato variabile di terra rossa proveniente dall'alterazione del calcare stesso insieme al detrito calcareo.

La permeabilità di queste formazioni calcaree è elevata ed è quasi sempre dovuta a fratture di origine tettonica, le quali permettono la circolazione dell'acqua, oltre ad innescare fenomeni carsici. L'acqua che si infiltra in queste fratture viene completamente assorbita dando origine ad acquiferi calcarei profondi: nell'area oggetto, infatti di studio non è stata trovata alcuna falda poichè le acque meteoriche, infiltratesi nella coltre superficiale, vengono assorbite, tramite le fratture, dalle rocce calcaree sottostanti. Proseguendo in direzione ovest dal centro abitato la morfologia generale del territorio è condizionata dalla valle del Fiume Orta . La valle si sviluppa in direzione Nord-Sud, ed è delimitata a W dalla struttura del Morrone (2000 m) e ad E dalla struttura della Maiella (M. Amaro, 2795 m), che costituisce il rilievo più orientale dell'Appennino Abruzzese. Nel settore settentrionale della Valle dell'Orta, il fiume per un tratto di circa 8 Km incide profondamente il substrato calcareo costituito dalla serie miocenica della Maiella creando un canyon carsico. Il canyon a sud di Salle raggiunge una profondità superiore agli 80 metri, mentre la sua larghezza massima di circa 500 metri è raggiunta in prossimità dell'abitato di Bolognano. La forra dell'Orta termina a circa 2 Km a sud di Piano d'Orta, dove si sviluppa la piana alluvionale. I depositi alluvionali ricoprono un'area di 1,5 Km<sup>2</sup> . A ovest del canyon dell'Orta si sviluppa la piana alluvionale del Torrente Arolle. Quest'ultima si presenta come una depressione morfologica allungata in direzione nord-sud. Gran parte dell'area oggetto di studio è sede di fenomeni gravitativi. Tali processi sono stati condizionati dall'intensa attività tettonica quaternaria che ha prodotto forti approfondimenti per erosione lineare dei sistemi vallivi e notevoli aumenti dell'energia di rilievo. Sui versanti si sono manifestati forti squilibri e si sono attivati movimenti di massa talora di notevoli dimensioni. Un ruolo importante appartiene all'attività sismica, che con scosse talora di notevole entità ha favorito l'innescò di fenomeni di massa. (Buccolini et alii; 1992) Il versante orientale di S. Valentino è interessato da importanti movimenti plastici coinvolgenti la coltre ed il substrato argilloso, che a luoghi possono sfociare in piccoli colamenti superficiali, in seno a periodi di forti precipitazioni meteoriche.

La parte bassa dell'abitato, presso la chiesa di S. Nicola, è gravemente interessata da grandi fratture di tensione di origine tettonica, da 5–10 m di larghezza, parzialmente riempite di materiale detritico – colluviale. Si sviluppano in direzione circa N-S, parallele alla direzione del versante e concorrono sostanzialmente alla separazione di grossi blocchi di roccia. Infatti provocano l'isolamento di alcuni blocchi di conglomerati calcarei con tendenza al ribaltamento, data anche la notevole energia di rilievo.

Inoltre, l'intensa fratturazione è sede di circolazioni d'acqua, che provoca sia aumenti della pressione interstiziale nella roccia, che azioni solventi per carsismo. Questa condizione opera un ulteriore divaricamento delle fratture, accentuando il rischio di frane. Tuttavia la superficie di strato



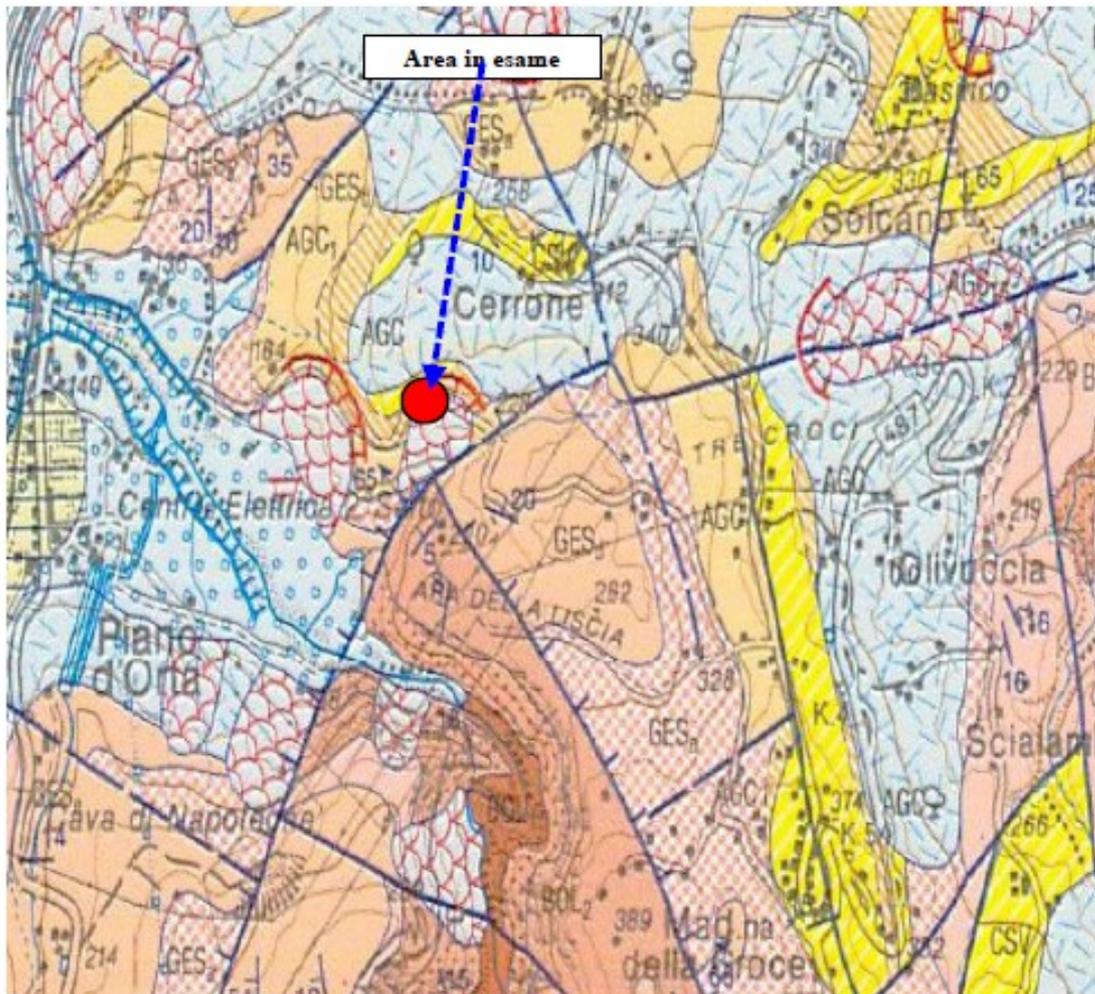
dei conglomerati risulta completamente interessata da cavità carsiche. Questa condizione potrebbe influenzare in futuro la stabilità delle strutture di civile abitazione poste proprio sul ciglio della scarpata. Nell'area oggetto di studio il fenomeno carsico è ben evidenziato nel settore settentrionale, dove si imposta il canyon carsico del Fiume Orta, qui si assiste alla presenza di condotti carsici, anche di notevoli dimensioni, disposti su tre orizzonti a quote diverse, (Agostani e Rossi, 1988) messi a giorno dall'approfondimento, tutt'ora attivo, dell'asta fluviale.

Nei pressi del sito oggetto di studio, in C.da Orte, si rinvencono i depositi argillosi e marnosi caratteristici sia della Formazione Gessoso-Solfifera (Messiniano medio), sia della formazione denominata delle "Argille del Cigno" (Messiniano sup. – Pliocene inf. p.p., dati Progetto CARG).

Nell'area in esame, infatti, è presente il contatto litologico tra le due formazioni, non facilmente riscontrabile in sito poiché l'area di discarica ed i terreni contermini risultano obliterati e disturbati da un intenso e diffuso movimento franoso di natura mista tra il soliflusso superficiale e lo scorrimento rotazionale. La prima delle due formazioni è caratterizzata da peliti scure e marne con rare intercalazioni di calcari cristallini fetidi, mentre la seconda è costituita da argille marnose con sottili intercalazioni arenitiche e calcarenitiche ed alternanze siltosopelittiche in strati medi e sottili.



## CARTA GEOLOGICA DELL'AREA Scala 1:50.000

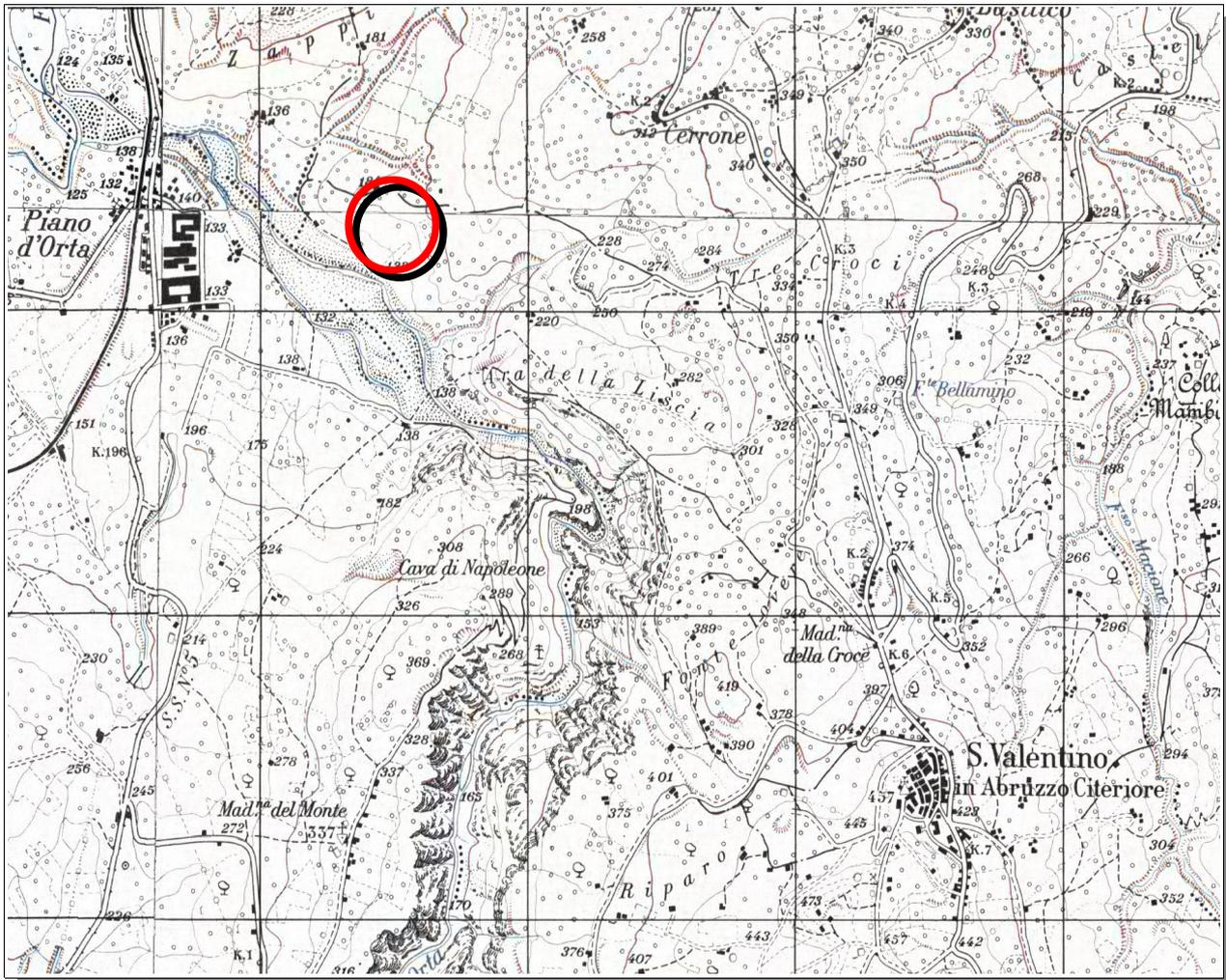


SUCCESIONE CELLINO (AREA G)



## COROGRAFIA

Scala 1:25.000



## 5. FLUSSO DELLE ATTIVITÀ

Presso il sito in oggetto sono state effettuate le seguenti campagne di indagine:

- ottobre 2007: esecuzione n. 3 sondaggi (S1, S2, S3) tutti attrezzati a piezometro
- 13 ottobre 2009: esecuzione n. 4 sondaggi (S4, S5, S6,S7) tutti completati a piezometro
- 30 giugno 2011: campionamento piezometri da ARTA Abruzzo

### 5.1 Attività di indagine

In totale sono stati installati in sito, nei diversi periodi di intervento su elencati, n. 7 piezometri, realizzati mediante sonda meccanica a rotazione, con carotaggio continuo senza l'uso di fluidi di perforazione; è stato utilizzato un carotiere in acciaio avendo cura di procedere a basse velocità del campionatore, onde evitare fenomeni di surriscaldamento del terreno e conseguente compromissione della qualità dei campionamenti.

I fori sono stati successivamente completati a piezometro con una tubazione in PVC atossico, di tipo cieco a partire dal piano campagna e fino ad una profondità variabile in funzione delle caratteristiche del sottosuolo intercettato, e di tipo microfessurato con slot di 0.5 mm fino alla massima profondità investigata.

Si riporta di seguito la planimetria dell'area investigata con ubicazione dei piezometri realizzati (in giallo (S1, S2, S3, S4, S5, S6,S7).

Per maggiori dettagli si rimanda al Piano della Caratterizzazione.



Ubicazione dei piezometri realizzati

## 6. ANALISI DEI LIVELLI DI CONTAMINAZIONE

Dai risultati delle analisi chimiche di laboratorio eseguite sui campioni di acqua prelevati durante i diversi interventi in sito, si denotano dei superamenti dei limiti delle CSC del D.Lgs. 152/2006, All. 5 parte IV, tab.1 nei piezometri S1, S2, S4, S7, relativamente ai parametri:

1. Manganese;
2. Nichel;
3. Solfati;
4. Idrocarburi totali.

Si riporta di seguito la tabella riassuntiva.

	Parametri	CSC Dlg. 156/06 Tab.2 All.5	UM	S1	S2	S4	S7	A Monte	A Valle
METALLI	Alluminio	200	µg/l	917	1065	16789	924	7637	1120
	Arsenico	10	µg/l	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
	Cadmio	5	µg/l	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
	Cromo Totale	50	µg/l	11,7	33,4	156	10,2	42,5	9,86
	Ferro	200	µg/l	1068	7074	16633	753	8320	1223
	Manganese	50	µg/l	368	1831	517	561	224	41,2
	Nichel	20	µg/l	59,7	< 1	81,2	79,1	< 1	< 1
	Piombo	10	µg/l	33,7	< 1	8474	21,2	40,7	8,34
Rame	1000	µg/l	35,2	35,7	25,6	28,5	< 10	< 10	
METALLI SU FILTRATO	Alluminio	200	µg/l	16,6	< 10	11,9	14,6	< 10	< 10
	Arsenico	10	µg/l	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
	Cadmio	5	µg/l	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
	Cromo Totale	50	µg/l	< 5	< 5	< 5	5,26	< 5	< 5
	Ferro	200	µg/l	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
	Manganese	50	µg/l	337	704	415	434	< 5	8,5
	Nichel	20	µg/l	53,4	< 1	73,2	72,1	< 1	< 1
	Piombo	10	µg/l	6,81	< 1	8,6	4,23	< 1	< 1
Rame	1000	µg/l	17,1	< 10	23	22,9	< 10	< 10	
INQUINANTI INORGANICI	Azoto ammoniacale		mg/l	5,79	< 0,020	1,7	2,63	0,33	0,19
	Cloruri		mg/l	323	109	62,1	50,4	6,03	6,51
	Nitrati (azoto nitrico)		mg/l	45,7	0,64	< 0,1	3,53	0,86	1,11
	Nitriti (azoto nitroso)	500	µg/l	203	0,42	205	379	271	116
	Solfati	250	mg/l	409	621	384	1234	70,4	91,8
ALTRE SOSTANZE	Durezza totale		°F	32	96	29	34	28	31
	Temperatura		°C	17,4	15,5	17,8	17,4	14	14
	pH			8,65	7,4	9,49	8,01	8,03	8,03
	COD		mg/l	78,1	28,2	10	13,2	7,3	8,01
	Conducibilità elettrica		µS/cm	2856	1581	1805	2699	429	415
	Idrocarburi Totale	350	µg/l	93,6	5159	55,7	75,9	< 10	< 10

superamenti di CSC in base a Dlg. 152/06

Tabella 1



## 7. INTERPRETAZIONE DATI IDROGEOLOGICI

A seguito della realizzazione dei piezometri è stato riscontrato in alcuni di essi presenza di acqua, probabilmente dovuta a fenomeni di infiltrazione o di falda effimera superficiale.

Il livello piezometrico misurato in data 13.10.2009 nei piezometri realizzati è il seguente:

S1 = 1.53 m da p.c.;

S2 = 2.80 m da p.c.;

S4 = 4.90 m da p.c.;

S5 = asciutto;

S6 = 8.10 m da p.c.;

S7 = 2.32 m da p.c.

## 8. INTERPRETAZIONE DATI GEOMORFOLOGICI

La superficie topografica immediatamente a valle della discarica in esame è interessata dalla presenza di evidenti forme dovute a soliflusso superficiale fino a trasformarsi in vere e proprie zone interessate da frane di scorrimento rotazionale.

Sono presenti gibbosità e contro-pendenze tipiche dei movimenti superficiali lenti, ma anche nicchie di distacco con cigli aventi altezza anche di un metro ed oltre.

Pertanto il movimento franoso è interpretabile come un unico sistema generalizzato.

## 9. TECNICHE DI BONIFICA E DI MESSA IN SICUREZZA

### 9.1 Realizzazione del capping

La discarica in esame, non più attiva, non è dotata di protezione superficiale nei confronti degli agenti atmosferici, per cui le acque derivanti da precipitazioni meteoriche si infiltrano nel corpo discarica, producendo il percolato che attualmente è raccolto in una vasca di calcestruzzo.

Per tale motivo, per la messa in sicurezza della discarica verrà realizzato un sistema di *capping*.

Il terreno steso sulla scarpata della discarica oggetto di intervento è sottoposto a forze che tendono a farlo scivolare verso il piede; queste azioni devono essere equilibrate, con un accettabile fattore di sicurezza, definito secondo quanto prescritto nelle Norme Tecniche delle Costruzioni (di seguito NTC '08) approvate con D.M. il 14/01/2008 e nella Circolare Applicativa n.617/2009.

A tal fine si installerà su una superficie di c.a 6000 m<sup>2</sup>, relativa all'area di interesse della vecchia discarica, un opportuno geosintetico di rinforzo al terreno, al fine di garantirne la stabilità.



OGGETTO: MESSA IN SICUREZZA DELLA EX-DISCARICA COMUNALE DI SAN VALENTINO IN A.C. (PE) – Loc. ORTA	
COMMITTENTE: AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI SAN VALENTINO IN A.C. (PE)	
REV. 01 DEL 27/01/2013	PROGETTO DEFINITIVO - RELAZIONE TECNICA

Inoltre, la copertura dovrà garantire lo smaltimento delle acque meteoriche al fine di impedire l'instaurazione di sovrappressioni neutre che potrebbero causare lo scivolamento del terreno sull'impermeabilizzazione stessa.

Infine, per limitare il rischio di erosione superficiale, prima della crescita del cotico erboso, è previsto l'impiego, al di sopra del terreno di coltura, di una biostuoia/geostuoia.

Di seguito si elencano le attività che costituiranno la posa dei geosintetici:

- 1) **Preparazione della superficie di posa:** la superficie di appoggio sarà livellata con interventi di scavo e riporto a tratti; i riporti saranno realizzati con materiale argilloso, compattato in modo da eliminare solchi e materiale sciolto in precario equilibrio; saranno rimossi gli elementi sporgenti quali sassi, radici o asperità di qualunque genere; si procederà con la formazione di un rilevato stradale per consentire alle maestranze di spostarsi sul cumulo di discarica; in corrispondenza del settore di appoggio del rilevato della strada si dovrà procedere alla profilatura del piano di posa con la realizzazione dei gradoni di ammorsamento;
- 2) **Posa del materassino bentonitico:** il materassino sarà steso mediante mezzo meccanico di supporto, srotolandolo dall'alto verso il basso, lungo la linea di massima pendenza; è previsto il fissaggio alla scarpata che avverrà, insieme al geocomposito drenante, mediante ancoraggi costituiti da spezzoni di acciaio, profilati a "U" Ø = 8 mm, di lunghezza 50 cm, impiegati con densità di 0,5 picchetti al metro quadrato. Alla sommità della scarpata il materassino dovrà essere saldamente ancorato, insieme agli altri geosintetici, nella trincea già preparata, risvoltando le estremità dei rotoli per tutta la sua ampiezza. Il geocomposito deve risultare posato senza pieghe o rigonfiamenti.
- 3) **Posa della geostuoia:** la geostuoia di rinforzo di 200 kN/m dovrà essere saldamente ancorata nelle trincee di adeguate dimensioni, per tutta la loro ampiezza, risvoltando le estremità dei rotoli. La realizzazione dei sormonti longitudinali (direzione di srotolamento del rotolo) tra i teli dovrà avvenire avendo cura di rispettare il valore minimo di 30 cm; i teli andranno quindi uniti mediante fascettatura.
- 4) **Ricoprimento dei predetti geosintetici mediante uno strato uniforme di materiale** proveniente da cave (gruppi A1. A2-4. A2-5 secondo la classificazione dei terreni HRB-AASHTO (CNR-10006)), che dovrà essere steso senza arrecare alcun danno ai geosintetici; successiva saturazione con uno strato di 30 cm di terreni da coltivo che sarà ammendato con composti di qualità.



<b>OGGETTO: MESSA IN SICUREZZA DELLA EX-DISCARICA COMUNALE DI SAN VALENTINO IN A.C. (PE) – LOC. ORTA</b>	
<b>COMMITTENTE: AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI SAN VALENTINO IN A.C. (PE)</b>	
<b>REV. 01 DEL 27/01/2013</b>	<b>PROGETTO DEFINITIVO - RELAZIONE TECNICA</b>

## 9.2 Captazione delle acque meteoriche

Al fine di provvedere alla captazione e al convogliamento delle acque superficiali, sarà realizzato sulla copertura di 6000 m<sup>2</sup> di capping, un sistema di canalette superficiali di drenaggio, con disposizione a spina di pesce.

Questo sistema di drenaggio è in genere utilizzato per stabilizzare frane di carattere traslativo, frequenti in pendii poco acclivi in terreni coesivi, caratterizzate da superfici di scorrimento all'incirca parallele al piano campagna.

Tale opera è stata presa in considerazione per la semplicità delle tecniche costruttive e per i costi contenuti.

Negli elementi drenanti, vuoti o riempiti di materiale di elevata permeabilità, è possibile l'allontanamento dell'acqua drenata e il controllo della pressione del fluido interstiziale; lo scopo dell'opera, infatti, sarà quello di evitare il libero ruscellamento delle acque meteoriche lungo i versanti, con effetto di erosione e infiltrazione.

L'intervento proposto consiste nell'esecuzione di canalette in modo tale da captare e convogliare tutte le acque meteoriche, per poi essere allontanate dal corpo di frana.

Il sistema di canalette, sarà costituito da una direttrice principale lungo Nord-Sud (monte verso valle del versante), di lunghezza di 84 m, e con quattro bracci, disposti a spina di pesce, con lunghezza del primo tratto di 38 m, del secondo 40 m, del terzo 53 m e del quarto di 62 m.

Queste saranno realizzate mediante scavo a sezione obbligata, con mezzo meccanico, della larghezza di circa 1.0 m.

Il fondo della canaletta, previa accurata pulizia dello scavo, dovrà risultare costantemente in pendenza sufficiente a garantire il naturale deflusso delle acque superficiali.

Inoltre, immediatamente a monte della discarica, al fine di captare le acque di infiltrazione e di ruscellamento, verrà realizzata una trincea drenante, su tutta la lunghezza di 150 m, alla profondità di 4.5 m, di larghezza 1.0 m.

All'interno della trincea sarà disposto un geotessile avente funzione di filtro contro il passaggio delle particelle solide all'interno del corpo drenante.

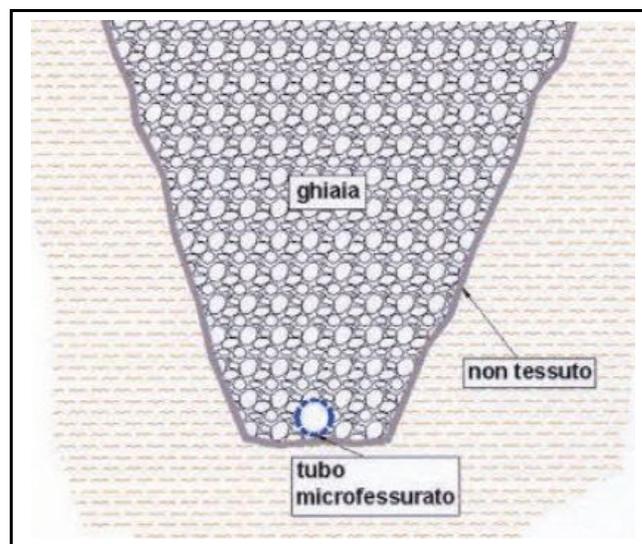
Sul fondo della trincea già rivestita di geotessile sarà stesa la tubazione atta a captare ed a convogliare le acque drenate verso lo scarico.

La tubazione, che dovrà essere del tipo "fessurato" o "forato", avrà un diametro di almeno 300 mm.



Le tubazioni saranno depositate sul fondo della trincea in posizione allineata e con le estremità a contatto. Per garantire l'efficacia nel tempo del sistema di dreni tubolari è necessaria una manutenzione periodica che preveda il lavaggio dei tubi con acqua o aria in pressione; in assenza di tale manutenzione la vita utile di un sistema di dreni è di circa 15-20 anni.

La trincea sarà riempita con materiale arido selezionato, di fiume o di cava. Al fine di evitare danneggiamenti alla tubazione di scolo il primo strato di materiale, almeno fino a 15 cm oltre l'estradosso della tubazione, sarà di pezzatura meno grossolana, e la successiva posa in opera del materiale di pezzatura maggiore sarà effettuata senza caduta dall'alto.



**Sezione schematica dello scavo di trincea**

Inoltre, per impedire l'infiltrazione diretta delle acque superficiali e il trasporto di materiale fine, la parte superiore della trincea è protetta da uno strato di argilla costipata a un contenuto d'acqua  $w = 0.9 - 1.2$  wopt, di spessore 1.0 m e larghezza maggiore di quella della trincea, per un costipamento più efficiente.

L'acqua proveniente dal sistema di drenaggio sarà convogliata tramite tubazione fessurata in acciaio zincato, del diametro 300 mm, disposta in trincea della profondità di un metro, riempita di materiale drenante dello stesso diametro del materiale utilizzata per i dreni, disposta lungo una direttrice Ovest-Est, parallelamente al versante in frana.

Le acque fuoriuscite dal sistema saranno convogliate verso il vallone posto ad est della discarica.

<b>OGGETTO: MESSA IN SICUREZZA DELLA EX-DISCARICA COMUNALE DI SAN VALENTINO IN A.C. (PE) – LOC. ORTA</b>	
<b>COMMITTENTE: AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI SAN VALENTINO IN A.C. (PE)</b>	
<b>REV. 01 DEL 27/01/2013</b>	<b>PROGETTO DEFINITIVO - RELAZIONE TECNICA</b>

### 9.3. Stabilizzazione del versante con utilizzo di paratie di pali

L'area immediatamente a valle della discarica è oggetto di un lento movimento franoso superficiale che sta già interessando il corpo discarica, poiché la porzione lato valle (e la recinzione esistente) sono state interessate dai dissesti.

Dai risultati della campagna di indagini geofisiche, costituite da una tomografia elettrica, realizzata nella nel febbraio 2010, è stata riscontrata una superficie di scorrimento ad una profondità variabile tra 1.5 e 2.5 m da p.c., con una estensione superficiale valutata in circa 3600 m<sup>2</sup>.

Ai fini degli interventi da realizzarsi in sito, appare opportuno prima di tutto intervenire sul lento movimento franoso, provvedendo ad allontanare le acque di infiltrazione e riducendo il fenomeno di dilavamento, le quali raggiungendo la superficie di scollamento tra le due litologie, innescano il dissesto.

Si prevede, in più, la realizzazione di opere di sostegno passive con lo scopo di ancorare le porzioni più superficiali di terreno, interessate dai movimenti verso valle, agli strati più profondi e stabili.

A tal riguardo si realizzerà una paratia di pali trivellati in cls armato, immediatamente a valle della discarica.

Il presente progetto prevede di eseguire, lungo una distanza di 150 m, una paratia di 215 pali del diametro di 400 mm, spinti alla profondità massima di 15 m, dal piano di campagna, con interasse di 0.70 m con gabbionatura in ferro di diametro 300 mm costituita da 7 ferri del diametro di 16 mm, spirale 8 mm passo 20 mm, riempiti con malta cementizia.

Come sistema di collegamento si utilizzerà una trave in cemento posta alla testa dei pali al fine di collegarli e per creare stabilità alla paratia stessa.

Inoltre, onde impedire alle eventuali acque di percolato ancora imprigionate nel corpo della discarica, di evacuare verso valle, verrà installato un sistema di impermeabilizzazione con teli in HDPE spinto fino alla profondità di 3.5 m dal piano di campagna (piano di poso del corpo della discarica) su tutta la lunghezza di 150 m.



<b>OGGETTO: MESSA IN SICUREZZA DELLA EX-DISCARICA COMUNALE DI SAN VALENTINO IN A.C. (PE) – LOC. ORTA</b>	
<b>COMMITTENTE: AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI SAN VALENTINO IN A.C. (PE)</b>	
<b>REV. 01 DEL 27/01/2013</b>	<b>PROGETTO DEFINITIVO - RELAZIONE TECNICA</b>

Le azioni che si prevede di ottenere con le opere sopra menzionate sono le seguenti:

- 1) Impedire alle eventuali acque di falda di raggiungere il corpo discarica in condizioni ipogee, mediante le trincee drenanti;
- 2) Impedire alle acque superficiali di infiltrarsi nel corpo discarica: si utilizzerà il capping e le relative canalette di drenaggio;
- 3) Impedire alle acque di percolato eventualmente ancora imprigionate nel corpo discarica di evacuare verso valle: si realizzerà il sistema impermeabilizzante a contatto tra corpo discarica e paratia di pali;
- 4) Bloccare il movimento di frana mediante la paratia di pali;

Con tali interventi non sarà necessario eseguire trattamenti sulle acque, poichè tutte le acque che verranno canalizzate verso valle (siano esse eventualmente di falda, siano esse acque superficiali) non entreranno nel corpo di discarica, pertanto le acque canalizzate non risulteranno inquinate dal corpo della discarica.

In tal modo si eviteranno costi potenzialmente indefiniti, eliminando l'attività di Pump & Treat prevista in sede di progettazione preliminare, e che in teoria potrebbe durare anni, complicando non poco la gestione e la previsione economica di progetto.



## 10 MONITORAGGIO DELLA FALDA FREATICA

Al fine di verificare la compromissione della falda freatica dovuta ad una eventuale contaminazione da fuoriuscita di percolato dalla discarica, si propone di effettuare una campagna di monitoraggio delle acque di piezometri realizzati nelle campagne di pre-caratterizzazione e caratterizzazione, denominati S3, S4, S5, S6, e dal recettore naturale delle acque di falda quale il fiume Orta.

Gli analiti che saranno ricercati sulle analisi chimiche sulle acque di falda prelevati dai piezometri sono:

1. Metalli: *Al, As, Cd, Cr totale, Fe, Mg, Ni, Pb, Cu.*
2. Idrocarburi totali (come n-esano).
3. Azoto ammoniacale (NH<sub>4</sub>)
4. Cloruri (come Cl)
5. Nitrati e Nitriti
6. Solfati.

I valori delle concentrazioni degli analiti ricercati saranno confrontati con i valori limite dettati dal D.lgs. 152/06.

I monitoraggi dei piezometri S3, S4, S5, S6 e del fiume Orta avranno una cadenza trimestrale per due anni.

Gli esiti di tali campionamenti saranno elaborati e descritti in apposite Relazioni Tecniche con cadenza annuale.



<b>OGGETTO: MESSA IN SICUREZZA DELLA EX-DISCARICA COMUNALE DI SAN VALENTINO IN A.C. (PE) – LOC. ORTA</b>	
<b>COMMITTENTE: AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI SAN VALENTINO IN A.C. (PE)</b>	
<b>REV. 01 DEL 27/01/2013</b>	<b>PROGETTO DEFINITIVO - RELAZIONE TECNICA</b>

## 11 CONCLUSIONI

Si precisa che tutte le opere sopra descritte sono state progettate alla luce dei dati delle campagne di caratterizzazioni realizzate nel corso del 2007 e del 2010; si necessita per tanto al fine di calibrare le opere per il progetto esecutivo, di una mirata indagine geotecnica, con il prelievo di campioni indisturbati e la realizzazione di opere di controllo dello spostamento del corpo di frana (inclinometri ).

Si riporta di seguito la stima dei costi previsti per le attività descritte.



<b>OGGETTO: MESSA IN SICUREZZA DELLA EX-DISCARICA COMUNALE DI SAN VALENTINO IN A.C. (PE) – LOC. ORTA</b>	
<b>COMMITTENTE: AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI SAN VALENTINO IN A.C. (PE)</b>	
<b>REV. 01 DEL 27/01/2013</b>	<b>PROGETTO DEFINITIVO - RELAZIONE TECNICA</b>

<b>Stima dei Costi Discarica Comunale S. Valentino in Abruzzo Citeriore (PE)</b>				
<b>Descrizione Attività</b>	<b>U.M.</b>	<b>Q.tà</b>	<b>Costo Unit. (EURO)</b>	<b>Costo Tot (EURO)</b>
<b>Capping</b>				
Interventi di livellamento discarica con materiale arido per formazione argini di separazione in sommità dei rifiuti, spessore 0,50 m	mc	6000	€ 16,50	€ 99.000,00
Telo ruvido in HPDE	mq	6000	€ 11,00	€ 66.000,00
Strato geocomposito	mq	6000	€ 6,50	€ 39.000,00
Georete Tridimensionale	mq	6000	€ 6,00	€ 36.000,00
Terra da coltivo: stesa e modellazione con mezzo meccanico	mq	6.000	€ 10,00	€ 60.000,00
Scavo a sezione obbligata per canaletta acque meteoriche (280 x 0,5 x h0,3 m)	mc	50	€ 16,50	€ 825,00
Conglomerato cementizio per canalette	mc	30	€ 120,00	€ 3.600,00
Tubazione di collegamento per allontanamento acque	m	100	€ 10,00	€ 1.000,00
<b>Sistemazione versante in frana</b>				
Scavo sommitale a sezione obbligata (100 x 1,0 x h3,0m)	mc	400	€ 120,00	€ 48.000,00
Esecuzione trincea drenante mediante materiale di opportuna pezzatura e Tessuto non Tessuto	mc	400	€ 120,00	€ 48.000,00
Tubazione atossica microfessurata, drenante di collegamento trincee	ml	100	€ 25,00	€ 2.500,00
<b>Attività di perforazione per esecuzione pali</b>				
Trasporto andata e ritorno ed approntamento attrezzature	cad	1	€ 1.000,00	€ 1.000,00
Esecuzione pali di fondazione del diametro di 400 mm, interasse 0,70m, spinti alla profondità di 15 m da p.c. (tot. 215)	ml	3215	€ 55,00	€ 176.825,00
Fornitura e posa calcestruzzo	mc	560	€ 115,00	€ 64.400,00
Esecuzione trincea drenante a valle dei pali mediante materiale di opportuna pezzatura e Tessuto non Tessuto	mc	300	€ 120,00	€ 36.000,00
Tubazione atossica microfessurata, drenante di collegamento trincee	ml	100	€ 25,00	€ 2.500,00
<b>Prelievo campioni di acqua</b>				
Prelievo campioni di acqua mediante apposita strumentazione da piezometri esistenti (S3, S4, S5, S6, fiume Orta) con cadenza trimestrale x 2 anni (Tot. 24 campioni)	cad	24	€ 50,00	€ 1.200,00
Pacchetto analisi (Al, As, Cd, Cr tot. Fe, Mg, Ni, Pb, Cu, Idrocarburi totali n-esano, Azoto ammoniacale NH4, Cloruri Cl, Nitrati, Nitriti, Solfati)	cad	24	€ 250,00	€ 6.000,00
Relazione tecnica di monitoraggio a cadenza annuale	cad	2	€ 1.000,00	€ 2.000,00
			<b>Totale</b>	<b>€ 693.850,00</b>

## IL RELATORE



**OGGETTO: MESSA IN SICUREZZA DELLA EX-DISCARICA COMUNALE DI SAN VALENTINO IN A.C. (PE) – LOC. ORTA**

**COMMITTENTE: AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI SAN VALENTINO IN A.C. (PE)**

**REV. 01 DEL 27/01/2013**

**PROGETTO DEFINITIVO - RELAZIONE TECNICA**

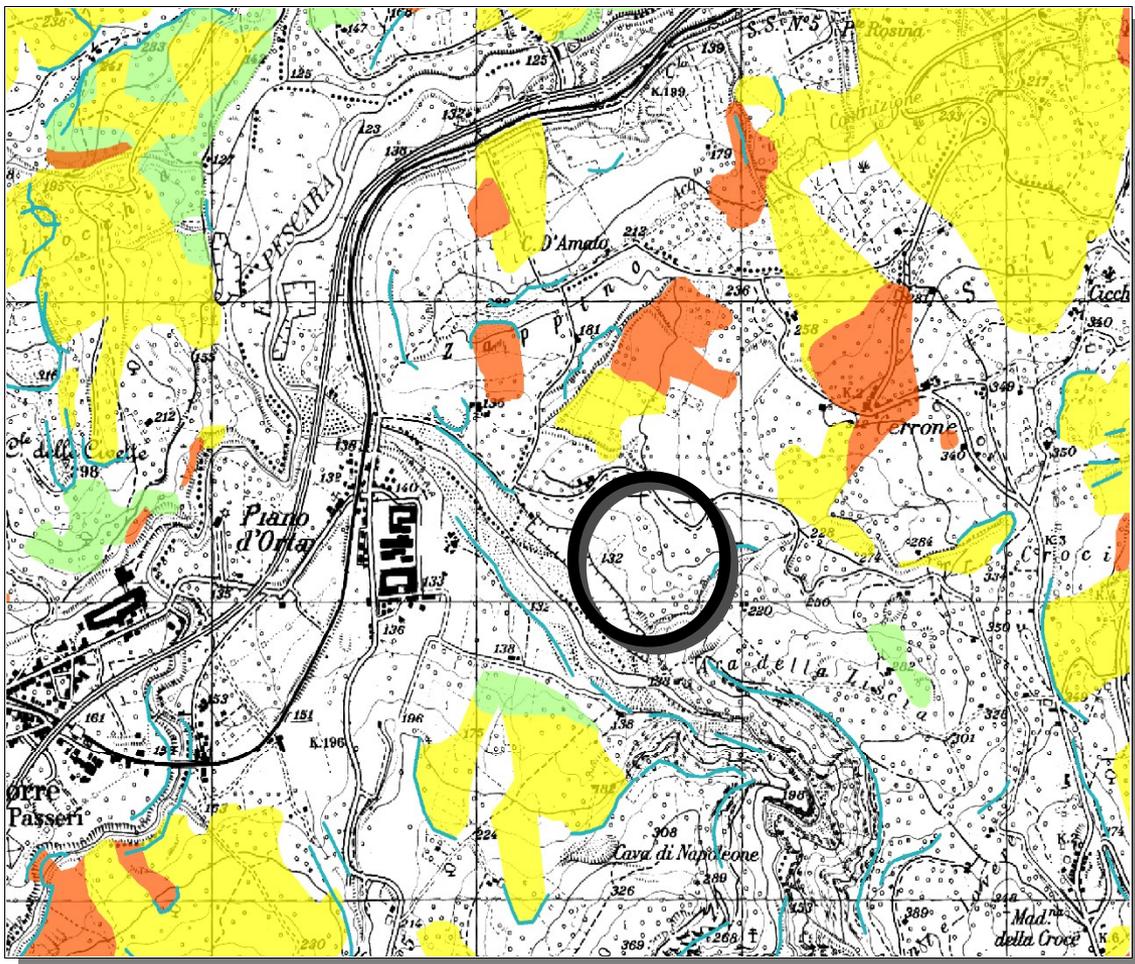
## ALLEGATI



## STRALCIO DEL P.A.I.

### Carta delle Pericolosità

Scala 1:25.000 (adattata)



**OGGETTO: MESSA IN SICUREZZA DELLA EX-DISCARICA COMUNALE DI SAN VALENTINO IN A.C. (PE) – LOC. ORTA**

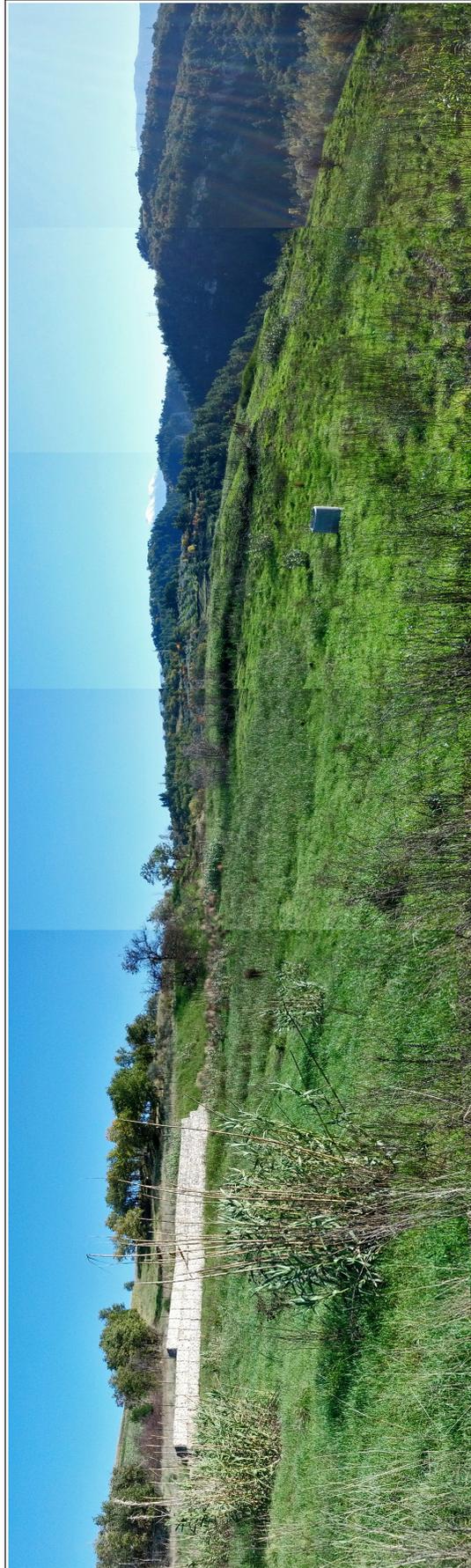
**COMMITTENTE: AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI SAN VALENTINO IN A.C. (PE)**

**REV. 01 DEL 27/01/2013**

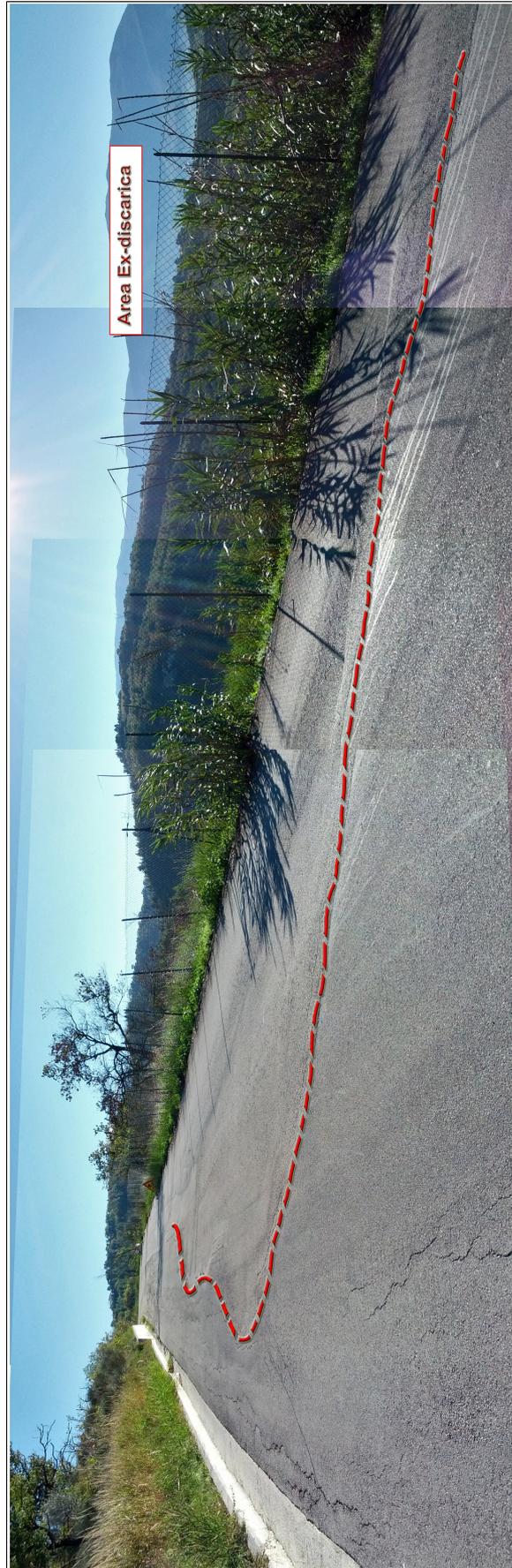
**PROGETTO DEFINITIVO - RELAZIONE TECNICA**

## **DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**





**L'area in dissesto vista da Nord.**



La strada che porta al centro di San Valentino in A.C., interessata da fessure che indicano il progressivo retrogradare del dissesto.