

Progetto :
Centrale IDROELETTRICA
sul fiume Aventino in località "Torre"
in Comune di Palena (Ch)

Ditta : **NUOVA ENERGIA S.p.A.**
Via Dalmazia, 27 - 66034 Lanciano (Ch)



PROGETTO PRELIMINARE

Allegato 01-A
Relazione Tecnica

In data : Agosto 2014

Progettista e coordinatore
(Ing. Agostino Terenzini)



Progetto:
Centrale IDROELETTRICA
sul Fiume Aventino in località “Torre”
in Comune di : Palena (Ch)

Ditta :
NUOVA ENERGIA S.p.A.

- RELAZIONE TECNICA -

SOMMARIO:

1	INTRODUZIONE.....	1
2	UBICAZIONE E CARATTERISTICHE PRINCIPALI DELL' IMPIANTO	3
2.1	OPERA DI DERIVAZIONE	4
2.2	SCALA DI RISALITA PER LA ITTIOFAUNA	6
2.3	OPERA DI PRESA.....	7
2.4	CONDOTTA FORZATA DI ADDUZIONE	9
2.5	EDIFICIO CENTRALE DI PRODUZIONE	9
2.6	STRADA DI ACCESSO alla CENTRALE DI PRODUZIONE	10
2.7	CONDOTTA DI SCARICO.....	11
2.8	ATTREZZATURE ELETTROMECCANICHE	11
2.9	ALLACCIAMENTO ALLA RETE	12
2.10	CABINA DI CONSEGNA MT	13
3	RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA DI MASSIMA	14
3.1	PREMESSA.....	14
3.2	LINEAMENTI GEOLOGICI GENERALI.....	15
3.3	ELEMENTI DI TETTONICA.....	18
3.4	CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE DEI TERRENI E MODELLO GEOLOGICO DEL SITO	19
3.5	CARATTERI GEOMORFOLOGICI ED IDROLOGICI DELL'AREA	21
3.6	CONSIDERAZIONI DI CARATTERE APPLICATIVO.....	25
3.7	SISMICITÀ DELL'AREA.....	26
4	RELAZIONE IDROLOGICA	27
4.1	PREMESSA.....	27
4.2	DETERMINAZIONE DELLA PORTATA MEDIA ANNUALE ALLA SEZIONE DI PRESA	27
4.3	VERIFICA DELLE RISORSE IDRICHE UTILIZZABILI E POTENZA IMPIANTO	30
4.4	CALCOLO DELLE PORTATE DI MASSIMA PIENA ALLA SEZIONE CRITICA	33

1 INTRODUZIONE

Il PROGETTO PRELIMINARE è relativo alla realizzazione della “CENTRALE IDROELETTRICA sul Fiume AVENTINO in località “Torre” in territorio del comune di Palena, si prevede la realizzazione di una centrale idroelettrica della potenza media nominale pari a 443,6kW, portata media pari 0,65m³/s e con salto di concessione pari a 69,6mt.

Di fatto la ubicazione dell’opera di presa della nuova centrale è coincidente con l’ubicazione delle opere di presa di un vecchio mulino (in funzione già alla fine del 1800), l’opera di presa in serie alimentava anche la vecchia centrale idroelettrica realizzata nell’anno 1905 dalla Azienda Elettrica Baroni Perticone di proprietà della omonima famiglia dei Baroni Perticone di Palena.

La vecchia centrale, con una potenza di circa 150kW, forniva elettricità al Comune di Palena e al Comune di Lettopalena, l’impianto fu definitivamente dismesso già nel periodo bellico in seguito a danni conseguenti un bombardamento di aerei inglesi su Palena; con la nazionalizzazione del sistema elettrico negli anni sessanta l’intera Azienda Elettrica Baroni Perticoni fu assorbita da ENEL che provvide al riordino, l’ammodernamento e lo sviluppo della rete di distribuzione nell’intero territorio dell’Alto Aventino.

Della vecchia centrale è ancora visibile l’opera di presa e i resti del canale di derivazione a pelo libero (in parte in galleria), mentre l’imponente edificio che conteneva la turbina e le apparecchiature elettriche, ubicato a circa 150m dalla sezione di presa, si presenta perfettamente conservato nella struttura in muratura di pietrame lavorato grazie a recenti interventi di recupero strutturale promossi dal Comune di Palena.

Il progetto proposto, risultante dalla fusione e dall’accorpato di due distinte proposte progettuali redatte precedentemente la prima dal Comune di Palena e la seconda dalla Nuova Energia SpA, prevede la realizzazione dell’opera di presa alla medesima quota di prelievo

della vecchia centrale e la posa della condotta in pressione, per il primo tratto di circa 60 mt, utilizzando il tracciato del vecchio canale di carico realizzato in parte in galleria.

I dati caratteristici del presente progetto preliminare sono rispondenti ai dati contenuti nella domanda di concessione a derivare acqua ad uso idroelettrico dal fiume Aventino che la ditta proponente Nuova Energia SpA ha in corso finale di istruttoria presso il Comitato Consultivo Tecnico Amministrativo per le Derivazioni Acque Pubbliche della Direzione LL.PP. della Regione Abruzzo ai sensi di quanto sancito dal T.U. 11/12/1933 n. 1775 e Decreto n. 3/Reg. del 13/08/2007; seguono in dettaglio gli elementi specifici dell'opera.

Dati caratteristici:

CORSO D'ACQUA INTERESSATO: Aventino
 BACINO IDROGRAFICO INTERESSATO: Sangro
 SOTTOBACINO IDROGRAFICO INTERESSATO:Aventino
 UBICAZIONE OPERA DI PRESA: 41° 59' 00,96" N - 14° 08' 21,19" E
 UBICAZIONE CENTRALE DI PRODUZIONE: 41° 59' 21,75" N - 14° 08' 28,11" E
 QUOTA OPERA DI PRESA: 744.60m s.l.m.
 QUOTA RESTITUZIONE: 675,00m s.l.m.
 SALTO LEGALE di CONCESSIONE: 69,6 m
 POTENZA DI MEDIA NOMINALE di CONCESSIONE: 242,55 kW
 POTENZA INSTALLATA TOTALE (P): 1340 kW
 PORTATA DERIVABILE MEDIA : mod. 6,5 (6,50 mc/s)
 PORTATA DERIVABILE MASSIMA : mod. 25 (2,5 mc/s)

Le componenti principali dell'impianto sono le seguenti:

- **Opera di derivazione** (con captazione a "trappola")
- **Opera di presa** (vasca a tre scomparti : vasca di arrivo, vasca di sghiaimento/dissabbiatura, vasca di carico)
- **Condotta di derivazione** (in pressione ed interrata per tutta la lunghezza del tracciato)
- **Strada di accesso all'edificio di produzione** (fondo sterrato con accesso dalla viabilità comunale)
- **Edificio centrale di produzione** (struttura elevazione in c.a. copertura capriata in acciaio)
- **condotta di restituzione** (in ple spiralato completamente interrata)
- **Strutture accessorie:** (cabina di consegna MT; cavidotto MT interrato di collegamento)

2 UBICAZIONE E CARATTERISTICHE PRINCIPALI DELL' IMPIANTO

L'area interessata dalle opere è posizionata in corrispondenza dell'alta valle dell'Aventino sul versante orientale della Maiella, precisamente in sinistra idrografica e in aree caratterizzate da condizioni morfologiche favorevoli per la realizzazione dell'impianto idroelettrico.

La centrale e tutte le opere connesse alla centrale ricadono nel territorio del comune di Palena (CH) a sud-ovest del centro abitato in sponda sinistra dell' Aventino; catastalmente l'opera è individuata indicativamente dai seguenti mappali:

- **Foglio 8:** Particelle 323, 66, 65, 63, 48, 310, 64, 78, 309 (*condotta di derivazione, edificio produzione, cabina di consegna, condotta di restituzione e viabilità di accesso*)
- **Foglio 9:** Particelle 590, 591, 857, 624, 623, 622, 617, 682, 681, 680, 679, 677, 675, 673, 672, 670, 669,, 700, 694, 6, 691, 689, 7, (*opera di presa e condotta di derivazione*)

L' edificio di produzione della centrale idroelettrica è individuabile indicativamente con le coordinate: $41^{\circ} 59' 21,75'' N - 14^{\circ} 08' 28,11'' E$ (WGS84).

Per un maggiore dettaglio in scala opportuna si rimanda alle planimetrie allegate nonché alle tavole dei vincoli poste a base dello studio condotto nell'ambito del presente progetto per quanto attiene la conoscenza delle risorse ambientali, le risorse paesaggistiche, le risorse insediative e le risorse infrastrutturali.

Nella tabella di seguito sono elencate le tavole cartografiche allegate:

Figura 1: Tavole cartografiche.

TAVOLA	DESCRIZIONE	SCALA
02-A	"Inquadramento Territoriale"	<i>1:25.000/5.000</i>
03-A	"Planimetria Generale"	<i>1:1.000</i>
04-A	"Planimetria Catastale"	<i>1:1.000</i>
02-S	"Pianificazione territoriale e urbanistica - PRP, PRE, PTCP "	<i>varie</i>
03-S	"Vincoli ambientali - Aree Protette, PAI, PSDA, Vincolo Idrogeologico, Uso del Suolo "	<i>varie</i>

L' impianto è costituito da manufatti di tipologia usualmente utilizzata in questo tipo di opera e descritti in dettaglio nei paragrafi seguenti.

2.1 OPERA DI DERIVAZIONE

Le opere costituenti la derivazione sono così ubicate: per quanto attiene la traversa di derivazione tra la base del ponte e la esistente briglia idraulica in muratura mentre il resto dell'opera di derivazione comprendente le vasche è posizionata in sponda sinistra tra le esistenti briglia e la controbriglia in pietrame, quest'ultima all'attuale risulta parzialmente in rovina e priva di parte del coronamento superiore che è stato smantellato nel corso degli anni dalla violenza delle portate di piena vanificandone la funzionalità.



Figura 2 - Briglia esistente con gaveta lastricata in pietra

La traversa di derivazione:

E' ricavata al livello del coronamento della briglia idraulica, in questo tratto la sezione di deflusso è costituita da una gaveta unica "a corda molle" lastricata con lastroni squadrati di pietra locale; sulla esistente gaveta si prevede la realizzazione di una *traversa a trappola* totalmente incassata ossia posizionata a piano d'alveo e provvista di griglia selettiva ; questo tipo di presa assicura la continuità dell'esercizio anche durante il passaggio di piene rilevanti. La griglia sub-orizzontale intrappola oltre alle portate da turbinare unicamente il materiale di pezzatura medio-piccola (dimensione dipendente dalla luce tra le barre della griglia) del trasporto di fondo, il quale sarà eliminato durante il passaggio nella successiva vasca di sghiaio/dissabbiazione.

- la **griglia suborizzontale** è posizionata sulla traversa a trappola e posta a piano alveo; è dimensionata in modo da garantire la captazione della portata massima derivabile; le portate captate dalla griglia vengono convogliate nella traversa di derivazione e di seguito nel canale

di derivazione; la griglia è realizzata in acciaio con barre disposte longitudinalmente al flusso dell'acqua ed è inclinata verso valle, con pendenza minima, per favorire la captazione della corrente tracimante la traversa.

- il **canale di derivazione** ricavato nello spessore della traversa di sezione rettangolare con larghezza costante ed ad altezza crescente nella direzione dello scarico;
- lo **sghiaiatore** riceve le immissioni dal canale di derivazione; è progettato come un pozzetto in c.a. ed ha lo scopo di permettere l'espulsione della sedimentazione del materiale grossolano accumulatosi all'imbocco del manufatto predisposto per il controllo del DMV; periodicamente si prevede lo svuotamento del pozzetto operando l'apertura della paratoia corrispondente che consente di scaricare acqua e detriti in alveo a valle della traversa di derivazione.
- un **sistema di rilascio della portata a soddisfare il DMV** costituito da una luce rettangolare posizionata lateralmente al canale di derivazione e all'imbocco della scala di risalita nella traversa di presa.

Rilascio del Deflusso Minimo Vitale

L'opera che assicura il rilascio del DMV consiste in un manufatto eseguito in opera che consente, grazie alla particolare conformazione e geometria e alle attrezzature elettromeccaniche di regolazione installate, il rilascio di una portata minima predeterminata in ogni condizione di regime idraulico (periodi di magra, morbida e piena); di seguito vengono descritte le modalità di funzionamento ai vari regimi di portata:

Regime 1 – la portata in alveo è pari o inferiore al DMV : l'acqua attraverso l'orifizio a luce rettangolare, appositamente dimensionato e regolato, defluisce completamente a valle della briglia e nessuna portata viene avviata alla vasca di carico.

Regime 2 – la portata in alveo è superiore al DMV : l'acqua attraverso l'orifizio a luce rettangolare, appositamente dimensionato e regolato, defluisce a valle della briglia per la portata prefissata di DMV mentre le restanti portate vengono avviate alla vasca di carico ed utilizzate per le produzioni idroelettriche.

Regime 3 – la portata in alveo è superiore alla sommatoria della Portata massima utilizzabile e del DMV : l'acqua attraverso l'orifizio a luce rettangolare, appositamente dimensionato e regolato, defluisce a valle della briglia per la portata prefissata di DMV mentre le restanti portate vengono avviate alla vasca di carico ed utilizzate per le produzioni idroelettriche, la portata residua supera la griglia sub orizzontale e stramazza direttamente a valle della traversa di derivazione.

2.2 SCALA DI RISALITA PER LA ITTIOFAUNA

Nella realizzazione di centrali idroelettriche spesso vengono realizzati manufatti trasversali all'asse dell'alveo necessari per posizionare le opere di presa che rappresentano ostacoli insormontabili per lo spostamento della ittiofauna, in questi casi l'effetto sbarramento viene superato con la creazione di una scala di risalita per i pesci o anche detta "scala di rimonta" che viene progettata e realizzata con l'obiettivo di assicurare a tutti gli esemplari presenti nel tratto in questione la possibilità di percorrerlo con facilità, con tale passaggio artificiale si garantisce pertanto la continuità ecologica del corso d'acqua.

Nel tratto di fiume compreso fra la sezione di prelievo e la sezione di restituzione non si registra la presenza di ittiofauna in quanto lo spostamento è impedito da numerosi sbarramenti posizionati sia a valle della sezione di restituzione, sia a monte della sezione di prelievo; inoltre uno sbarramento risulta posizionato nel tratto interessato al progetto.

Il posizionamento planimetrico di tutti gli sbarramenti presenti è riportato nella tavola contrassegnata: *All.10A- Sbarramenti presenti per la ittiofauna*; di seguito sono elencati i vari sbarramenti con le rispettive quote altimetriche e le altezze delle pareti.

N° sbarramento	Quota alveo - m.s.l.m.	Tipologia	Parete : altezza in mt
Sbarramento n. 1	658,50	Briglia	2,5
Sbarramento n. 2	740,85	Controbriglia	5,5
Sbarramento n. 3	743,00	Briglia	1,8
Sbarramento n. 4	748,25	Briglia	3,7
Sbarramento n. 5	752,60	Briglia	4,2
Sbarramento n. 6	766,10	Briglia	4,5
Sbarramento n. 7	777,40	Roccia naturale	6,2

Da notare che la maggior parte sono sbarramenti artificiali creati da interventi miranti alla sistemazione idraulica del corso d'acqua ma lo sbarramento n.7 è uno sbarramento naturale con la presenza di un masso ciclopico depositato in alveo che crea un salto idraulico di oltre 7,00 metri

Per le considerazioni di cui sopra nella stesura del presente progetto preliminare non si è prevista, alla sezione di presa posta a quota 744.60m s.l.m., la costruzione della scala di risalita della ittiofauna in modo da conservare inalterato il paramento in pietra della briglia (sbarramento n°3) ed evitando la costruzione di ulteriori manufatti aggiuntivi di alcuna utilità pratica e di alcun utilizzo al fine di assicurare alla ittiofauna la mobilità nel tratto di fiume sotteso dalla derivazione.

2.3 OPERA DI PRESA

L'opera di presa si sviluppa in numero tre vasche in successione a partire dal canale di derivazione; il manufatto sarà realizzato in calcestruzzo armato gettato in opera con rivestimento in pietrame grossolano naturale nella parete a vista al fine di migliorare l'inserimento nel contesto e da limitarne l'impatto visivo.

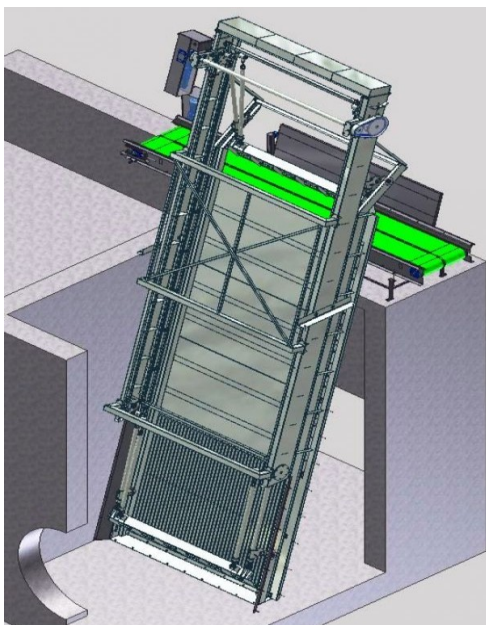
Il manufatto in cemento armato costituente l'opera di presa, adagiato sulla sponda sinistra, è previsto parzialmente interrato e sarà realizzato all'incirca delle seguenti dimensioni : lunghezza : ml.20, Larghezza ; ml 5,00 – altezza mt. 4'00 ; il tutto suddiviso in numero tre vasche e una ulteriore scomparto interrato con funzione di locale controllo e misurazione.



(Figura 3) – posizionamento dell'opera di presa in sponda sinistra

- **PRIMA VASCA** : la prima vasca con funzione di accumulo è posta al termine del canale di derivazione provvista in testa di una paratoia di chiusura finalizzata alla esclusione della derivazione in caso di ordinaria manutenzione o guasti accidentali; in uscita è posizionata una griglia selettiva finalizzata all'intercettazione del materiale eventualmente captato e proveniente dal canale di derivazione; la griglia è provvista di sgrigliatore automatico per la pulizia della griglia medesima e parzialmente annegata, in grado comunque di trattenere materiali galleggianti, arbusti e quant'altro dovesse rimanere intrappolato nella traversa non selezionato dalla griglia sub orizzontale; il sistema di pulizia automatica della griglia, realizzato

mediante un pettine temporizzato, è in grado di mantenere costantemente pulita la griglia, depositando il materiale intercettato in apposito contenitore da avviare a rifiuto o a discarica. Si prevede l'istallazione di uno sgrigliatore rotante (vedi Figura 4) semisommerso di contenuto impatto visivo ed agevole manutenzione.



(Figura 4) – Sgrigliatore rotante semisommerso

- **SECONDA VASCA:** con funzione di vasca dissabbiatrice è provvista di uno sfioratore laterale e di una paratoia di scarico per le operazioni periodiche di sghiaimento.

La **vasca dissabbiatrice** deve essere in grado di garantire il deposito delle particelle in sospensione di diametro superiore ai 0.3 mm; viene prevista con un fondo modellato a scivolo in modo da raccogliere le particelle depositate verso un pozzetto di cacciata attrezzato con paratoia a sollevamento meccanico.

Le sabbie e le ghiaie raccolte nel pozzetto di cacciata saranno scaricate periodicamente in alveo per mezzo dell'apertura periodica della **paratoia di scarico**; si eviterà di effettuare tale operazione nei periodi di magra che corrispondono in genere ai periodi riproduttivi della popolazione ittica.

Lo **sfioratore laterale** è provvisto di una soglia fissa ed ha il compito di sfiorare l'eventuale esubero di portata e consente di regolare l'afflusso alla vasca di carico per la sola portata massima turbinabile senza mai eccedere tale valore.

- **TERZA VASCA:** con funzione di vasca di carico per la messa in pressione della condotta forzata di adduzione provvista in uscita di griglia a maglie fitte; all'interno della vasca viene

posizionato un sensore collegato al misuratore di portata che regola il funzionamento della turbina a valle.

- **LOCALE DI CONTROLLO E MISURAZIONE** : il locale è atto a contenere e proteggere le attrezzature elettromeccaniche e contiene un apparato di misurazione della portata di tipo “Area-Velocity” con il seguente sistema di funzionamento: il sensore, inserito all’interno del canale di derivazione rileva la pressione idrostatica mediante una cella piezoresistiva e la velocità del liquido con il principio Doppler quale media di tutte le velocità lette lungo la sezione verticale della superficie bagnata. Il processore posto nel locale controllo valuta i dati ricevuti definendo con precisione la velocità media, che moltiplicata per l’area della superficie bagnata fornirà istante per istante i valori di portata.

2.4 CONDOTTA FORZATA DI ADDUZIONE

La condotta di adduzione è del tipo forzata con il compito di convogliare l’acqua fino alla centrale di produzione con sviluppo lineare di tracciato di circa 730 metri.

La condotta in pressione sarà completamente interrata e posta ad una profondità tale da conseguire un ricoprimento di materiale idoneo sopra la generatrice superiore del tubo per circa $0,6 \div 0,8$ m; la scelta delle caratteristiche del materiale costituente la condotta (polietilene ad alta densità o acciaio catramato) è rimandata al progetto esecutivo con preferenza condizionata a tale data dalla disponibilità di approvvigionamento e dai prezzi di mercato delle materie prime.

Il diametro della condotta sarà dimensionato in modo da consentire il passaggio della portata massima turbinabile senza perdite di carico o al più con modeste perdite; si prevede in prima approssimazione una condotta realizzata con tubazioni di diametro interno massimo pari a 1.200 mm e di spessore tale da assicurare l’assorbimento delle sollecitazioni di massima pressione cui è sottoposta (pressione di esercizio più la sovrappressione dovuta a colpi d’ariete).

2.5 EDIFICIO CENTRALE DI PRODUZIONE

L’edificio è posizionato in sponda sinistra in un’area di limitata pendenza nella direzione dell’alveo del fiume; la scelta è stata dettata dall’esigenza di individuare un’area stabile esente da movimenti franosi; la superficie coperta è di circa 110 mq, con pianta di forma rettangolare; il

fabbricato risulterà parzialmente interrato anche rispetto al profilo attuale del piano esistente; la copertura è prevista a due falde con altezza massima emergente fuori terra di circa 5,80 mt a livello di gronda.

Tutte le strutture di fondazione e in elevazione sono realizzate in calcestruzzo armato mentre la struttura portante di copertura è realizzata in capriate in acciaio; il manto di copertura è previsto in pannelli sandwich in lamiera grecata e preverniciata con interposto poliuretano espanso di spessore minimo di 40 mm; nella parte a vista il manto sarà di colorazione marrone o comunque di colore integrabile con i colori e la naturalità dell'area.

Le murature perimetrali di tamponamento saranno intonacate e con facciate pitturate con colori tenui e parzialmente rivestite, negli spigoli, con lastre di pietra rustica locale; gli infissi saranno metallici dotati di vetri fonoassorbenti e le pavimentazioni di tipo industriale.

Il progetto prevede un ingresso pedonale posto sul prospetto sud lateralmente a una ampia apertura provvista di portone in ferro atto a permettere l'inserimento all'interno del manufatto delle attrezzature di ingombro rilevante.

Si prevede di attrezzare l'edificio di un carroponte con portata minima di 10 ton per facilitare in fase di costruzione l'introduzione e il montaggio delle attrezzature e per agevolare in fase di gestione le operazioni di manutenzione straordinaria.

La centrale risulta composta da un unico locale in cui saranno posizionate a livello più basso (quota -0,5 mt del livello piazzale) numero due turbine tipo Francis provviste di generatore ad asse orizzontale e, a livello superiore (quota +0,20 livello piazzale) i quadri elettrici di comando e controllo.

L'intera opera sarà progettata seguendo le prescrizioni imposte dalla normativa (vedi norme CEI EN 61936-1 *"Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a. Parte 1: Prescrizioni comuni"* e CEI EN 50522 2011-03 *"Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a."*) da adottare nei locali e nelle costruzioni in cui vengono installate apparecchiature elettriche.

Per contenere il rumore prodotto dalla turbina e dal generatore durante il funzionamento dell'impianto si prevede una particolare insonorizzazione dei serramenti e del manto di copertura al fine mantenere le emissioni acustiche al di sotto dei valori massimi consentiti.

2.6 STRADA DI ACCESSO alla CENTRALE DI PRODUZIONE

E' prevista la realizzazione di un nuovo tratto di strada per permettere l'accesso alla centrale di produzione e alla cabina ENEL di allaccio; il tratto ha uno sviluppo di circa ml 190, con la

creazione nella zona antistante l'edificio di un ampio piazzale avente la funzione di spazio di inversione e manovra anche per autocarri e mezzi d'opera; la sistemazione finale delle superfici carrabili sarà imbrecciata con sottofondo costipato di materiale proveniente dagli scavi; la carreggiata avrà una larghezza di mt. 5,00 e provvista di cunetta in terra a lato monte.

2.7 CONDOTTA DI SCARICO

Le acque turbinate saranno restituite in alveo a mezzo della condotta di scarico in tubazione di materiale di contenuto peso specifico (polietilene spiralato o vetro resina) in grado di raccogliere l'acqua uscente dalla/e turbina/e e avviarla a restituzione in alveo a quota 675,00 m.s.l.m.

La condotta è prevista completamente interrata con il tronco finale provvisto di manufatto di ancoraggio in cemento e paratoia di apertura-chiusura avente la funzione di proteggere le macchine idrauliche durante gli eventi di piena.

Il tratto di sponda del fiume per circa 10 mt immediatamente a monte e a valle del manufatto di scarico sarà presidiato con opere di protezione spondale realizzate da una gabbionata a doppia fila del tipo "Maccaferri" riempita con pietrame locale e dai massi ciclopici presenti in alveo.

2.8 ATTREZZATURE ELETTROMECCANICHE

In base ai valori di salto e alla variabilità delle portate, si ritiene che la soluzione più idonea a sfruttare le caratteristiche del sito sia quella di installare N° 2 turbine Francis ad asse orizzontale al fine di adeguarsi alle variabilità delle portate mantenendo alti rendimenti; le caratteristiche di ogni singola macchina sono le medesime variando ovviamente la potenza ; si prevede una potenza complessiva installata pari a 1350 kW per le due turbine.

Turbina Francis : Le componenti principali della macchina sono:

- Ruota Francis in acciaio inox lavorata di macchina nelle superfici esterne, equilibrata staticamente.
- Distributore a direttrici mobili (comprendente: Serie di direttrici mobili, serie di bussole di guida, leve di regolazione)
- Gomito di scarico flangiato in lamiera di acciaio saldata.
- Albero motore forgiato in acciaio speciale forato nel centro per il passaggio dell'albero di

Generatore: generatore asincrono trifase ad asse orizzontale, con potenza nominale di max 1000 kW, il funzionamento del generatore sarà sempre in parallelo con la rete nazionale e non è previsto il funzionamento in rete isolata. Il raffreddamento è assicurato da uno scambiatore aria/aria.

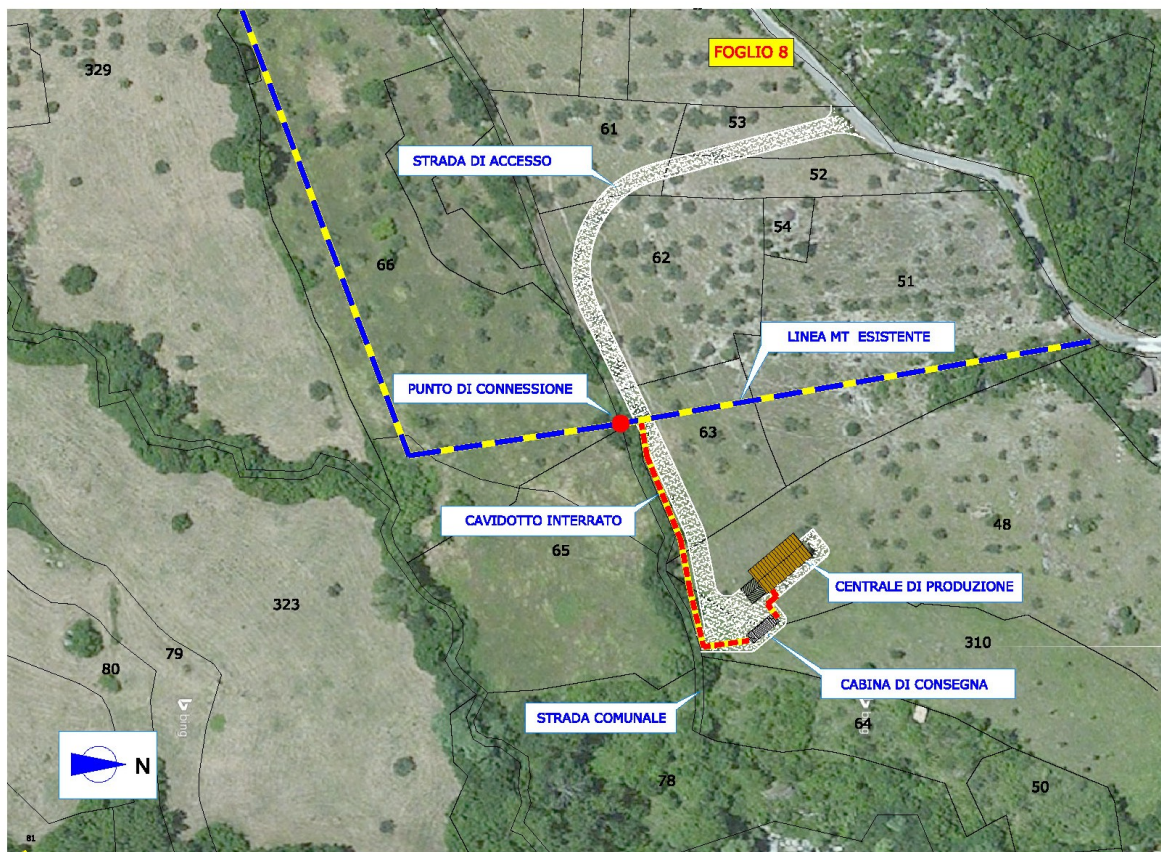
Quadri di comando e controllo: saranno alloggiati in armadi di lamiera pressopiegata con pannelli laterali asportabili, grado di protezione minimo IP41; l' impianto MT nell' edificio centrale è composto di quattro scomparti protetti MT 24kV: uno scomparto di arrivo, uno scomparto misura, uno scomparto con sezionatore in gas interbloccato con interruttore in gas esecuzione motorizzata con bobine di minima per parallelo, e uno scomparto sezionatore/interruttore protezione trasformatore servizi; nello stesso edificio saranno allestiti un quadro gruppo e servizi ausiliari, un quadro di regolazione, un sistema di controllo ed automazione del gruppo tramite PLC, quadro di rifasamento, sistema di supervisione e controllo da remoto della centrale, contatore UTF trifase; tutti i quadri saranno conformi alla regola dell' arte ed in particolare alle norme IEC e CEI 17-13/1 (EN 60439-1).

2.9 ALLACCIAMENTO ALLA RETE

La centrale idroelettrica sarà allacciata mediante la realizzazione di una nuova cabina di consegna ubicata nelle vicinanze dell'edificio di produzione e collegata in antenna alla linea MT esistente.

Il collegamento sarà realizzato tramite cavidotto interrato in MT 20kV dello sviluppo di circa 275 mt, il tutto secondo la soluzione tecnica che sarà trasmessa da Enel Distribuzione SpA; il cavidotto sarà costituito da una singola terna elicoidale di cavi unipolari, costituiti ognuno da conduttori in fili di alluminio, con mescola isolante a base di polietilene reticolato, schermo con fili di alluminio e guaina a base di politene, conformi alla Norma CEI 20-13, CEI 11-17, posati all' interno di un tubo in PEAD tipo 450 di diametro adeguato.

Lungo la sede stradale i cavi saranno posati su un letto di sabbia ad una profondità minima di 1,00m dall' estradosso del tubo guaina; all' interno dello scavo, per segnalare la presenza del cavidotto, sarà posizionato un nastro segnaletico così come previsto dalle norme di sicurezza.



(Figura 5): Planimetria su ortofoto delle opere di connessione alla rete

2.10 CABINA DI CONSEGNA MT

La connessione alla rete MT avverrà mediante l'installazione di cabina prefabbricata in cemento armato vibrato realizzata secondo le specifiche di costruzione Enel DG2092-Rev.02/2011 e costituita da numero due box contigui delle dimensioni di 2,75m x 9,25m x 2,50m(h); le pareti adeguatamente armate avranno uno spessore non inferiore a 9cm; la cabina sarà ubicata all'interno dell'area recintata del lanificio come illustrato nelle planimetrie di progetto; la copertura e le pareti esterne saranno trattate con rivestimento murale idrorepellente costituito da resine sintetiche pregiate di colore RAL 1011 (beige-marrone); il manufatto si compone di tre aree:

- locale di consegna: dove sono installate le apparecchiature di manovra dell'ente distributore; nell'area di consegna è presente il punto di prelievo che rappresenta il confine e la connessione tra l'impianto di rete pubblica e l'impianto di utenza;
- locale misura: in cui sono collocati i gruppi di misura, con locale avente l'accesso da strada aperta al pubblico, per permettere l'intervento al personale autorizzato indipendentemente dalla presenza dell'utente;
- locale utente: destinato a contenere il trasformatore e le apparecchiature di manovra e

protezione in MT e BT di pertinenza dell'utente; il trasformatore BT/MT provvede all'innalzamento della tensione in uscita dalla centrale di produzione per adeguarla al livello della rete dell'ente distributore.

Tutti i locali sono dotati di:

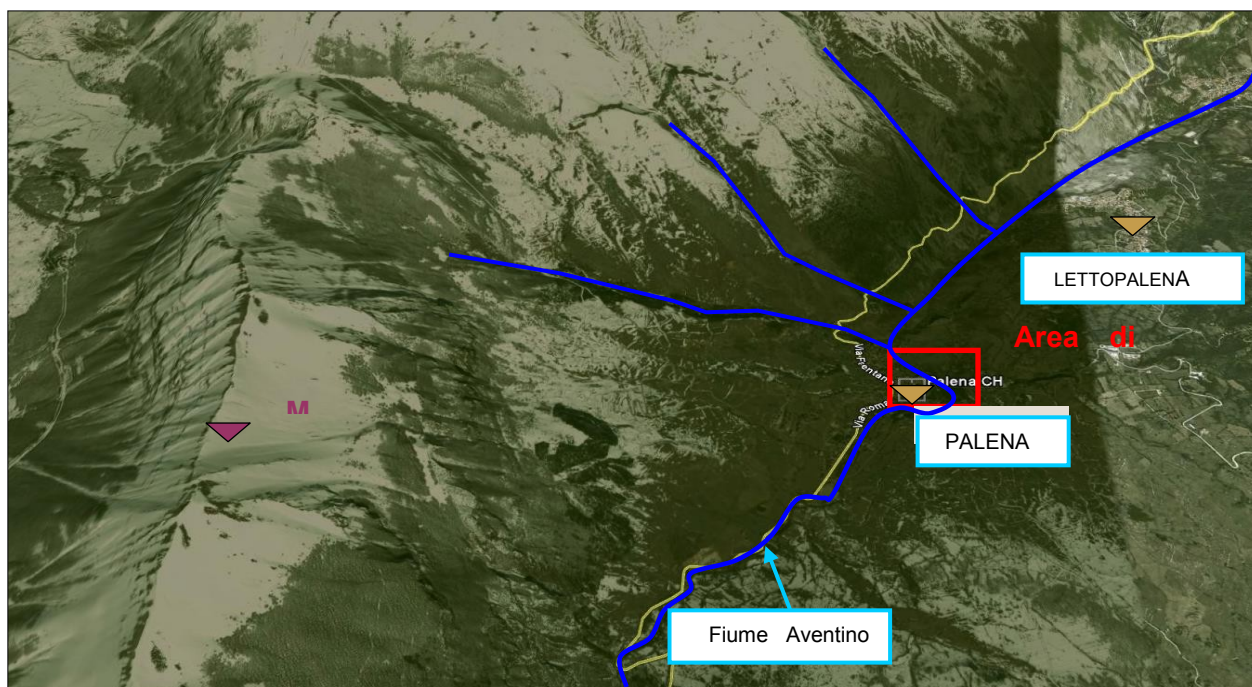
- un accesso diretto ed indipendente da via aperta al pubblico, sia per il personale che per un autocarro di portata media con gru, peso a pieno carico < 24t per il trasporto delle apparecchiature;
- adeguata ventilazione, di regola a naturale circolazione di aria. Lo sfogo della stessa e di eventuali fumi e gas deve avvenire soltanto direttamente in luoghi a cielo aperto. Le aperture devono garantire un grado di protezione IP 33 (Norma CEI 7EN 60529);
- affidabile impermeabilità dell'intera struttura, in modo da non essere soggetti ad allagamenti o infiltrazioni d'acqua;
- sistema atto ad impedire la fuoriuscita, all'esterno del locale, dell'olio eventualmente sversato dal trasformatore;
- serramenti unificati Enel e pavimento, pareti e soffitto in materiale incombustibile.

3 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA DI MASSIMA

3.1 PREMESSA

Lo studio riportato nel presente *capitolo 3* è stato condotto dalla TECHNOSOIL s.r.l., è stato finalizzato al riconoscimento delle litologie affioranti, alla ricostruzione dell'ambito geologico ed idrogeologico in cui è inserita l'area ed alla valutazione delle caratteristiche geotecniche delle formazioni presenti nel sito di progetto tutto al fine di dare indicazioni applicative soprattutto sulla ubicazione dell'edificio di produzione e sul tracciato della condotta di scarico

La porzione di territorio in esame è individuata sul fronte sud-orientale della dorsale montuosa della Maiella, contraddistinta da un paesaggio collinare particolarmente inciso che funge da raccordo tra le strutture carbonatiche dei rilievi calcarei ed i termini terrigeni della costa. L'abitato di Palena si sviluppa sul fronte est del gruppo della Maiella in una porzione sub-pianeggiante, ad un'altitudine di 767 m s.l.m. che si interpone tra le falde montane ed i rilievi collinari incisi dal fiume Aventino. L'abitato di Palena si pone sotto il controllo amministrativo della Provincia di Chieti, il paesaggio accidentato dal punto di vista topografico è determinato dalle frequenti variazioni litologiche.



(Figura 6) - Inquadramento geografico dell'area di studio mediante visione aerea.

Come si evince dalla fig. 6 risulta particolarmente evidente il contrasto morfologico che si determina al passaggio tra il dominio montano e quello collinare, versanti erti e fortemente incisi lasciano spazio a colline dai profili morbidi e regolari; in azzurro sono evidenziate le principali direttrici di drenaggio che veicolano i cospicui apporti del settore montano.

3.2 LINEAMENTI GEOLOGICI GENERALI

L'area di studio ricade in zona prossima alla catena montuosa Maiella-Porrara, essa si pone a cavallo di tre unità paleogeografiche distinte e molto importanti a carattere regionale che sono: Piattaforma carbonatica Apula deformata, il Bacino Molisano e l'Avanfossa Adriatica.

In questa zona si osserva la giustapposizione dei depositi appartenenti alle unità carbonatiche del massiccio della Maiella, inquadrabili nel thrust belt appenninico, e di quelli dell'avanfossa periadriatica; quest'ultima è caratterizzata dalla presenza della successione silicoclastica del Pliocene superiore - Pleistocene inferiore (formazione di Mutignano), discordante sulle strutture della catena nel settore occidentale (Maiella - Casoli) ed in concordanza, nel settore orientale di avampaese, al di sopra dei depositi del Pliocene medio (Donzelli, 1997; Crescenti, 1971a; Casnedi et alii, 1981; Scisciani et alii, 2000; Calamita et alii, 2002).

In dettaglio l'area di studio ricade a ridosso dell'area di catena, caratterizzata dalla presenza

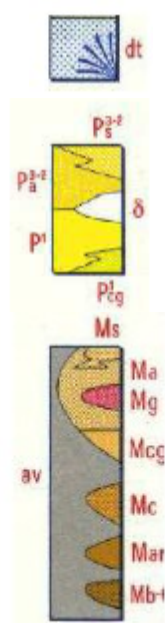
di successioni di piattaforma carbonatica e di scarpata affioranti, rispettivamente, nel tratto meridionale e settentrionale della Maiella, che si sovrappongono per thrust sui termini di avanfossa del Pliocene superiore.

Dal punto di vista strutturale la montagna della Maiella si presenta come un anticlinale con direzione N-S e costituisce la struttura più esterna affiorante della catena appenninica abruzzese.

Leggermente a Sud troviamo la struttura del Porrara che si colloca in una zona di convergenza tra i fronti di sovrascorrimento del Morrone – Pizzalto - Porrara a Ovest e la struttura della Maiella ad Est; anche qui affiorano potenti successioni carbonatiche in facies di piattaforma persistente, ricoperte da depositi di rampa distale di età Cretacico superiore - Paleogene (Parotto & Praturlon, 1975; Bellatalla et alii., 1992).

Le successioni che affiorano a est del rilievo carbonatico della Maiella sono caratterizzate da depositi bacinali, che passano stratigraficamente a litotipi calcarei e calcareo-marnosi miocenici.

In modo particolare i sedimenti bacinali, noti in letteratura come "Argille Varicolori" appartenenti alla Colata Gravitativa dell'Aventino-Sangro, sono costituiti da argilliti scure alternate a radiolariti, intensamente deformate, e vengono attribuiti all'Oligocene - Miocene inferiore. Nella zona in destra idrografica del Fiume Aventino le successioni sopra menzionate, note anche come unità molisane, risultano sovrascorse su termini pliocenici trasgressivi su un substrato carbonatico (Patacca et alii., 1992b; Di Bucci, 1995). A livello stratigrafico, come opportunamente riportato nella Carta geologica d' Italia scala 1:100 000, Foglio 147- Lanciano, le unità affioranti nell' area di studio sono rispettivamente:



Detriti di falda sciolti o debolmente cementati, terreni colluviali.
(*OLOCENE*)

Argille grigio-azzurre a diverso tenore siltoso con intercalazioni di sabbie più o meno argillose; verso il basso prevalgono litofacies marnose con intercalazioni subordinate di strati arenacei.
(*PLIOCENE SUP.e MEDIO*)

Colata gravitativa dell'Aventino-Sangro

Argille grigio-verdastre, violacee e rosse ("argille varicolori"), con intercalazioni di marne calcaree e argillose a frattura scagliosa, di colore biancastro e verdognolo, spesso con patine mangesifere, e di radiolariti rosso vinaccia. Con strati scompaginati o regolarmente intercalati di calcari tipo "Pietra Paesina", puddinghe, brecciole, calciruditi e calcareniti avana e biancastre, torbiditiche, gradate. (*OLIGOCENE*)



Serie della Maiella

Argille e marne più o meno argillose con intercalazioni subordinate di arenarie lastriformi e siltiti. (MESSINIANO)

Marne più o meno argillose, siltose o arenacee, di colore grigio azzurre, sottilmente stratificate e sfaldabili, verso il basso passano a calcareniti organogene talora glauconitiche, di colore grigio avana. (MESSINIANO-TORTONIANO)

Calcarei più o meno marnosi, selciferi, tipo “scaglia”, alternati a calcari finemente detritici, di colore avana e biancastro, ben stratificati, talora con sottili e discontinui interstrati argillosomarnosi, frequenti livelli calcareo clastici torbidity a luoghi con figure di corrente. (OLIGOCENE-PALOCENE)

La “Scheda monografica del Bacino del Fiume Sangro” allegata al **Piano di Tutela delle Acque (D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i.)**, per quanto riguarda la caratterizzazione geologica del sottobacino idrografico del fiume Aventino riporta quanto segue:

“Il sottobacino idrografico del Fiume Aventino, in prossimità delle sorgenti, presenta marne e calcari marnosi, alternati ad argille marnose dell’Oligocene superiore–Messiniano. Il complesso risulta piegato da un’importante sinclinale. Un sovrascorrimento, vergente a Ovest, induce il contatto tra tali unità e l’alternanza argilloso–arenacea del Messiniano, che, con la medesima vergenza, a sua volta sovrascorre sui terreni pelitico–arenacei del Messiniano–Pliocene inferiore.

Nel settore occidentale di tale dominio, si rinviene la successione calcareo–clastica in facies di scarpata–bacino proximale, del Lias medio–Oligocene, parzialmente ricoperta dalle marne argillose, marne e marne calcaree emipelagiche del Miocene inferiore–Miocene superiore p.p..Queste marne sovrascorrono, da Ovest verso Est, sull’alternanza di marne bituminose nerastre della Formazione gessoso–solfifera del Messiniano.

Più a valle, a circa metà corso, si rinvencono gli stessi sedimenti marnosi e argilloso–arenacei dell’alto corso, qui sottoposti al complesso, eterogeneo e caotico, di ripetute alternanze di argille rosse, grigie, nere e verdi, del Cretaceo superiore–Oligocene inferiore.

Prima della confluenza con il Fiume Sangro, il Fiume Aventino incide il proprio reticolo idrografico sulle argille marnose, con intercalazioni rare di arenarie torbidity, del Pliocene inferiore e sulle argille grigio-azzurre del Pliocene inferiore. Depositi alluvionali recenti e attuali sono abbondantemente distribuiti lungo tutto il corso del fiume”.

3.3 ELEMENTI DI TETTONICA

L'area in esame è caratterizzata dalle successioni del margine orientale della piattaforma carbonatica Apula e dalle successioni del margine occidentale della piattaforma carbonatica Laziale-Abruzzese legate alla struttura del Monte Morrone e dei monti Rotella ed Arazzecca, verso sud.

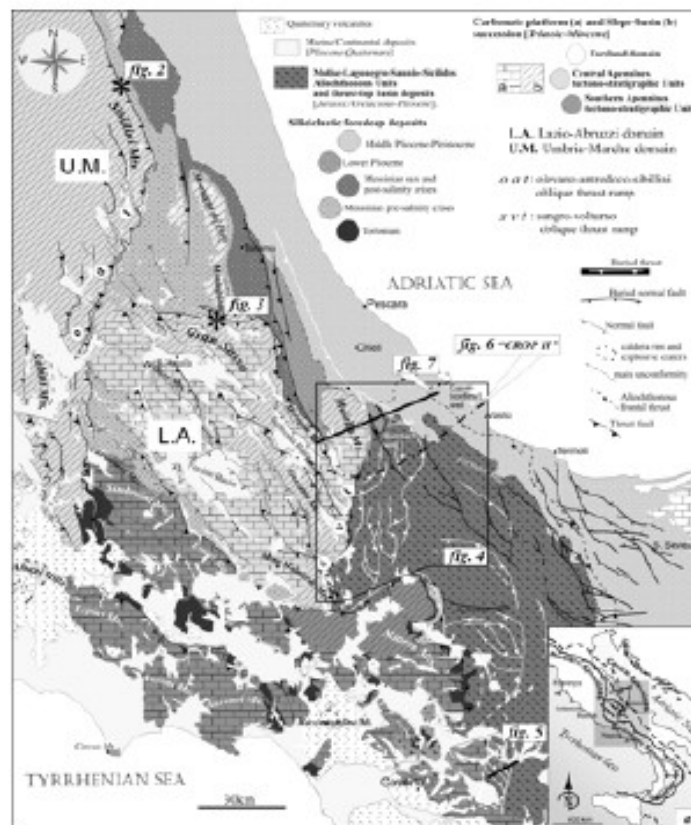


Fig. 3 Schema Tettonico dell'Italia centrale, da Catamita et alii.

(Figura 8) – Schema tettonico dell'Italia centrale.

Le successioni carbonatiche sono in contatto tettonico con le alternanze pelitico-renacee, di età pliocenica, tramite un sovrascorrimento ad andamento Nord-Ovest/Sud-Est e tramite una faglia che si sviluppa lungo il versante occidentale e meridionale ad andamento prima Nord-Sud poi Est-Ovest (linea Profluo-Sangro). Le strutture carbonatiche sono, inoltre, in contatto con le unità del bacino molisano attraverso un lineamento tettonico ad andamento NNE-SSW, noto in letteratura con i nomi di linea Ortona-Roccamonfina e Sangro-Volturno (Patacca et alii, 1192; Di Bucci, 1995), visibile nella Figura 3.

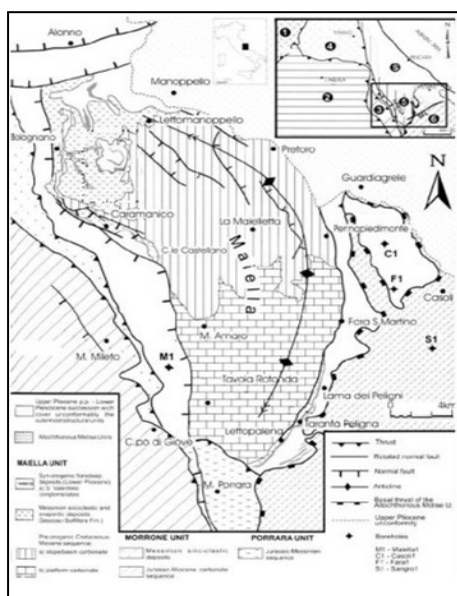
L'area di studio si trova a ridosso di tre grandi domini geologico strutturali, il primo posto a NW dell'abitato di Palena costituito dalla serie carbonatica della Maiella appartenente alla Piattaforma Carbonatica Meso-cenozoica dell'Apula, che tramite Thrust si accavalla sui termini argilloso arenacei pliocenici dell'Avanfossa Adriatica; quest'ultima unità a sua volta è sormontata dalle unità molisane, comunemente chiamate in letteratura come Colata gravitativa dell'Aventino-Sangro.

Le unità molisane affiorano in gran parte della valle dell'Aventino-Sangro e sono strutturate in diverse unità stratigrafiche; nell'area in questione, sono rappresentate da due unità stratigrafiche, definite da alternanze argilloso-arenacee con livelli arenacei (Flysch di Agnone) e da argille marnose e marne argillose passanti a calcari micritici e calcareniti torbiditiche.

La distribuzione tettono-stratigrafica nonché geometrico spaziale di queste unità è ancora in fase di studio, molti autori definiscono l'accavallamento di tali unità al di sopra dell'Avanfossa Adriatica da parte della linea Sangro-Volturno, considerato uno svincolo crostale a carattere regionale.

Il territorio di Palena è costituito da terreni appartenenti a province tettoniche paleogeografiche ascrivibili al bacino molisano e alle unità derivanti dalla deformazione della piattaforma carbonatica laziale-abruzzese, ben differenziate e caratterizzate da diverse serie stratigrafiche con caratteri geologici distinti.

3.4 CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE DEI TERRENI E MODELLO GEOLOGICO DEL SITO



Sulla base di quanto osservato in superficie nel corso del sopralluogo, e dai risultati delle indagini geognostiche e geotecniche eseguite nell'area di studio, si è ricostruito l'assetto geologico e stratigrafico del sottosuolo dell'area di progetto.

Dall'omogeneizzazione dei dati disponibili, e sulla base di quanto sopra esposto, di seguito si riporta una schematizzazione dell'assetto stratigrafico del sottosuolo dell'area in studio.

(Figura 9) – Assetto geologica della Maiella

L'insieme dei dati ricavati dalle prove SPT su terreni terebrati in corso delle indagini eseguite dalla nostra ditta, ci hanno permesso di individuare un modello geotecnico di riferimento riportato di seguito unitamente ad una schematizzazione dell'assetto litotecnico per l'area della centrale Idroelettrica.

Dove:

γ = peso di volume saturo;

ϕ' = angolo di attrito interno;

c' = coesione efficace;

C_u = coesione non drenata;

M = modulo edometrico

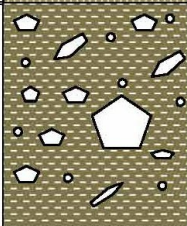

<u>PROF.</u>	<u>SEZIONE STRATIGRAFICA</u>	<u>DESCRIZIONE</u>	<u>PARAMETRI GEOTECNICI</u>
0.40-0.80 m		<u>TERRENO AGRARIO</u>	
15.00 m		ALTERNANZA COSTITUITA DA LIMI ARGILLOSI CON DETRITO CALCAREO, E DETRITO CALCAREO IN MATRICE LIMOSO ARGILLOSA DI COLORE AVANA, MOLTO CONSISTENTE	$\gamma_n = 1990 \text{ kg/mc}$ $\phi = 25-30^\circ$ $c' = 0.08-0.01 \text{ kg/cm}^2$ $C_u = 1.0 \text{ kg/cm}^2$ $M = 90-130 \text{ kg/cm}^2$
> 20.0 m		ARGILLA MARNOSA DI COLORE GRIGIO, DA MOLTO CONSISTENTE A DURA	$\gamma_n = 2008 \text{ kg/mc}$ $\phi = 27^\circ$ $c' = 0.4 \text{ kg/cm}^2$ $C_u = 3.0 \text{ kg/cm}^2$

Figura 10 - Stratigrafia dell' area di ubicazione dell'edificio centrale di produzione e del canale di restituzione:

3.5 CARATTERI GEOMORFOLOGICI ED IDROLOGICI DELL'AREA

L'area di studio ricade nella TAV. III SE di Lama dei Peligni, del Foglio 147 della Carta Topografica d'Italia, essa è posta precisamente a Nord-Est del centro abitato di Palena (CH), alla quota di 459 m s.l.m, sulla destra idrografica del Fiume Aventino, come si evince nella Fig.6.

L'area di studio ricade a ridosso del versante orientale della Maiella, nel comune di Palena; la morfologia del territorio è condizionata sia dall'assetto geologico-strutturale, che dalle litologie affioranti unite alle condizioni climatiche locali; la zona, manifesta una topografia ed una morfologia molto articolata e variegata, strettamente legata all'assetto tettonico e stratigrafico presente nell'area indagata, infatti il passaggio tra la zona montana e quella collinare avviene molto rapidamente, costituendo una caratteristica peculiare di tutti gli abitati che sorgono nel versante meridionale della Maiella.

Tra le forme morfologiche troviamo, versanti calcarei molto ripidi che immergono rapidamente verso sud, dovuti strettamente alla culminazione assiale dell'anticlinale della Maiella; tali versanti presentano localmente forme carsiche sia epigee che ipogee, costituiti da forti incisioni, valloni e forre carsiche, come la Valle di Taranta, in cui si insediano doline, inghiottitoi e grotte carsiche, come le famose Grotte del Cavallone.

Spostandoci più a valle la morfologia cambia sensibilmente, infatti la natura prevalentemente argillosa dei terreni affioranti, restituisce un andamento più dolce e collinare alla morfologia locale, in questa porzione di versante si instaurano piccoli fossati, per lo più incassati nei termini della Colata gravitativa dell'Aventino-Sangro che risultano affluenti stagionali del Fiume Aventino.

Molto importanti invece sono le forme gravitative, che si presentano con frane da crollo lungo le pareti ripide del versante meridionale della Maiella, e frane da colamento, rotazionali e complesse, nei termini prevalentemente argillosi della Colata gravitativa dell'Aventino Sangro. Il fenomeno gravitativo risulta sicuramente l'agente morfogenetico principale dell'area di studio.

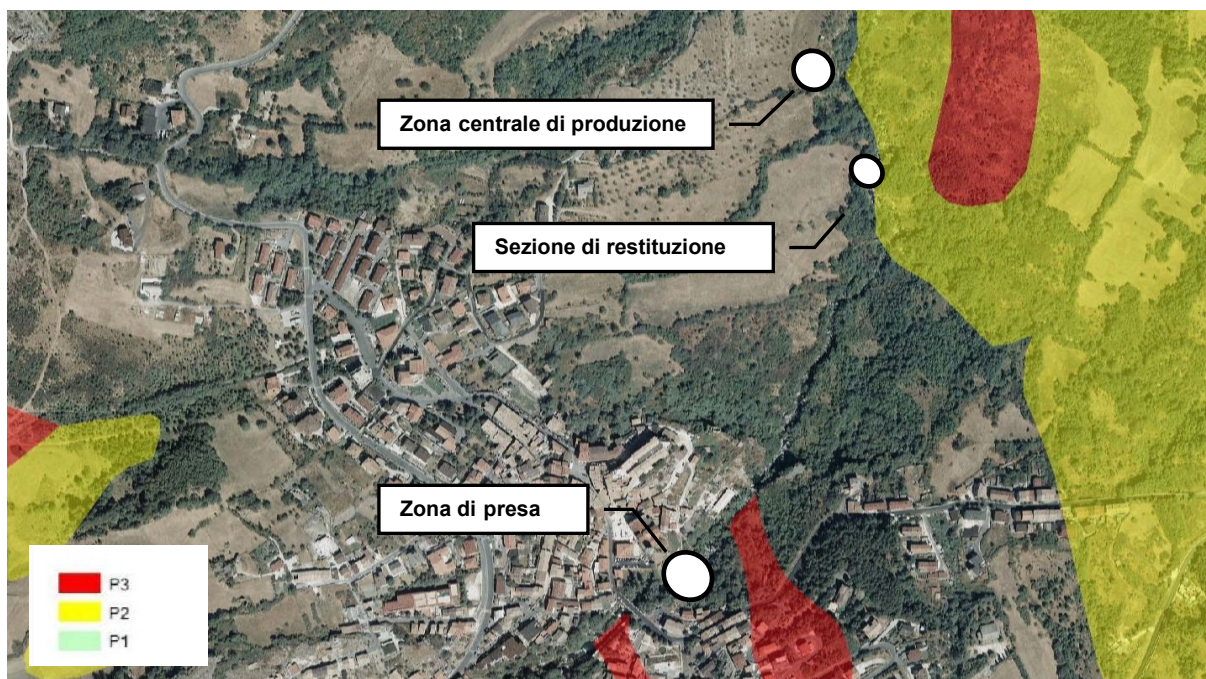
In dettaglio l'andamento topografico dell'areale di progetto presenta una blanda inclinazione verso il Fiume Aventino di circa 5° dove nella parte basale prossima al Fiume Aventino si rilevano alcuni importanti gradini morfologici correlabili a movimenti recenti connessi con la dinamica fluviale.

Nella parte più a monte nella fascia sub-pianeggiante di raccordo con il versante di media acclività si rilevano svariate ondulazioni e gibbosità, legate presumibilmente ad antichi detensionamenti correlati alla dinamica fluviale oppure a fattori strettamente litologici, invece Salendo in quota il gradiente morfologico si rileva abbastanza omogeneo.

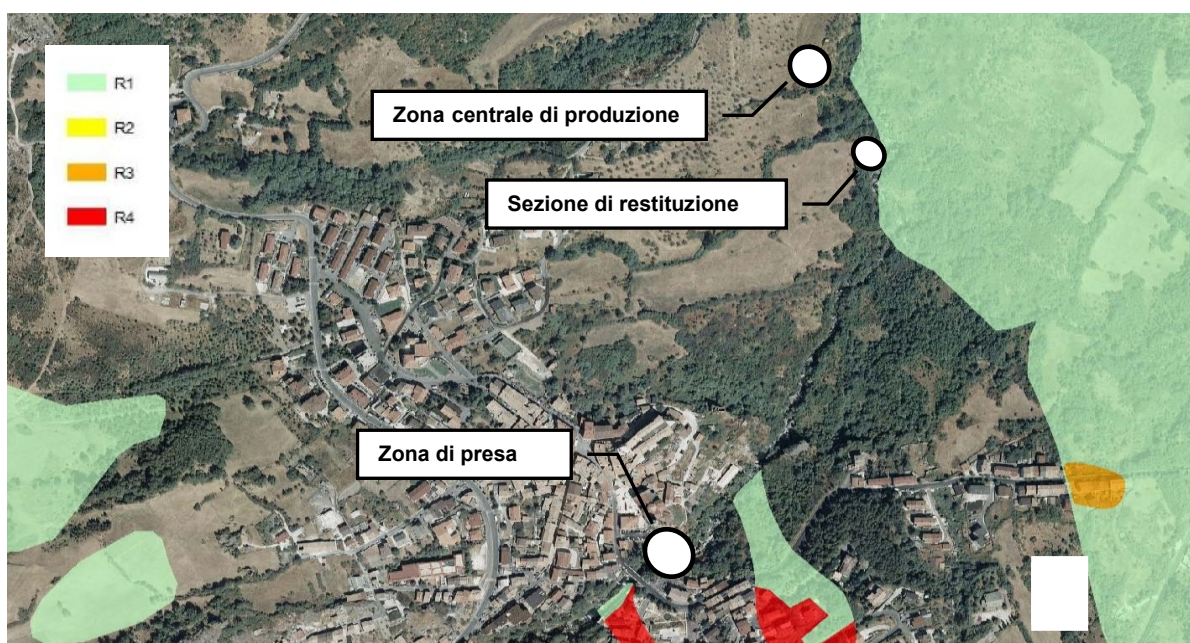
L'area di studio non ricade in nessuna area di vincolo PSDA Piano di stralcio di difesa dalle alluvioni del Bacino Interregionale del Fiume Sangro della Provincia di Chieti; è da segnalare che l'area in esame secondo l'archivio storico del CNR progetto AVI Catalogo delle informazioni sugli eventi di Piena, il Comune di Palena (CH) è stato oggetto di alluvioni nell'anno 1929 (area di Valle Maggiore).

Il sito di progetto, all'atto del sopralluogo, non ha manifestato indizi o fattori che potrebbero evolvere verso forme d'instabilità di tipo gravitativo; non si rilevano né fattori che potrebbero imprimere delle modellazioni alla morfologia attuale né processi geomorfologici che potrebbero indurre fenomeni di degradazione o denudazione.

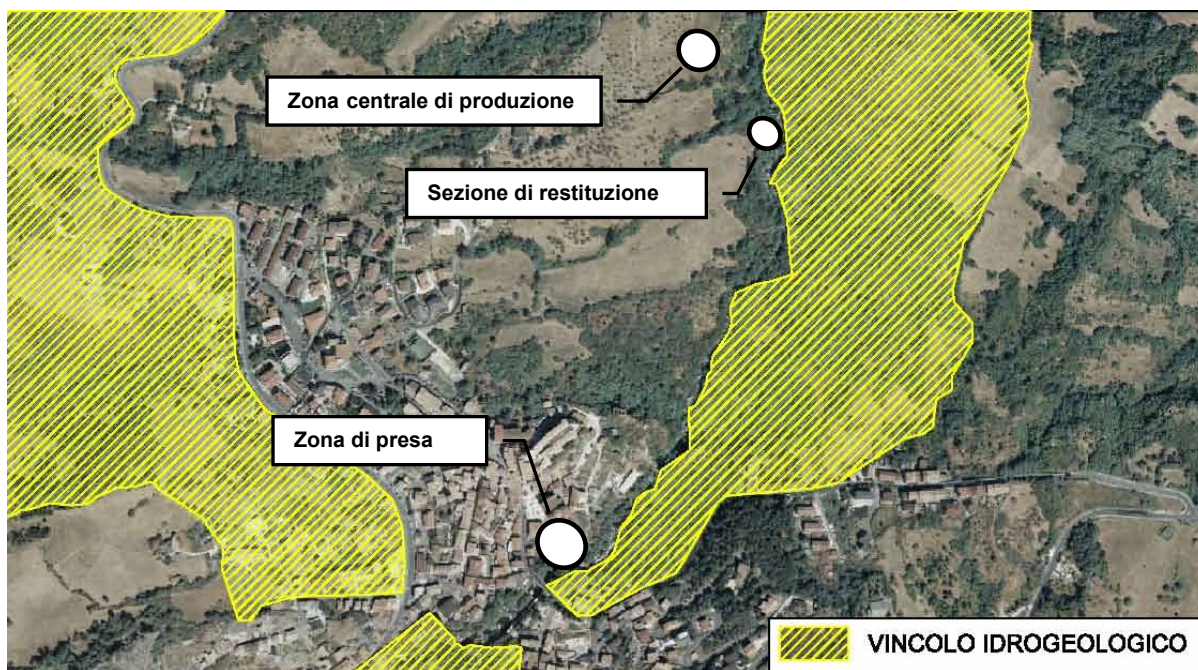
Quanto detto è confermato anche dal recente Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico dei Bacini di Rilievo Regionale Abruzzesi e del Bacino Interregionale del F.Sangro" (Abbrev.PAI) (L.18/05/1989 n°183, art.17, comma 6 ter), in cui la zona di studio non è inserita in nessuna area pericolosa, come evidente negli Stralci PAI (Carta pericolosità e Carta Geomorfologica) riportati di seguito.



(Figura 11) - Piano per l'assetto Idrogeologico PAI – Stralcio della Carta della Pericolosità (fonte "Geoportale Regione Abruzzo").



(Figura 12) - Piano per l'assetto Idrogeologico PAI – Stralcio della Carta del Rischio (fonte "Geoportale Regione Abruzzo").



(Figura 13) - Stralcio della Carta del Vincolo Idrogeologico.
(Fonte "Geoportale Regione Abruzzo")

L'idrografia e l'idrogeologia del territorio sono fortemente condizionate dal regime pluviometrico e dalla litologia del substrato affiorante.

L'area di studio si individua a ridosso tra il Fiume Aventino, precisamente in sinistra idrografica.

La natura del substrato, la tipologia del drenaggio, unitamente ai diffusi fenomeni di soliflusso, sono la causa principale dell'erosione del suolo, con asportazione dei primi orizzonti superficiali.

Localmente sono presenti piccole sorgenti per lo più secche per la maggior parte dell'anno e strettamente dipendenti dalle escursioni di piovosità, e pertanto presentano portate variabili. Tali sorgenti sono presenti essenzialmente al contatto tra i depositi calcarei presenti come olistoliti ed olistostromi all'interno dei termini flyschoidi della Colata gravitativa dell'Aventino Sangro, ed i termini prevalentemente argillosi e marnoso argillosi appartenenti alla stessa formazione.

A monte del versante di stretto interesse di studio in sinistra idrografica la natura del substrato prevalentemente calcareo favorisce un deflusso sotterraneo per lo più ipogeo per carsismo, che viene costantemente alimentato dallo scioglimento delle nevi, delle acque del Torrente "La Vera" che si immette nell'inghiottitoio del "Quarto di Santa Chiara" posto a quota 1200 m.s.l.m. ed un drenaggio superficiale costituito per lo più da pattern di tipo rettilineo,

costituito da impluvi, vallecicole e forre carsiche fortemente incise, secchi per la maggior parte dell'anno ed attive solo durante i periodi di massima precipitazione.

Sotto l'aspetto idrogeologico, i terreni presenti in sponda destra sono caratterizzati da una bassa permeabilità relativa che non permette l'instaurarsi di una vera e propria falda acquifera, ma solo l'esistenza di effimere "vene" d'acqua in corrispondenza dei livelli più superficiali in cui il detrito risulta prevalente.

3.6 CONSIDERAZIONI DI CARATTERE APPLICATIVO

Lo studio individua la risoluzione di due principali problematiche di tipo applicativo, la prima riguarda l'ubicazione della centrale di produzione legata alle possibili interferenze con il regime idraulico del Fiume Aventino e con le condizioni di stabilità dell'area; la seconda riguarda la restituzione finale delle acque di scolo della centrale.

Sulla base delle valutazioni di carattere geomorfologico l'area di ubicazione dell'edificio della centrale di produzione è stata prescelta in una posizione più arretrata rispetto all'incisione fluviale in maniera da evitare la fascia a margine del fiume stesso caratterizzata dai gradini morfologici e nel contempo evitando di collocare il fabbricato nell'area dove le forme morfologiche rilevate (gibbosità, mammellature) potrebbero essere ascritte ad antichi movimenti superficiali.

Da tale scelta trae beneficio anche il tracciato, negli ultimi 200 mt, della condotta forzata che arretrando più a monte, attraversa il settore di versante che presenta maggiori condizioni di stabilità. Tale aspetto è confermato dai risultati dei sondaggi geognostici: un primo sondaggio spinto alla profondità di 20.00 m dal p.c. ha rilevato la presenza di spessori di coltre superficiale maggiori rispetto ad un secondo sondaggio eseguito più a monte del versante.

Per quanto riguarda la condotta di restituzione delle acque di scarico nel Fiume Aventino particolare attenzione in sede progettuale dovrà essere posta per l'attraversamento del settore di versante prossimo all'incisione fluviale dove il rilevamento geomorfologico ha rilevato scarpate morfologiche direttamente correlate alla dinamica fluviale. Si dovranno pertanto prevedere in questo tratto opere di salvaguardia quali posizionamento della condotta su fondazioni indirette e in generale opere di consolidamento mirate alla stabilizzazione del settore di versante comprese anche arginature del tratto fluviale.

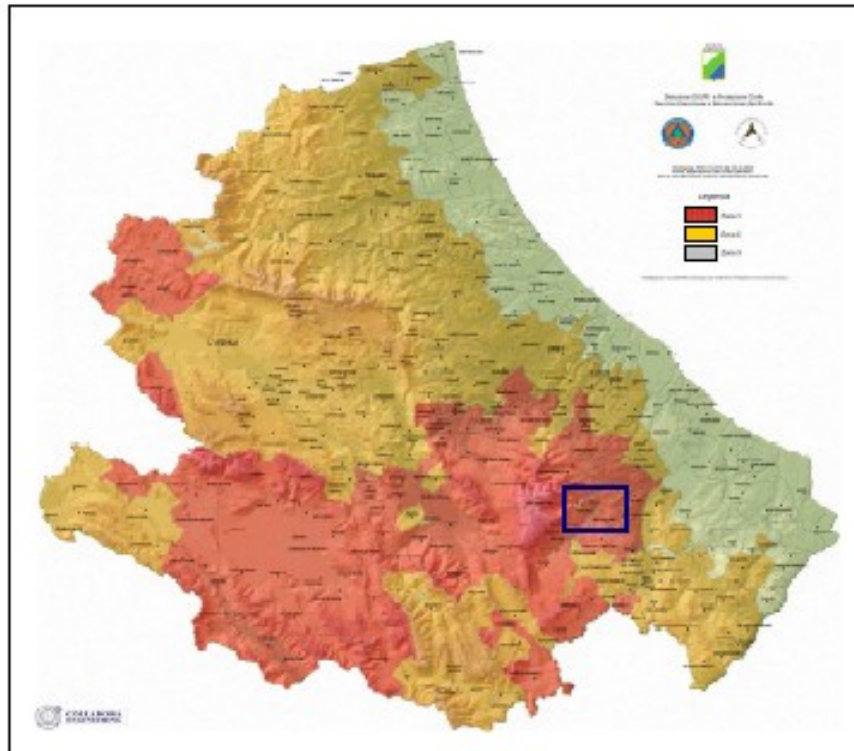


(Figura 14) – Area destinata al posizionamento dell’edificio di produzione

3.7 SISMICITÀ 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 la facoltà alla Regione di imporre l’obbligo della progettazione antisismica, in base alla stessa il territorio comunale di Palena risulta classificato come **Zona sismica 1**.

L’analisi comparata delle prove SPT, svolte in corso di sondaggio, ci hanno permesso di attribuire il sito ad una categoria di sottosuolo B; mentre la categoria topografia è T1 alla scala dell’opera.



(Figura 15) – Carta della sismicità della Regione Abruzzo

4 RELAZIONE IDROLOGICA

4.1 PREMESSA

Di seguito è ricompreso lo studio idrologico con definizione delle caratteristiche idrologiche del bacino interessato, al presente studio sono state utilizzate una serie storica di misure desunte dagli annali idrografici dell'Ufficio Idrografico di Pescara riferiti alla stazione pluviometrica di Palena ed alla stazione idrometrica di Vicenne.

La ricostruzione accurata del regime delle portate nella sezione di presa (portata media annua, portate medie mensili e curva di durata delle portate) è eseguita al netto dei prelievi di fatto in atto a monte. La stima delle portate viene effettuata attraverso l'analisi probabilistica delle precipitazioni e la conseguente simulazione della trasformazione in deflussi.

4.2 DETERMINAZIONE DELLA PORTATA MEDIA ANNUALE ALLA SEZIONE DI PRESA

Nel presente progetto si prevede una derivazione a scopo idroelettrico sul Fiume Aventino;

la derivazione è prevista a quota **743,20 s.l.m.** (quota fondo alveo) in località **“Torre”** con restituzione a quota **675,00 s.l.m.** sempre in comune di Palena.

La traversa di derivazione è posta a valle della derivazione della centrale ENEL di Capo di Fiume e all'altezza del ponte che congiunge i due nuclei abitati del centro storico di Palena, scopo del presente studio è la valutazione delle portate mensili ed annue del Fiume Aventino nel tratto interessato.

La portata media annuale (ossia l'**afflusso medio annuo** del bacino imbrifero) per la sezione di prelievo è data dalla relazione:

$$Q(mc) = 10 \times S \times h \times k \quad \text{in cui :}$$

S= Superficie del bacino imbrifero (ha)

h = altezza media annua di precipitazione (mm) che rappresenta i mm di pioggia complessiva annuale quale media fra più anni ricavata dagli annali idrologici elaborati dal Servizio Idrografico di Pescara in cui sono riportati i millimetri di pioggia mensili e da cui si ricavano i millimetri di pioggia complessivi per ogni anno.

K = Coefficiente di deflusso (rapporto fra volume medio annuale defluito alla sezione di prelievo e il volume medio annuo di pioggia caduto nello stesso arco di tempo) .

Studio del bacino imbrifero:

Per lo studio accurato del bacino imbrifero e quindi della definizione della portata media annuale sono stati definiti tre distinti sottobacini: **A1, A2 e A3:**

Sottobacino A1: è quello che interessa direttamente il corso del fiume Aventino a valle della derivazione ENEL, comprende un'area complessiva di circa **32.7** Km², che partendo da “Tavola Rotonda” 2487 m.s.l.m., si estende sul versante ovest verso Guado di Coccia (1643),

Sottobacino A2: ha un'estensione di **33.7** Km²; fornisce l'apporto al fiume Aventino nella sezione a monte della derivazione ENEL di Capo di Fiume; comprende Monte Porrara” (2037), Pietra Cernaia (1655), Serra Tre Monti (1822), Macchia Panetta (1578) , Chiane di Cincarrine a quota (1560), Serra Montillo (1360).

Sottobacino A3: è quello che interessa il corso del torrente “La Vera” , l'apporto di questo secondo bacino è rilevante e diretto in quanto le acque del torrente “La Vera” confluiscono in un inghiottitoio posto a quota 1243 s.l.m. nei pressi del “ Valico della forchetta che alimenta

direttamente la sorgente di “Capo di Fiume” con un tempo di corrivazione di circa 4 ore; il sottobacino si estende per un’area complessiva di circa **73,0** Km², delimitata ad est dal Valico della Forchetta (1270), Serra Malvone (1547), a nord Tre Confini (1647), Pizzalto (1966), Colle Brignole (1625), Pietra Maggiore (1775), ad Ovest Monte Rotella (2129), a sud Monte Tocco (1681) per poi chiudere ad sud est confinando con il bacino A2 nei pressi di Pietra Cernaia quota (1655).

Portata media mensile e annuale dei sottobacini

Sottobacino A1: Il calcolo della portata media annuale e mensile affluita nel sottobacino bacino imbrifero A1 di 48.2 km² è stato effettuato facendo riferimento alla stazione pluviometrica di Palena a quota 767 m s.l.m. e ai dati disponibili e pubblicati sugli Annali Ideologici edito dal Servizio Idrografico di Pescara e riferiti al periodo 1991 – 1997; **l’altezza media annua di precipitazione** ricavata dalle osservazioni della stazione pluviometrica di Palena risulta essere pari a **935.3** mm. ; i volumi degli afflussi medi mensili sono stati determinati come prodotto delle medie mensili di precipitazione per la superficie del bacino imbrifero; il coefficiente di deflusso per il bacino in progetto è stato considerato uguale a quello del fiume Aventino pari a **0,78** ; moltiplicando i vari volumi di afflussi già determinati per il coefficiente di deflusso e dividendoli per i secondi totali di ciascun mese si determinano le portate medie mensili espresse in m³/s e quindi la portata media annuale del sottobacino **A1** che è stata calcolata pari a **0.770** mc/s.

Sottobacino A2: il calcolo della portata media annuale e mensile affluita nel sottobacino bacino imbrifero A2 di 33.7 km² è stato effettuato facendo riferimento alla stazione pluviometrica di Palena a quota 767 m s.l.m. e ai dati disponibili e pubblicati sugli Annali Ideologici edito dal Servizio Idrografico di Pescara e riferiti al periodo **1991 – 1997** ; **l’altezza media annua di precipitazione** ricavata dalle osservazioni della stazione pluviometrica di Palena risulta essere pari a **935.3** mm.; i **volumi degli afflussi medi mensili (mc)** sono stati determinati come prodotto delle medie mensili di precipitazione per la superficie del bacino imbrifero; moltiplicando i vari volumi di afflussi già determinati per il coefficiente di deflusso (sempre pari a 0.78) e dividendoli per i secondi totali di ciascun mese si determinano le portate medie mensili espresse in m³/s: e quindi la portata media annuale del sottobacino **A2** che è stata calcolata pari a **0.795** mc/s.

Sottobacino A3: Anche per il calcolo della portata media annuale fornita dal sottobacino imbrifero A3 di 73 km² è stato adottato lo stesso metodo impiegato per il sottobacino A1 facendo però riferimento alla stazione pluviometrica di Roccaraso alla quota di 1245 m.s.l.m. e ai dati disponibili e pubblicati sugli Annali Ideologici edito dal Servizio Idrografico di Pescara e riferiti al periodo **1991 – 1995**; **l’altezza media annua di precipitazioni** ricavata dalle osservazioni della

stazione pluviometrica di Roccaraso risulta essere di **988.97** mm.; i volumi degli afflussi medi mensili anche in questo caso sono stati determinati come prodotto delle medie mensili di precipitazione per la superficie del bacino imbrifero con il coefficiente di deflusso impiegato pari a **0,88**. Moltiplicando i vari volumi di afflussi già determinati per il coefficiente di deflusso e dividendoli per i secondi totali di ciascun mese si determinano le portate medie mensili e quindi la portata media annuale che risulta di **1.906** mc/s.; sommando le portate medie annuali dei sottobacini A1, A2 e A3 si ha una portata media annuale pari a **3.47** mc/s.

4.3 VERIFICA DELLE RISORSE IDRICHE UTILIZZABILI E POTENZA IMPIANTO

Per la determinazione della portata media disponibile impiegabile ai fini idroelettrici, la somma delle portate medie annue dei bacini A2 e A3 deve essere depurata sia dalla quantità di acqua prelevata dalla centrale ENEL in località Capo di Fiume per il tronco di fiume sia dal DMV per poi aggiungere l'intero contributo derivante dal sottobacino A1.

In ogni caso la derivazione ENEL dovrà assicurare una portata minima di rilascio pari al valore del DMV regionale

Per una maggiore precisione questi calcoli verranno svolti su valori medi mensili.

A tali portate devono essere sottratte sia la portata di prelievo della centrale di Capodifiume di proprietà dell'ENEL pari a 1.46 mc/s (Portata di concessione n. CH/D/30) e sia della portata del deflusso minimo vitale pari a 0.49 mc/s e sommando le portate medie derivanti dal sottobacino A1 giungendo ai valori di portata fluente nel nostro tratto di fiume interessato qui di seguito: portata media stimata fluente nel tratto di fiume interessato è pari a **2.1 mc/s**, per determinare la portata destinabile per la produzione idroelettrica bisogna depurare queste portate dal DMV.

La portata media annuale destinabile per la produzione di energia idroelettrica è pertanto calcolata pari a **1.610** mc/s.

Nello *“Studio a supporto della programmazione regionale in materia di risorse idriche destinabili alla produzione di energia idroelettrica paragrafo 7.6 id scheda 11”*, la portata media annuale destinabile per la produzione di energia idroelettrica è pari a **1.603** mc/s, come riportata in tabella di seguito riportata, questo dimostra un'ottima attendibilità dei risultati del presente studio con riferimento allo studio della Regione Abruzzo.

id scheda	Da	A	Salto [m]	Portata Media Disponibile [l/s]
1	Rio Torto	Castel di Sangro	49	3274
2	Castel di Sangro	T. Rasine	44	4657
3	T. Rasine	Ateleta	59	5929
4	Ateleta	T. Parello	191	4790
5	F.so Castellano	F.so Castelluccio	108	6823
6	F.so Castelluccio	T. Turcano	42	6984
7	T. Turcano	monte L. Bomba	4	9769
8	valle L. Bomba	monte F. Aventino	146	10653
9	T. Pianello	T. Appello	11	13864
10	T. Appello	T. Cerreto	25	14043
11	loc. Palena	Taranta Peligna	325	1603
12	Taranta Peligna	L.Casoli	170	3455
13	T. Laio	T. Rio Secco	47	410
14	T. Rio Secco	Riserva L. Serranella	14	1045

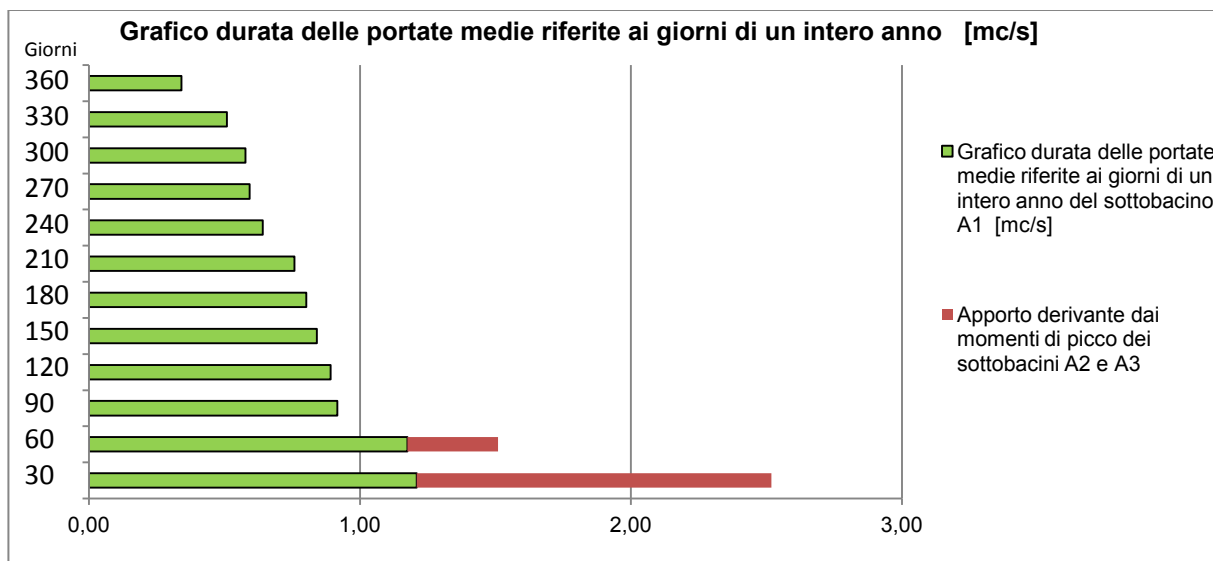
Portate destinabili alla produzione di energia idroelettrica determinate dalla Regione Abruzzo

Bacino del Sangro tronco loc. Palena- Taranta Peligna

Il prelievo richiesto in concessione pari a **0,65 mc/sec** alla sezione posta a **quota 743,2** è verificato possibile a fronte di una disponibilità di portata media annuale destinabile per la produzione di energia idroelettrica pari a **1.603 mc/sec.** con il valore di **DMV** previsto oggi dalla Regione Abruzzo pari a **0,49 mc/sec** che deve essere assicurato dal rilascio della derivazione ENEL di Capodifiume.

Grafico di durata della portata media disponibile

E' possibile dall'analisi delle portate di produzione disponibili determinare la curva delle durate della portata disponibile. In realtà il grafico della portata disponibile deve essere creato come somma delle portate pervenute dal bacino imbrifero A1 più le portate non prelevate dalla centrale ENEL di Palena nei momenti di picco ipotizzate pari a 3mc/s al netto del DMV. Il grafico della durata delle portate è il seguente:



Dai risultati si evince in particolare il perdurare per almeno 30 giorni della portata media disponibile per fini idroelettrici pari a 2,52 mc/sec per cui può ragionevolmente fissarsi la **Portata Massima Derivabile = 2,5 mc/sec.**

Potenza nominale media

La potenza nominale media di concessione (in kW) è la potenza idraulica media in teoria disponibile in relazione alla portata ed al salto di concessione.

La potenza nominale media viene calcolata con la seguente espressione:

$$P = Q \times H \times 9,81 \text{ espressa in kW}$$

In cui:

Q = Portata media annua = 0.65 mc./sec.

H = Salto legale = 69.6 m.

La potenza nominale media risulta:

$$P = 69,60 \times 0,65 \times 9,81 = \mathbf{443.80 \text{ kW}}$$

La produzione annua di concessione sarà pari a : **443.80 kW x 8.760 h = 3'887'727 kWh**

Potenza installata

La valutazione di durata delle portate accompagnata da un'analisi di redditività economica ha condotto ad alla scelta di dimensionamento dell'impianto per portata massima derivabile pari a 2,5 mc/sec. e con una potenza installata pari a

$$P = 68,20 \times 2,5 \times 9,81 \times 0,80 = \mathbf{1340 \text{ Kw}}$$

Ciò permetterà di sospendere la produzione nei giorni di scarsa portata (ipotizzabili per almeno 90 giorni) che verosimilmente si riscontreranno nel periodo estivo ed autunnale senza

pregiudicare la produzione annua

Potenza di nominale media di concessione	443.80 kW
Portata media derivabile	0.65 mc/s
Portata massima derivabile	2 ,5 mc/s
Salto Geodetico (differenza fra fondo alveo)	68.2 m
Salto di concessione (differenza fra quote a pelo libero)	69.6 m
Producibilità massima dell'impianto	3'887'727kWh
Potenza installata	1.340 kW

La potenza installata è stata calcolata per una scelta tecnico/economica pari a 1340 kW; si stima che siano sufficienti circa 270 giorni di funzionamento per conseguire l'intera produzione annua di concessione, questo permetterà di sospendere la produzione nei giorni di scarsa portata che verosimilmente si riscontreranno nel periodo estivo ed autunnale senza compromettere la produzione annua.

In base alla produttività stimata per l'impianto pari a circa 3.887.000 kWh/anno, sarà evitata una produzione di **anidride carbonica** pari a circa **3.270 ton CO2/anno**.

4.4 CALCOLO DELLE PORTATE DI MASSIMA PIENA ALLA SEZIONE CRITICA

Le opere di presa poste a quota 744.60m s.l.m. non andranno a modificare la sezione e quindi non incidono sulla funzionalità dell'alveo; nella verifica effettuata sulle portate di massima piena con tempo di ritorno di almeno 200 anni è stata considerata quale sezione di riferimento la prima sezione ristretta che si incontra più a valle della sezione di derivazione, ossia la sezione sulla contro briglia. In modo da ritenere critica la circostanza che un innalzamento del livello del fiume possa inondare e sommergere le apparecchiature poste alla sommità delle vasche dell'opera di presa e protette da parete continua in cemento armato.

A tal fine per il calcolo della portata critica è stato utilizzato per semplicità di calcolo è stata verificata per gli eventi di piena del fiume Aventino con tempo di ritorno per almeno pari a 200 anni la sezione critica più prossima lato valle della sezione di prelievo.

Per quanto attiene il fiume Aventino alla quota 744.60m s.l.m. non sono disponibili dati relativi a misurazioni dirette delle portate in alveo pertanto la valutazione quantitativa delle portate di piena con tempo di ritorno prefissato dovrà essere eseguita in modo indiretto e in particolare con l'impiego di metodi analitici.

La portata originata dalle precipitazioni meteoriche è in costante variabilità, per il calcolo

della massima portata prevedibile si utilizza il metodo di calcolo probabilistico; la portata di piena è considerata come una variabile casuale, la quale, conseguentemente, dovrà essere stimata relativamente ad un livello di probabilità che essa ha di non essere superata o, meglio ancora, relativamente ad un periodo di tempo (detto tempo di ritorno) che intercorre, in media, tra due eventi in cui il valore di tale portata viene superato; si è proceduto allo studio degli afflussi meteorici attesi in funzione del tempo di ritorno e calcolato il valore di portata al colmo nella sezione di riferimento; la stima della portata di piena di progetto è effettuata attraverso l'analisi probabilistica preliminare delle precipitazioni nel bacino idrografico interessato e la simulazione conseguente del processo della loro trasformazione in deflussi.

Per la determinazione delle altezze critiche di pioggia con il metodo di **Gumbel**, relative al bacino idrografico di riferimento (costituito dai sottobacini A,B,C,D,E,F,G riportati con il relativo spartiacque morfologico) si è provveduto alla individuazione, dall'esame degli Annali del Servizio Idrografico Italiano, delle altezze massime di pioggia registrate per la durata di 1, 3, 6, 12, 24 ore e con acquisizione di dati che fanno riferimento alla stazione pluviometrica di Palena e riguardano cinque anni di osservazioni, dal 1999 al 2003; i dati pluviometrici e quelli ottenuti dall'elaborazione statistica effettuata con il metodo di Gumbel, relativi alle altezze massime (H_{max}) e critiche (H_{crit}) di pioggia, con tempi di ritorno di 200, 100, 80, 60, 40, 20, 10 anni, sono stati posti alla base del calcolo condotto mediante l'analisi probabilistica delle precipitazioni con particolare riferimento alle cosiddette **curve di possibilità pluviometrica**, indicate spesso con l'acronimo **cpp**, adottando le formule appresso riportate:

I simboli adottati nelle formule assumono i seguenti significati:

$H_{max}(t, T)$	= altezza massima di pioggia con tempi di ritorno;
$H_{crit}(t, T)$	= altezza critica di pioggia con tempi di ritorno;
\overline{H}_i	= media aritmetica delle altezze massime di pioggia registrate per la durata di 1, 3, 6, 12, 24 ore negli anni 1999÷2003;
s	= deviazione standard;
Ln	= logaritmo naturale;
t	= durata della pioggia di 1, 3, 6, 12, 24 ore;
T	= tempi di ritorno di 100, 80, 60, 40, 20, 10 anni.

Si riportano nel seguito le formule adottate per il calcolo delle altezze di pioggia citate:

$$H_{\max}(t, T) = a - \frac{\left[\ln \left(-\ln \left(1 - \frac{1}{T} \right) \right) \right]}{k}$$

$$H_{crit}(t, T) = a \times t^n$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (t_i - \bar{t})^2}{n-1}}$$

$$k = \frac{1}{0,78 \times \bar{t}} \quad m = \bar{t}_i - \frac{0,577}{k}$$

Per la (2) il coefficiente “*a*” e l’esponente “*n*” sono stati determinati con il metodo dei minimi quadrati, secondo le seguenti relazioni matematiche:

$$n = \frac{\sum (\log t - \overline{\log t}) \times \log H_{\max}(t, T)}{\sum (\log t - \overline{\log t})^2}$$

$$a = 10^{\left(\overline{\log H_{\max}(t, T)} - n \cdot \overline{\log t} \right)}$$

I valori delle $H_{crit}(t, T)$ calcolate, unitamente agli altri parametri idrologici, sono riportati, in appendice, in appositi diagrammi e tabelle.

Per la determinazione dei tempi di corrivazione e della portata massima (*portata di piena*) del bacino idrografico, essendo lo stesso considerato piccolo per estensione, si adottano le seguenti relazioni matematiche, rispettivamente proposte da Giandotti (T_c) e da Visentini (Q_{\max}):

$$T_c(ore) = \frac{4 \times \sqrt{S} + 1,5 \times L}{0,80 \times \sqrt{H_m}}$$

$$Q_{\max} (m^3/sec) = \frac{0,278 \times L \times H_{crit}(t, T)}{0,80 \times T_c}$$

dove le variabili del bacino sono:

- T_c** (ore) = tempo di corrivazione;
- S** (km²) = area del bacino idrografico sotteso dalla sezione di misura;
- L** (km) = lunghezza dell’asta valliva principale;
- H** (m) = altitudine media ponderata del bacino:

$$H(m) = \frac{\sum_{i=1}^n h_i \times S_i}{S}$$

hi = altitudine media tra due direttrici;

Si = superficie compresa tra le due direttrici;

H (m) = quota della sezione di chiusura;

Hm = H (m) - H₀ (m) = altitudine media del bacino riferita alla quota della sezione di chiusura.

Per la determinazione della portata massima del bacino idrografico, si assume, data la sua limitata estensione, il valore dell'altezza critica **H_{crit} (t,T)**, corrispondente ad un tempo di ritorno **T** di 200 anni e per una durata **t** corrispondente al tempo di corrivazione calcolato **T_c**.

Dall'esame delle annesse tabelle di calcolo e dei grafici, si possono rispettivamente rilevare i valori della/e portata/e massima/e **Q_{max}** del bacino idrografico **B1**, per i vari tempi di ritorno **T** (anni) e l'andamento delle altezze critiche di pioggia **H_{crit}** riferite ai tempi di ritorno **T** (anni) ed al tempo di durata **t** (ore). Si assume la portata **Q_{max}** di **315,00 m³/sec** per un tempo di ritorno pari a **200** anni, considerando, quale contributo al deflusso superficiale, un coefficiente di permeabilità (coincidente con il coefficiente di deflusso già calcolato) pari al 69% (per gli affioramenti argillosi, in quanto terreni pressoché impermeabili il coefficiente può raggiungere il valore del 100% mentre per terreni a matrice calcarea molto permeabili il coefficiente può raggiungere il valore 0,00%). Le elaborazioni statistiche, i cui risultati sono riportati in tabella sono state effettuate con calcolo automatico a mezzo di computer, utilizzando il foglio elettronico di calcolo Excel della Microsoft. Vista l'importanza dei manufatti a valle dell'opera di presa, si è preferito utilizzare valori di portata di piena "cautelativi", probabilmente sovrastimando l'entità dei fenomeni di piena. L'utilizzo di dati di portata di piena sovradimensionati permetterà di costruire manufatti in grado di resistere a eventi di piena non ordinaria, in alcuni casi non direttamente prevedibili.

La attuale sezione libera di riferimento (assimilata a sezione rettangolare) quando sarà impegnata al passaggio di una portata di 315,00 mc/sec, per contenere lo spessore del corso d'acqua in una altezza non superiore a 2,20 mt, dovrà restare di larghezza minima di mt.10,00 (all'attuale larghezza oltre 12,00 mt).

In definitiva il paramento delle opere di derivazione (nuovo 3 vasche) con altezza minima di 2,5 dalla quota alveo proteggeranno sufficientemente la sponda sinistra da innalzamenti del livello d'acqua fino a mt. 2,00 anche nell'ipotesi di restringimento a mt. 10 della sezione di deflusso sulla controbriglia.

Progettista e coordinatore:

(Ing. Agostino Terenzini)





OPERE DI PRESA

CONDOTTA FORZATA

CENTRALE DI PRODUZIONE

RESTITUZIONE

ANALISI STATISTICA DEI DATI PLUVIOGRAFICI (Metodo di Gumbel)

Tabella 1 - Valori per ciascuna durata t , della media $\mu(h_t)$, dello scarto quadratico medio $\sigma(h_t)$ e dei due parametri α_t e u_t della legge di Gumbel (prima legge del valore estremo "EV1")

N =	5	t = 1 ora	t = 3 ore	t = 6 ore	t = 12 ore	t = 24 ore
$\mu(h_t)$		28,12	37,20	46,92	57,48	72,56
$\sigma(h_t)$		16,70	13,37	9,51	8,19	20,53
$\alpha_t = 1,283/\sigma(h_t)$		0,08	0,10	0,13	0,16	0,06
$u_t = \mu(h_t) - 0,45\sigma(h_t)$		20,60	31,18	42,64	53,80	63,32

Tabella 2 - Altezze massime di pioggia regolarizzate (mm)

Tr		t = 1 ora	t = 3 ore	t = 6 ore	t = 12 ore	t = 24 ore
10 anni	$h_{\max} =$	49,90	54,64	59,32	68,15	99,33
30 anni	$h_{\max} =$	64,66	66,45	67,73	75,39	117,47
50 anni	$h_{\max} =$	71,40	71,85	71,56	78,69	125,75
100 anni	$h_{\max} =$	80,49	79,12	76,74	83,15	136,92
200 anni	$h_{\max} =$	89,54	86,37	81,90	87,59	148,05

Tabella 3 -

Tr	LEGGE DI PIOGGIA $h = a \times t^n$		
10 anni	→	$h=45,658xt^{0,1997}$	
30 anni	→	$h=57,789xt^{0,162}$	
50 anni	→	$h=63,305xt^{0,1489}$	
100 anni	→	$h=70,73xt^{0,1339}$	
200 anni	→	$h=78,114xt^{0,1214}$	

DATI MORFOMETRICI DEL BACINO IDROGRAFICO SOTTESO ALLA SEZIONE DI CHIUSURA CONSIDERATA				TEMPO DI CORRIVAZIONE t_c (ore)	
Superficie del Bacino	$S =$	52,30	Km ²	Giandotti $\Rightarrow t_c = \frac{4\sqrt{S} + 1.5L}{0.8\sqrt{H_m - H_0}} = \mathbf{2,82}$ { Kirpich, Watt- Chow, Pezzoli $\Rightarrow t_c = 0.02221 \left(\frac{L}{\sqrt{P}} \right)^{0.8}$	
Lunghezza percorso idraulico principale	$L =$	15,00	Km		
Altitudine max percorso idraulico	$H_{max} =$	1270,00	m (s.l.m.)		
Altitudine min percorso idraulico	$H_0 =$	450,00	m (s.l.m.)		
Pendenza media percorso idraulico	$P =$	0,05	(m/m)		
Altitudine max bacino	$H_{max} =$	1500,00	m (s.l.m.)		
Altitudine sezione considerata	$H_0 =$	460,00	m (s.l.m.)		
Altitudine media bacino	$H_m =$	980,00	m (s.l.m.)		
Dislivello medio bacino	$H_m - H_0 =$	520,00	m		

CALCOLO DELLE PORTATE DI MASSIMA PIENA PER ASSEGNATI TEMPI DI RITORNO (FORMULA del METODO RAZIONALE)					
$Q_{max} = \frac{ch_{(t,T)}S}{3.6t_c}$		con :	c = coefficiente di deflusso $h_{(t,T)}$ = altezza critica di pioggia con tempi di ritorno (mm) S = superficie del bacino (km ²) t_c = tempo di corrivazione (ore) $3,6$ = fattore di conversione che permette di ottenere la Q_{max} in m ³ /sec		
			RISULTATI		

Deflusso $c =$	0,69	S (km ²) =	52,30	t_c (ore) =	2,82
----------------	-------------	--------------------------	--------------	---------------	-------------

Tr (anni)	a	n	t_c (ore)	$h_{(t,T)}$ (mm)	Q_{max} (m ³ /sec)
10	45,6582	0,1997	2,82	56,16	199,68
30	57,7892	0,1620	2,82	68,36	243,07
50	63,3051	0,1489	2,82	73,87	262,66
100	70,7299	0,1339	2,82	81,26	288,94
200	78,1142	0,1214	2,82	88,59	315,00

