

RICHIESTA DI CONCESSIONE PER USO IDROELETTRICO CON RIPRISTINO TUBAZIONE E MANUFATTI ESISTENTI

RELAZIONE GEOLOGICA



Ubicazione impianto: Loc. Pescia – (PT)
Torrente Pescia di Pescia

Committenza:
MERS s.a.s.
Via A. Pacinotti 6/A
Santa Croce S/Arno

Tecnico: dott. geol. Paola Peccianti

Capannori, Aprile 2014



Studio di Geologia
PAOLA PECCIANTI
Dott. Geol. Paola Peccianti

Via Romana 157 | 55012 Capannori (LU) | Tel/Fax 0583 429782 | cell. 3471829261 | paolapeccianti@yahoo.it

Sede legale: Via Siena 8 | 57020 Bibbona (LI) | PIVA 01447490499 | C.F.: PCCPLA73T54C415Y

INDICE

1. - PREMESSA E BREVE DESCRIZIONE DEL PROGETTO	3
2. – MODELLAZIONE GEOLOGICA.....	5
2.1 – Stato dei luoghi.....	5
2.2 – Cenni di tettonica e geologia generale.....	11
2.3 – Geologia e geomorfologia di dettaglio	11
2.4 – Litotecnica	12
2.5 - Idrogeologia.....	13
2.6 - Idrografia	14
2.7 – Vulnerabilità dell’acquifero e problematiche idrogeologiche	14
2.8 – Ambiti fluviali e Vincoli	15
3. – PERICOLOSITA' DELL'AREA SECONDO LO STRUMENTO URBANISTICO VIGENTE	18
3.1. – Carta dei battenti e studi idraulici a corredo del P.S. comunale.....	18
3.2. – Pericolosità Idraulica.....	18
3.2.1– Prescrizioni inerenti la Pericolosità Idraulica I.4	18
3.3. – Pericolosità Geomorfologica	19
3.3.1– Prescrizioni inerenti la Pericolosità Geomorfologica G.4.....	19
3.4. – Pericolosità Sismica.....	20
3.4.1– Prescrizioni inerenti la Pericolosità sismica S.2	20
4. – VINCOLI SOVRAORDINATI	21
4.1. – Pericolosità Idraulica (Autorità di Bacino Fiume Arno).....	21
4.2. – Pericolosità Geomorfologica (Autorità di Bacino Fiume Arno)	21
4.3. – Valutazioni in merito alla LR 21/2012	21
5. – INDAGINI GEOGNOSTICHE E STRATIGRAFIA DI MASSIMA.....	23
5.1 – Indagini di riferimento	23
5.1.1 – Indagini DOCUP – Regione Toscana	23
5.1.5 – Indagini a corredo del PS comunale	23
5.2 – Indagini simiche in situ.....	24
5.2.1 – Tomografia sismica onde P.....	24
5.2.2 – Indagine sismica Masw	24
5.3 – Stratigrafia di massima dei siti di intervento.....	25
5.4 – Classificazione dell’ammasso roccioso di Bieniawski (RMR – 1979).....	26
6. - VALUTAZIONI DI CARATTERE SISMICO	29
6.1 - Quadro normativo in materia antisismica della Regione Toscana	29
6.2 - Sismicità del sito.....	32
6.3 – Categoria del suolo di fondazione.....	35
6.4 – Suscettibilità alla liquefazione	35
7.4 – Prescrizioni da adottare in esecuzione d’opera	38
8. – CONSIDERAZIONI RELATIVE ALLA PRODUZIONE DI TERRE E ROCCE DA SCAVO	38
BIBLIOGRAFIA	40

TAVOLE

TAV. GEO_01

FIG. 1 - COROGRAFIA

FIG. 2 - CARTA GEOLOGICA (PS PESCIA)

FIG. 3 - CARTA GEOMORFOLOGICA (PS PESCIA)

FIG. 4 - CARTA LITOTECNICA (PS PESCIA)

FIG. 5 - CARTA DELLE AREE CON PROBLEMATICHE IDROGEOLOGICHE (P.S. PESCIA)

FIG. 6 - CARTA DELLA VULNERABILITA' DEGLI ACQUIFERI (P.S. PESCIA)

FIG. 7 - CARTA DEI VINCOLI (P.S. COMUNE DI PESCIA)

TAV. GEO_02

FIG. 8 - CARTA DEI CORSI D'ACQUA RILEVANTI AI FINI DELLA DIFESA DEL SUOLO (P.S. PESCIA)

FIG. 9 - CARTA DEI BATTENTI CON TR = 200 ANNI (Studio Idraulico Consorzio Bonifica padule di Fucecchio, PS)

FIG. 10 - CARTA DEI BATTENTI TR = 500 ANNI (Studio Idraulico Consorzio Bonifica padule di Fucecchio, PS Pesca)

FIG. 11 - CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA (P.S. PESCIA) -

FIG. 12 - CARTA DEGLI INVILUPPI PER TR=200/500 ANNI (Studio Idraulico - ing. Settesoldi-Luglio 2013)

FIG. 13 - CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA (PAI F. ARNO - livello di sintesi)

FIG. 14 - CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA (P.S. PESCIA)

FIG. 15 - CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA (P.A.I. F. ARNO)

FIG. 16 - CARTA DELLE ZONE CON MAGGIOR PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE (PS PESCIA)

TAV. GEO_03

FIG. 17 - PLANIMETRIA CON UBICAZIONE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE

FIG. 18 - SEZIONI LITOSTRATIGRAFICHE INTERPRETATIVE

ALLEGATI**ALL. 1: INDAGINI IN SITU:**

- TOMOGRAFIA SISMICA ONDE P
- SISMICA MASW

ALL. 2: INDAGINI DI RIFERIMENTO (PS PESCIA):

- INDAGINI VEL ST2 – ST3
- INDAGINI PS PESCIA: N. 1-4-5-6-9-10-12-13-14

1. - PREMESSA E BREVE DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Per incarico della società MERS S.A.S., è stata redatta la seguente relazione geologica inerente il progetto di realizzazione di una centrale idroelettrica con recupero di condotta esistente, lungo il Torrente Pesca di Pesca, a Pesca (PT).

Tale progetto è legato alla richiesta di concessione di derivazione di acque superficiali dal torrente sopra detto, per uso idroelettrico, attraverso il ripristino della tubazione, canali e manufatti esistenti.

L'ubicazione del sito in studio è riportata in Fig.1 di tav. Geo01

La richiesta è per poter derivare una portata media annua di 785 l/sec, ovvero 78,5 moduli ad uso idroelettrico, con immissione dell'energia prodotta nella rete elettrica nazionale.

Attualmente, nel tratto di T. Pesca di Pesca in oggetto, non esiste alcun prelievo, sono comunque presenti, sia in sponda destra che sinistra, alcune opere di captazione, ad oggi in disuso ed in cattivo stato di manutenzione, ad evidenziare una storica attività di emungimento delle acque (presenza di briglie, canali e condotte).

L'opera in destra idraulica portava acqua ad un canale, parzialmente distrutto e trasformato nel tempo, che alimentava vecchie cartiere oggi trasformate in civili abitazioni

L'opera in sinistra, consentiva di alimentare una vecchia tubazione in cemento, oggetto del ripristino proposto, confluyente in una vasca di carico ormai demolita con lo scopo di produrre energia. Lo scarico, in leggera pressione, dopo un successivo attraversamento dell'alveo, alimentava un canale a cielo aperto, anch'esso oggetto del ripristino, che confluiva all'interno dell'abitato per usi diversi.

Il presente progetto, per i cui dettagli si rimanda agli elaborati grafici e alle relazioni tecniche a firma dei progettisti geom. F. Scarpellini e ing. R. Simoni, prevede la realizzazione di un'opera di captazione (1), condotta forzata (2) e centrale di produzione (3).

In breve il progetto dell'Opera di presa (1), in sinistra idraulica del T. Pesca di Pesca, prevede il recupero totale della tubazione, dei due attraversamenti e di una parte del canale, ormai completamente in disuso; verrà mantenuta per intero la briglia esistente; il progetto prevede la riattivazione dell'opera di captazione in sponda sinistra, debitamente rimodellata per consentire la captazione dell'acqua derivata (soglia di captazione posta alla quota di - 0.4 m dalla quota testa briglia), realizzazione di una vasca di carico per la raccolta delle acque captate dal torrente, con possibilità di sghiaiatrice attraverso la chiusura ed apertura di paratoie e di uno sgrigliatore per il fogliame accumulato.

Dalla vasca di carico parte, sempre in sinistra idraulica, con tubazione in cemento (2) di diametro interno di 1,4 m e per una lunghezza di circa 180 m completamente interrata e facente da confine con l'alveo del torrente fino al raggiungimento della centrale di produzione attraverso due attraversamenti esistenti del torrente.

L'opera relativa alla centralina di produzione (3) sarà completamente incassata in modo da non modificare in alcun modo la sezione d'alveo attuale. Il vano tecnico di centrale si svilupperà su 3 livelli con accesso garantito da una strada di accesso.

Lo scarico, totalmente interrato e sottostante alla turbina, restituirà le acque turbinate al torrente.

Per la caratterizzazione generale dell'area si è fatto riferimento alle cartografie a corredo del Piano Strutturale del Comune di Pesca, oltre che a quelle facenti parte del Piano di Assetto Idrogeologico del Bacino Fiume Arno.

Si fa presente che, in questa fase di richiesta di concessione di derivazione acque superficiali, è stato scelto di eseguire alcune indagini sismiche sul sito di ubicazione della centralina di progetto, finalizzata alla ricostruzione sismo-stratigrafica della sponda sinistra del torrente e alla conoscenza

della categoria di sottosuolo. Per il resto, la caratterizzazione stratigrafica dei siti è stata fatta sulla base di indagini pregresse a corredo del Piano Strutturale comunale, Regione Toscana e dati bibliografici.

Si rimanda ad una fase successiva l'esecuzione di indagini geognostiche in situ per una corretta definizione dei parametri geotecnici del terreno, indispensabili al Progettista per un preciso dimensionamento delle opere fondazionali in funzione della programmazione ed esecuzione, in condizioni di sicurezza, degli interventi previsti.

Nella presente fase di lavoro, vista la difficoltà di accesso all'area di ubicazione della centrale di produzione mediante un mezzo cingolato (penetrometro statico/dinamico TG-63/200 da 20 tonni di spinta e/o sonda per sondaggio geognostico) e vista la mancanza di una pista di accesso al sito, sulla base di attenti sopralluoghi, si è proceduto ad una valutazione qualitativa dell'ammasso roccioso affiorante nel sito in studio attraverso la Classificazione di Bieniaski (paragrafo 5.2) mentre per i valori dei parametri geotecnici si è fatto riferimento a dati bibliografici e pregressi in siti analoghi e/o limitrofi (Indagini VEL).

L'elaborazione della presente relazione è stata inoltre svolta in ottemperanza a quanto disposto dalle seguenti normative nazionali e regionali:

- R.D. n.1775 del 1923 "Utilizzazione di acque pubbliche";
- D.lgs. n° 152 del 03-04-2006 "Norme in materia di Ambiente" e s.m.i.
- L.R. 21/07/1995, n. 81 – Norme di attuazione L. 05/01/1994, n. 36: "Disposizioni in materia di risorse idriche",
- PIT, DCRT n. 12 del 25/01/2000 Piano di Indirizzo Territoriale.
- PIT - D.P.R.T. n. 45 04/04/2007 Piano di Indirizzo Territoriale, approvato con Delibera 72/07 del 24/07/07, pubblicato sul BURT n.42 del 17/10/07.
- Piano di indirizzo territoriale con valenza di piano paesaggistico "Proposta di deliberazione al C.R. n.1 del 17-01-2014";
- Regolamento "demanio idrico" della Provincia di Pistoia, Dipartimento Ambiente e Difesa del Suolo Servizio Difesa del Suolo e Demanio Idrico (Allegato della Delibera di Consiglio Provinciale n. 25 del 27.1.2009 - Modifiche al Regolamento approvato con atti di C. P. n° 298/04, n°413/05 e n°468/06).
- Piano di Bacino del Fiume Arno – Progetto di Piano, stralcio "Assetto Idrogeologico (PAI) del Fiume Arno, approvato con D.P.C.M. 6 maggio 2005;
- LR n.21 del 21 Maggio 2012 "Disposizioni urgenti in materia di difesa dal rischio idraulico idraulico e tutela dei corsi d'acqua";
- Regolamento di attuazione dell'art. 62 della L.R. n. 1/2005 in materia di indagini geologiche (D.P.G.R. 25.10.2011, n. 53/R).
- Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale – Provincia di Pistoia approvato con DCP n. 123 del 2009.
- OPCM n. 3907 del 13.11.2010;
- OPCM 4007/2012, che disciplina i contributi economici per gli interventi di prevenzione del rischio sismico, previsti dall'Art. 11 della Legge n. 77 del 24/06/2009.
- LR n. 58/2009 inerente le norme regionali in materia di prevenzione e riduzione del rischio sismico;
- Istruzioni Tecniche del Programma VEL (Valutazione Effetti Locali) della Regione Toscana;
- D.G.R.T. n. 431/2006.
- D.G.R.T. n. 878 del 08/10/2012, "Aggiornamento della classificazione sismica regionale in attuazione dell'O.P.C.M. 3519/2006 ed ai sensi del D.M. 14/01/2008 - Revoca della DGRT 431/2006";
- Decreto Ministeriale 14/01/2008 - Testo unitario Norme Tecniche per le Costruzioni (S.O. n. 30 alla G.U. 4 febbraio 2008 n. 29).
- Consiglio Superiore per i Lavori Pubblici - Istruzione per l'applicazione delle "Norme Tecniche per le costruzioni" di cui al DM 14 Gennaio 2008. Circolare n. 617 del 2009.
- Decreto del Presidente della Giunta Regionale 9 luglio 2009, n. 36/R. Regolamento di attuazione dell'articolo 117, commi 1 e 2 della legge regionale 3 gennaio 2005 n. 1 (Norme per il governo del

territorio). Disciplina sulle modalità di svolgimento delle attività di vigilanza e verifica delle opere e delle costruzioni in zone soggette a rischio sismico (Bollettino Ufficiale n. 25, parte prima, del 17/07/2009).

- L.R. n 10/2010 e s.m.i. (Norme in materia di valutazione ambientale strategica /VAS), valutazione di impatto ambientale (VIA) e di valutazione di incidenza (VI).
- L.R. n 1 del 03/01/2005 (Norme per il governo del territorio) e s.m.i.
- D.P.R.G. n. 26/R del 27 Aprile 2007 (Regolamento di attuazione dell'art. 62 della L.R. n.1 del 3 Gennaio 2005 in materia di indagini geologiche).
- D.P.G.R. 25/10/2011, n. 53/R;
- Si fa presente inoltre che le zone (V. Fig.7 di Tav Geo01) in oggetto sono esterne alla perimetrazione delle aree soggette a "vincolo idrogeologico" (L.R. n. 39 del 21.03.2000 Legge forestale della Toscana, L.R. n. 1 del 02.01.2003 Modifiche alla L.R. n. 39, Regolamento Regionale n. 48/R del 08.0.8.2003).

In particolare, nella presente Relazione Tecnica, s'illustra la geologia e l'idrogeologia dell'area indagata, la stratigrafia di massima dei terreni presenti e le relative caratteristiche geomeccaniche indicative; si fa presente inoltre che i rilievi geologico-geomorfologici di dettaglio, eseguiti direttamente in fase di sopralluogo, sono stati integrati con i dati reperiti dagli strumenti urbanistici comunali (Piano Strutturale comunale e dati bibliografici).

2. - MODELLAZIONE GEOLOGICA

2.1 – Stato dei luoghi

La zona in oggetto si ubica lungo il Torrente Pesca di Pesca, affluente destro del Fiume Arno, nella porzione settentrionale del tessuto insediativo dell'abitato di Pesca, nel CTR della Regione Toscana n.262050.

Nello specifico la zona ove verrà realizzata l'opera di presa (1) si ubica alla quota di circa 87.55 metri s.l.m. in sponda sinistra di una briglia presente in loc. Paradisino, su un'area golenale del torrente. La briglia si imposta sui ciottoli alluvionali del torrente in sinistra idrografica e, in destra idrografica, in parte anche sulla formazione rocciosa dell'Arenaria macigno (MAC).

In destra idrografica il versante è caratterizzato da affioramenti di roccia Macigno con pendenze piuttosto elevate (>50°) mentre in sinistra l'area è di tipo golenale caratterizzata da andamento morfologico sub-pianeggiante e dalla presenza di prati erbosi e coltivazioni di olivi, ove è presente una coltre di terreno vegetale superficiale di spessore stimabile intorno ai 0.5-1.0 metri, al di sopra dei depositi alluvionali.

Sul fondo alveo del torrente sono presenti ciottolosi e ghiaie, anche di dimensioni considerevoli ($\phi > 30$ cm), appartenenti alla formazione delle "alluvioni attuali e recenti".



Briglia attuale in loc. Paradisino, sponda destra

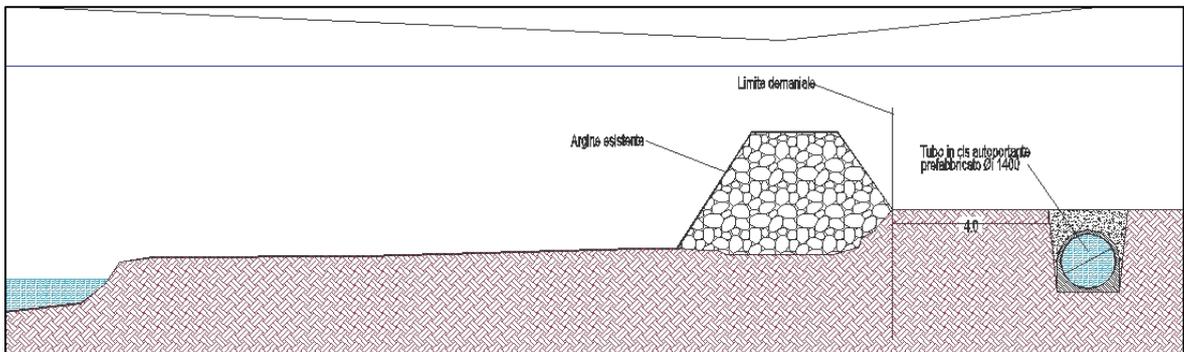
La vasca di carico, che sarà realizzata in prossimità della sponda sinistra esistente, consisterà in una "vasca" in cls di dimensioni massime utili pari a circa 11.50x4.60 metri, ribassata rispetto al piano di campagna attuale di una profondità che va da circa 2.00 a circa 3.80 metri. La vasca sarà distante circa 1.0 metro dal muro d'argine esistente e a tale proposito si prescrive l'esecuzione di opere di puntellamento per evitare il ribaltamento del muro durante la fase di scavo.



Sito dove verrà realizzata l'opera di presa – sponda sinistra –

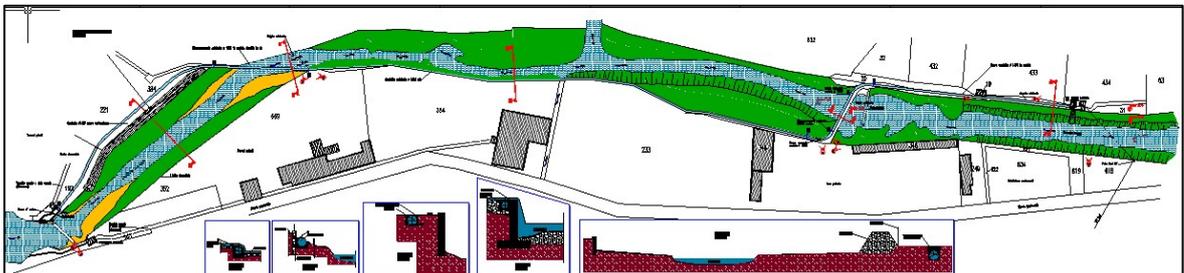
La condotta forzata in uscita dalla vasca di carico, si svilupperà per circa 180 metri di lunghezza e sarà completamente interrata ($\phi=1.4$ metri), verrà risagomata e consolidata parte dell'arginatura sinistra oggi in cattivo stato di manutenzione.

Lo scavo di alloggiamento della condotta sarà realizzato a circa 4.0 metri di distanza dall'argine del torrente.



Sezione del torrente e del primo tratto di tubazione – sponda sinistra –

Poi dopo due attraversamenti esistenti sul torrente (tubo in acciaio di $\phi=1.0$ m e $L=458$ m), si immetterà in una tubazione in ferro alloggiata nel vecchio canale esistente ($\phi=1.4$ m e $L=197$ m). Per l'intero tratto la condotta forzata passerà in corrispondenza delle "alluvioni attuali e recenti", caratterizzate, in alveo, dalla presenza di ghiaie e ciottoli prevalenti.



Intero percorso della condotta forzata sul T. Pesca di Pesca e relative sezioni

I sopralluoghi effettuati nell'intero tratto della condotta forzata (2), non hanno evidenziato la presenza di indizi di instabilità geomorfologica potenziali e/o in atto in considerazione dell'assetto geomorfologico dell'alveo fluviale, caratterizzato dalla presenza di depositi alluvionali, di spessore variabile e da roccia Macigno localmente affiorante e/o sub-affiorante (Fig.2-3 di Tav Geo01).



Alveo del torrente con presenza di "depositi alluvionali" (all) con ghiaie e ciottoli prevalenti e affioramenti rocciosi di Macigno (MAC)

Il locale per la produzione di energia elettrica (3), in sinistra del torrente, sarà completamente incassato in modo da non modificare in alcun modo la sezione d'alveo attuale.

UBICAZIONE CENTRALE DI
PRODUZIONE



Ubicazione della nuova centrale incassata

Il locale avrà dimensioni massime in pianta di 6.80x10.30 metri e si svilupperà su tre livelli (quota +68.50; quota 72.00 e quota 75.40 metri s.l.m.), oltre al canale di scarico (quota 65.50 metri), totalmente interrato e sottostante alla turbina, necessario alla restituzione delle acque turbinate al torrente.

Il sito di ubicazione della centralina, in sinistra idrografica del torrente, è caratterizzato, nella parte inferiore, da evidenti affioramenti di roccia Macigno. L'ammasso roccioso in questione presenta un assetto variamente scompaginato, con evidente stratificazione ad immersione verso W e WNW, pendenze medie (40-65°) ed un livello di alterazione e fratturazione, almeno superficiale, medio-alto.



Affioramento di roccia Macigno nella parte inferiore dell'argine sx del torrente

Alla base dell'ammasso roccioso e in alveo sono presenti le alluvioni attuali, caratterizzate da massi, ciottoli e ghiaie in matrice sabbiosa grossolana, trasportati dal corso d'acqua.



Ubicazione della nuova centrale incassata – foto inserimento -

Al di sopra del Macigno è presente un "terrazzamento" morfologico, con la presenza di una coltre di terreno di copertura caratterizzato però da limi sabbiosi prevalenti con ciottoletti, oltre ad un esiguo livello di terreno vegetale di alterazione superficiale, con prato e canneti.

Il muro soprastante in pietra ha un'altezza di circa 7.0 metri, a tergo dello stesso è presente del "materiale di riempimento" dell'argine, come confermato anche dall'indagine sismica effettuata poco più a valle, di cui si parlerà più approfonditamente ai paragrafi successivi.

2.2 – Cenni di tettonica e geologia generale

Il territorio comunale di Pescia rientra nell'ambito dell'Appennino settentrionale, la cui evoluzione tettonica può essere riferita a tre fasi successive :

- uno stile compressivo nel periodo Cretaceo medio- Miocene superiore, responsabile della sovrapposizione e dello spostamento delle varie unità tettoniche riferibili a domini paleogeografici diversi;
- uno stile distensivo dal tardo Miocene al Pliocene inferiore, con formazione di depressioni tettoniche (graben) delimitate da faglie dirette con direzione appenninica (NO-SE), in cui si sono instaurati cicli deposizionali continentali;
- uno stile di sollevamento differenziale nel quaternario, con movimenti relativi di innalzamento (e localizzate depressioni), capaci di innalzare zone collinari, formare terrazzamenti alluvionali, creare profonde incisioni torrentizie. Quest'ultima fase appare tuttora attiva, come testimoniato dall'attività sismica e dall'attività erosiva dei corsi d'acqua.

L'andamento delle aste fluviali è nettamente influenzato dallo sviluppo di faglie aventi in prevalenza direzione appenninica oppure N-S; in particolare si osservano nella porzione montana importanti lineazioni con asse N-S parallele ai contatti tettonici tra rocce delle unità Liguri e quelle della Serie Toscana. L'assetto dei rilievi è particolarmente influenzato dalla giacitura degli strati rocciosi; in genere si osservano strati immergenti verso ovest, con formazione di scarpate ripide nei versanti esposti ad est, dove la roccia ha una disposizione a reggi poggio.

Sono presenti due unità tettoniche oltre a depositi quaternari : la successione Toscana non metamorfica e la Successione Ligure s.l.

La prima, nota anche come Falda Toscana, è rappresentata in modo principale dal Macigno (MAC), turbidite oligo-miocenica composta da strati ritmici di arenaria, siltite e argilliti talvolta debolmente marnose, caratterizzata da alcune potenti bancate di arenaria.

La successione Ligure è rappresentata esclusivamente dalla Formazione di Sillano appartenente all'unità Morello (SIL), nota anche come Complesso di Base. Si tratta di argilliti grigie e nerastre intensamente deformate, con sistemi di scistosità, inglobanti frammenti e livelli di calcari marnosi, o più raramente di siltiti. L'epoca deposizionale è albiana-campaniana.

I depositi quaternari soprastanti il substrato resistente, costituito dalle formazioni precedentemente descritte, sono riferibili a vari processi morfogenetici: depositi di versante originati da fenomeni gravitativi, spesso associati all'azione meteorica; depositi alluvionali generati dall'attività fluviale e meteorica in genere; depositi di origine antropica.

2.3 – Geologia e geomorfologia di dettaglio

Dalla carta geologica di Fig. 2 – CARTA DI INQUADRAMENTO GEOLOGICO, nella zona d'interesse, affiorano le formazioni appartenenti alla Successione Toscana non metamorfica, che qui è presente in abbondanza con la formazione del Macigno.

Tra i depositi quaternari, la cartografia a corredo del PS comunale (Fig.2 di Tav. Geo01) evidenzia la presenza di depositi detritici di versante, depositi alluvionali attuali e recenti, conoidi e frane.

Nel dettaglio, le formazioni geologiche affioranti nei siti in oggetto e in un suo immediato intorno, estratte dalla carta geologica del Piano Strutturale comunale, partendo dalla formazione di età più antica, sono le seguenti (Fig.2):

SUCCESSIONE TOSCANA

- *Macigno (MAC)*: la formazione del "Macigno" è presente e ben affiorante alla base della zona di ubicazione della centralina e in destra idrografica della briglia in loc. Paradisino, oltre che nella maggior parte del tratto di alveo in oggetto.

Si tratta di un potente deposito torbiditico prevalentemente arenaceo alla base, arenaceo-pelitico e pelitico-arenaceo nella parte media e alta; localmente sono presenti torbiditi calcareo - marnose. Le arenarie di colore grigio-ocra all'alterazione hanno una granulometria da grossolana a fine. La porzione inferiore della formazione è costituita prevalentemente da strati spessi (1-5 m) di arenarie con granulometria da media a grossolana, organizzati sovente in corpi canalizzati a geometria lenticolare, con scarsa se non assente gradazione. Nella porzione media ed alta, la formazione ha prevalentemente i caratteri di una torbidite arenaceo-pelitica, talora quelli di una torbidite pelitico-arenacea. Età: Oligocene superiore.

DEPOSITI QUATERNARI

- *Depositi alluvionali terrazzati di epoca olocenica (bn1)* : affiorano a Nord dell'opera di presa in studio. Presentano una granulometria prevalentemente grossolana; si tratta di depositi costituiti da ghiaie e sabbie talvolta in matrice mista; si rinvengono in prevalenza ai margini dei principali corsi d'acqua, a quote leggermente più elevate degli alvei.

- *Depositi alluvionali attuali e recenti con ghiaie prevalenti (b)*: Affiorano nel talweg del torrente Pescia di Pescia, quindi in sponda sinistra della briglia (opera di presa), per tutto il tratto della condotta forzata e alla base della zona di ubicazione della centralina.

Sono depositi costituiti in massima parte da ciottoli e ghiaie eterometriche anche di grosse dimensioni (>30cm) in matrice sabbiosa grossolana, sono presenti nella parte valliva del torrente, dove l'energia deposizionale dei corsi d'acqua è ancora piuttosto elevata. Età: Olocene

- *Corpi di frana quiescenti o inattivi*: Accumuli generalmente eterogenei ed eterometrici di materiali litici in matrice limoso-argillosa in assetto scompaginato. Età: Pleistocene medio/sup. – Olocene

- *Corpi di frana attivi*: Accumuli generalmente eterogenei ed eterometrici di materiali litici in matrice limoso-argillosa in assetto scompaginato con indizi di evoluzione evidenti in atto. Età: Olocene

- *Depositi detritici (aa)*: Affiorano lontano dalle aree in oggetto. Ricoprono le formazioni rocciose, là dove la morfologia o lo spessore presunto è rilevante rispetto alla normale copertura pedogenetica. In particolare il Macigno si altera facilmente, dando luogo a coltri detritiche con prevalente matrice limo-sabbiosa. I corpi detritici, pur mantenendo pressoché inalterate la tessitura e la granulometria, possono risultare in posto oppure soggetti a movimenti gravitativi recenti o antichi (accumuli di frane attive/quiescenti/stabilizzate). Età: Olocene

Dal punto di vista morfologico i movimenti franosi evidenziati nella carta di Fig.3 (Tav. Geo01) sono riconosciute come "inattive" o "non definite". Sono presenti anche molto conoidi alluvionali, presenti in prevalenza lungo il corso del Pescia di Pescia tra Pietrabuona e Pescia.

2.4 – Litotecnica

Dal punto di vista litotecnico, la cartografia di Fig. 4 a corredo del PS comunale, che però non ricomprende il sito di ubicazione dell'opera di presa, distingue i terreni lapidei da quelli sciolti e poi nei seguenti sottogruppi:

TERRENI LAPIDEI

- Torbiditi arenacee con stratificazione ritmica di arenaria siltiti ed argilliti (Macigno).

TERRENI SCIOLTI

- Corpi detritici in matrice prevalentemente limo-sabbiosa (coltri detritiche di versante, accumuli di frane quiescenti e paleofrane);
- Depositi alluvionali attuali e recenti a granulometria prevalentemente elevata (ciottoli, ghiaie e sabbie);
- Depositi olocenici e pleistocenici a granulometria prevalentemente elevata (ciottoli, ghiaie e sabbie addensate in terrazzi alluvionali e conoidi)

Nella carta sono poi ubicati i dati geognostici distinti per tipologia.

2.5 - Idrogeologia

Dal punto di vista idrogeologico, la presenza, nel tratto in studio, di sedimenti grossolani ghiaioso-sabbiosi acquiferi (alluvioni) posti al di sopra del substrato di base (macigno) e, nella parte meridionale dell'area di intervento, alternanza di orizzonti acquiferi con livelli argillo-limosi (acquitardi), crea un sistema acquifero multistrato con circolazione idrica ipogea collegata agli alvei degli attuali corsi d'acqua superficiali.

La zona della bassa pianura Pesciatina e di Chiesina Uzzanese è contraddistinta da una successione stratigrafica ove prevalgono i materiali fini argillo-limosi poco propensi a costituire acquiferi in quanto a bassa permeabilità, al cui interno sono presenti lenti e livelli di paleoalvei e depositi grossolani permeabili sedi di circolazione idrica ipogea collegata agli attuali corsi d'acqua superficiali principali. Al di sotto di tali depositi fluvio-palustri, sono presenti sedimenti lacustri villafranchiani che, talora, presentano rilevanti risorse idriche in estesi acquiferi sabbiosi

Relativamente al tratto di territorio di intervento, sono presenti sedimenti grossolani e medi, propensi a contenere acquiferi collegati ai livelli di scorrimenti in alveo e subalveo da parte dei corsi di acqua.

Misurazioni di livello freatico eseguite a supporto del P.R.G. comunale nell'area di pianura limitrofa al corso d'acqua del T. Pescia, in pozzi di modesta profondità ad indicare la presenza di un acquifero superficiale nei depositi alluvionali, avevano fatto registrare la superficie libera della falda a profondità di circa un metro dal piano campagna; il rapporto tra la quota di fondo alveo di scorrimento delle acque nell'alveo del T. Pescia di Pescia, più bassa di 3-4 m rispetto a quella di attestamento del livello statico della falda rilevata nei pozzi, individua nel tratto di alveo una condizione di drenanza da parte del corso d'acqua nei confronti della falda freatica superficiale.

Un effetto di ravvenamento da parte delle acque in scorrimento in alveo nei confronti dell'acquifero limitrofo, può essere ipotizzato in occasione delle situazioni di acque alte in deflusso durante le piene fluviali.

Un contributo al sistema, seppure in misura decisamente minore, proviene anche dalla formazione arenacea del Macigno, in cui la circolazione idrica si sviluppa di preferenza a livello della coltre superficiale detritica e/o per mezzo della fratturazione presente.

Le formazioni geologiche affioranti nell'area in esame possiedono caratteristiche idrogeologiche appartenenti alle seguenti classi di permeabilità:

PERMEABILITÀ PER FATTURAZIONE MEDIO-BASSA: a questa classe appartengono le unità litostratigrafiche arenacee con intercalati livelli di siltiti e argilliti, come la formazione del Macigno.

Tale permeabilità è tuttavia decrescente a causa della progressiva otturazione delle fratture in profondità dovuta al processo di argillificazione dei silicati. Pertanto in questi acquiferi, che possono avere anche una notevole estensione ma dove la permeabilità è limitata in profondità, si instaura una circolazione breve e superficiale, che viene alimentata e si scarica, almeno in prima approssimazione, negli stessi bacini idrografici di pertinenza.

PERMEABILITÀ PER POROSITÀ PRIMARIA MEDIO-ALTA: Le unità litostratigrafiche permeabili per porosità primaria comprendono i vari depositi costituiti da rocce sciolte (o terreni) presenti nella zona esaminata, come coperture detritiche e depositi alluvionali recenti ed attuali, rappresentati in prevalenza da ghiaie e sabbie.

2.6 - Idrografia

Dal punto di vista idrografico ovviamente il Torrente Pescia di Pescia (o Pescia Maggiore), rappresenta il principale corso d'acqua della zona, affluente del Fiume Arno.

Esso nasce in due rami: torrente Pescia di Pontito (che scende da Pontito km 8) e torrente Pescia di Calamecca, che scende dalla Macchia Antonini (m 1011). I rami si uniscono a Sorana. La sua lunghezza è di circa 25 km.

Il ramo principale della Pescia Maggiore (quello sinistro) nasce a quota 1000 metri sui monti sopra Vellano (la cosiddetta Svizzera Pesciatina), e più precisamente a presso Femmina Morta nel comune di Marliana e confluisce nell'area umida del Padule di Fucecchio, da cui il canale Usciana trasporta le acque nell'Arno. Oltre ai comuni di Marliana e Pescia, il torrente attraversa i comuni di Chiesina Uzzanese e Ponte Buggianese (Valdinievole).

2.7 - Vulnerabilità dell'acquifero e problematiche idrogeologiche

Sulla base della permeabilità dei terreni affioranti nelle aree in oggetto, la Carta della Vulnerabilità dell'acquifero (Fig.6 di Tav. Geo 01) a corredo del PS comunale, definisce le seguenti classi di vulnerabilità:

Classe di Vulnerabilità Alta (4a):

Nella classe 4a rientrano: i corpi detritici, ed i corpi di frana provenienti dall'alterazione del Macigno, in quanto permeabili per la presenza di clasti grossolani e con scarsa matrice fine; i depositi alluvionali terrazzati quaternari ed i depositi di conoide, molto simili tra loro per quanto riguarda la permeabilità; i depositi alluvionali attuali e recenti a maggiore granulometria (ghiaie e sabbie). Nell'ambito della classe 4a è stata individuata una zona più sensibile, corrispondente ai terreni localizzati in ambito di pianura nelle zone adiacenti ai corsi d'acqua maggiori, dove i sedimenti sono maggiormente permeabili e la falda acquifera superficiale.

Classe di Vulnerabilità Medio-Alta (3a):

Nella classe 3a rientra la formazione torbiditica del Macigno, la cui bassa permeabilità primaria è incrementata da una più elevata permeabilità secondaria dipendente dalla fratturazione del litotipo. Sono inseriti in questa classe anche i depositi alluvionali attuali e recenti presenti nella parte intermedia e bassa della pianura pesciatina contraddistinti nella carta specifica da una media permeabilità.

La carta con problematiche idrogeologiche (Fig.5 di Tav Geo01) ricalca sostanzialmente la precedente cartografia. A Nord dell'area in studio sono presenti alcune sorgenti ad uso idropotabile con relativa fascia di rispetto (200 metri) ma esterna alla zona di interesse.

Secondo le NTA del PS all'art.44, per le aree caratterizzate da un grado di vulnerabilità medio-alto e alto, (3a, 4a, 4a*), non sono ammissibili gli impianti potenzialmente molto inquinanti, quali:

- impianti di zootecnia industriale;
- impianti di itticultura intensiva;
- realizzazione di discariche, impianti per lo stoccaggio ed il trattamento di R.S.U. e di rifiuti speciali e tossici nocivi fatte salve le previsioni contenute nel Piano dei Rifiuti di cui all'art. 95 P.T.C., se non per i materiali di risulta dell'attività edilizia completamente inertizzati;
- impianti industriali ad elevata capacità inquinante;
- centrali termoelettriche;
- depositi a cielo aperto e altri stoccaggi di materiali inquinanti idroveicolabili;

In merito alla vulnerabilità "alta", nell'eventualità che si verifichi una perdita occasionale di carburanti ed oli per la presenza di macchinari e mezzi durante le operazioni di lavoro, per ridurre al minimo tali rischi sarà valutata una regolare opera di monitoraggio e manutenzione, oltre ad una oculata organizzazione del cantiere, che prevederà le operazioni più a rischio in area appositamente organizzate. Le valutazioni più specifiche in merito saranno fatte in sede di progetto esecutivo.

2.8 – Ambiti fluviali e Vincoli

Ai sensi del nuovo PIT (2005-2010), approvato con Delibera n.72 del 2007, il Torrente Pescia di Pescia ricade tra i "corsi d'acqua rilevanti" (Fig.8 di Tav. Geo02), ad oggi ridefinito "Ambito "A" – delimitazione dei corsi d'acqua di cui all'elenco del D.C.R.T. n.72 del 24 Luglio 2007 (Allegato n. 4 del QC del PIT 2005-2010), corrispondente alle fasce di 10 metri di larghezza dal corso d'acqua (art.36 comma 3.).

Il Torrente Pescia di Pescia è classificato con il codice: PT741 (Pescia di Pescia e Pescia di Pontido). Ai sensi dell'art. 36 commi 3) e 4) dell'Allegato A, Elaborato 2 del nuovo P.I.T riporta quanto segue:

"nelle fasce di 10 metri di larghezza non si devono prevedere nuove edificazioni, manufatti di qualsiasi natura o trasformazioni morfologiche negli alvei, nelle golene, sugli argini e nelle aree comprendenti le due fasce della larghezza di m.10 dal piede esterno dell'argine o, in mancanza, dal ciglio di sponda dei corsi d'acqua principali ai fini del corretto assetto idraulico individuati nel Quadro conoscitivo del presente piano come aggiornato dai piani di bacino vigenti e fermo restando il rispetto delle disposizioni in essi contenute". La prescrizione di cui al comma 3 non si riferisce alle opere idrauliche, alle opere di attraversamento del corso d'acqua, agli interventi trasversali di captazione e restituzione delle acque, nonché agli adeguamenti di infrastrutture esistenti senza avanzamento verso il corso d'acqua, a condizione che si attuino le precauzioni necessarie per la riduzione del rischio idraulico relativamente alla natura dell'intervento ed al contesto territoriale e si consenta comunque il miglioramento dell'accessibilità al corso d'acqua stesso.

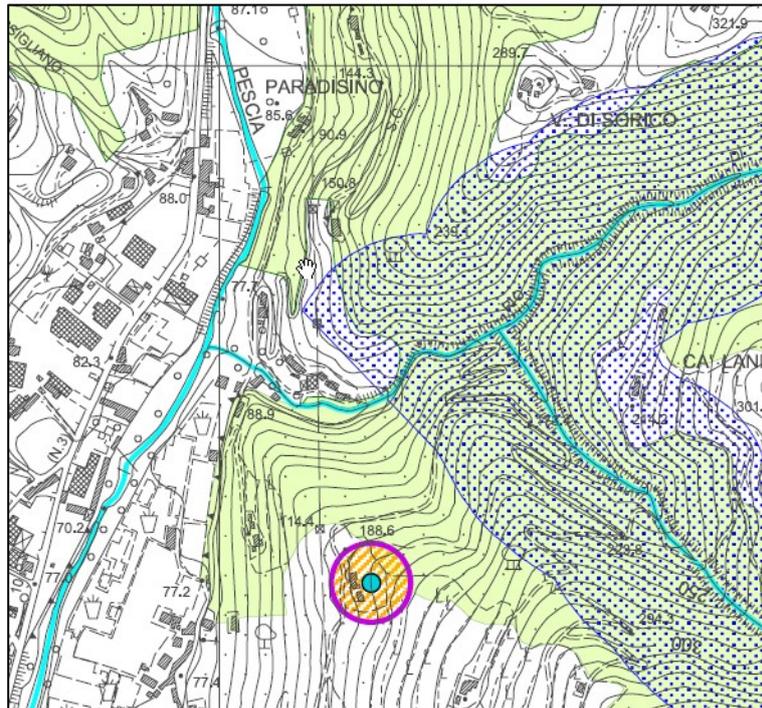
5. Sono fatte salve dalla prescrizione di cui al comma 3 le opere infrastrutturali che non prevedano l'attraversamento del corso d'acqua e che soddisfino le seguenti condizioni:

- a) non siano diversamente localizzabili;*
- b) non interferiscano con esigenze di regimazione idraulica, di ampliamento e di manutenzione del corso d'acqua;*
- c) non costituiscano ostacolo al deflusso delle acque in caso di esondazione per tempi di ritorno duecentennali;*
- d) non siano in contrasto con le disposizioni di cui all'articolo 96 del regio decreto 523/1904."*

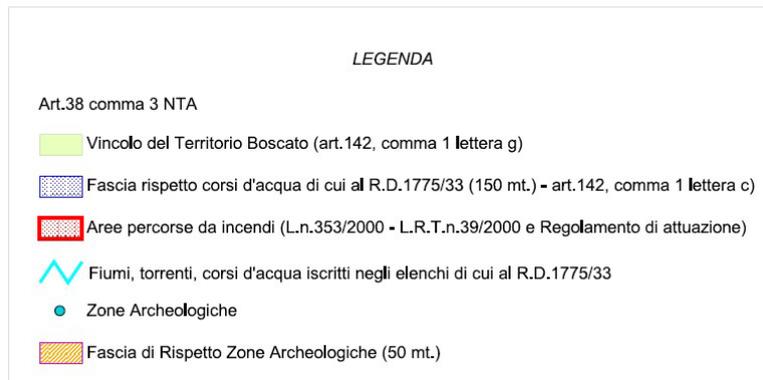
Ad oggi è già stata richiesta la concessione di derivazione di acque superficiali alla Provincia di Pistoia, settore "Difesa del Suolo e Demanio Idrico", per uso energetico, nel rispetto del T.U.1175/1923.

Come già accennato si fa presente inoltre che le zone in oggetto (Fig.7 di Tav Geo01) sono esterne alla perimetrazione delle aree soggette a "vincolo idrogeologico" (L.R. n. 39 del 21.03.2000 Legge forestale della Toscana, L.R. n. 1 del 02.01.2003 Modifiche alla L.R. n. 39, Regolamento Regionale n. 48/R del 08.0.8.2003).

In merito al Vincolo Paesaggistico, la cartografia a corredo del PS comunale riporta le seguenti perimetrazioni



DISCIPLINA VINCOLISTICA
"Aree tutelate per legge" ai sensi dell'Art.142 del codice dei beni culturali e del paesaggio (D.Lgs 42/2004) e proposta di vincolo archeologico



Recentemente, la Delibera al C.R. toscana n.1 del 17/01/2014, ha proposto una "adozione dell'integrazione del PIT con valenza di piano paesaggistico" che, per le zone in esame, riporta alcune piccole modifiche per i limiti del territorio boscato ma al momento non è vigente.



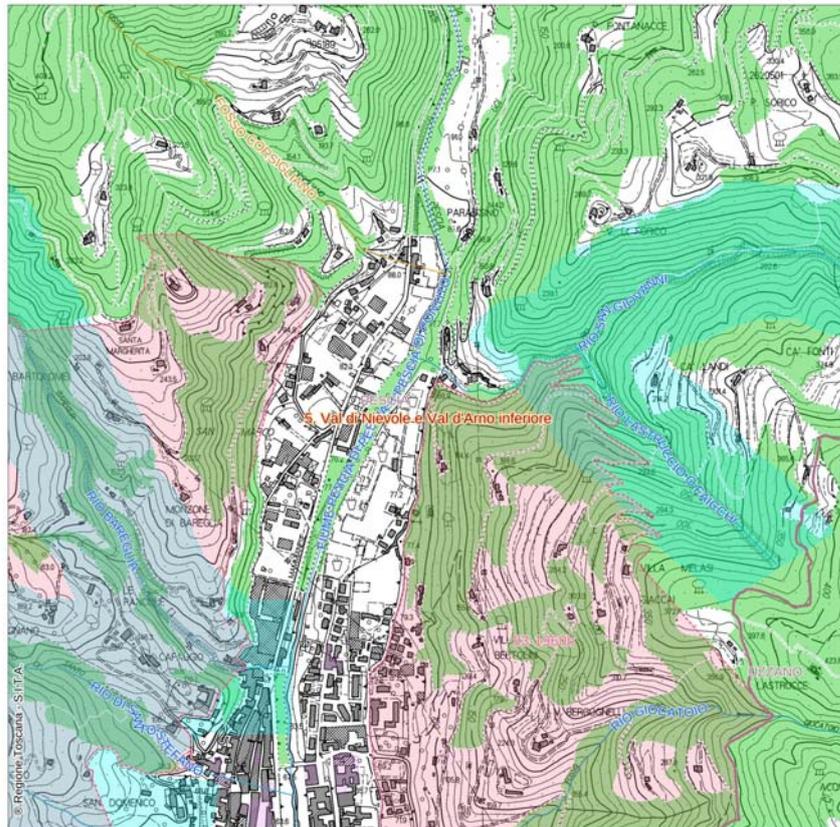
Regione Toscana



MINISTERO
PER I BENI E
LE ATTIVITÀ
CULTURALI

Integrazione del PIT con valenza di Piano Paesaggistico

Scala 1 :10.000



Beni paesaggistici

- Immobili ed aree di notevole interesse pubblico**
 - Immobili ed aree di notevole interesse pubblico D.Lgs.42/2004, art.136
 - Immobili ed aree di notevole interesse pubblico
- Aree tutelate per legge**
 - Let. a) - I territori costieri**
 - Let. b) - I territori contermini ai laghi**
 - Let. c) - I fiumi, i torrenti, i corsi d'acqua**
 - Aree tutelate
 - Lett. c)
 - Fiumi, torrenti, corsi d'acqua
 - fiumi, torrenti, corsi d'acqua
 - Idrografia Sistema acque_CTR
- Let. g) - I territori coperti da foreste e da boschi**
 - Aree tutelate
 - Zone boscate; Zone con vegetazione arbustiva e/o erbacea;
Strade in aree boscate

3. – PERICOLOSITA' DELL'AREA SECONDO LO STRUMENTO URBANISTICO VIGENTE

Si fa presente che le "Indagini geologico-tecniche di supporto al Piano Strutturale del Comune di Pescia (2011) sono state approvate con DCC n. 4 del 31 gennaio 2012, in ottemperanza alla L.R. n.1/2005 ed al DPGR n.26/R del 2007 ("Regolamento di attuazione dell'art. 62 della legge regionale 3 gennaio 2005, n. 1 "Norme per il governo del territorio in materia di indagini geologiche").

3.1. – Carta dei battenti e studi idraulici a corredo del P.S. comunale

Gli studi idraulici di supporto al PS comunale sono stati dal Consorzio di Bonifica del Padule di Fucecchio prima (Febbraio 2008) e dal dott. F. Manetti dopo (Dicembre 2011), in coerenza con le indicazioni del P.A.I. e del P.I.T.

Le tavole derivanti dalle verifiche di cui sopra, riportano battenti con 4 diversi tempi di ritorno: 20, 30, 200, 500 anni, dove i battenti sono stati suddivisi nelle seguenti classi : 0-30 cm, 31-50 cm, 51-100 cm, > 100 cm. Le cartografie inerenti le verifiche idrauliche (Fig.9-10 di Tav. Geo02) evidenziano la presenza di zone allagabili per $Tr=200$ e 500 anni subito a valle della zona di ubicazione della centralina; le maglie quadrate, derivanti dallo studio effettuato mediante Flo-2D sul modello digitale del terreno TDM, sono state poi rielaborate per trasformare le forme rettilinee perpendicolari in formato curvilineo.

La tavola di Fig.11 riporta inoltre i dati storici delle inondazioni e allagamenti avvenuti nella pianura, nonché delle situazioni temporanee di rischio idraulico che si verificano in concomitanza con gli eventi meteorici di particolare intensità per problemi di insufficienza di drenaggio del reticolo minore (non considerato nelle verifiche idrauliche). In tal senso sono, nella perimetrazione delle "aree soggette ad allagamento per $Tr \leq 20$ anni, sono stati inseriti gli alvei dei principali corsi d'acqua.

La successiva "Verifica della pericolosità idraulica del fiume Pescia di Pescia a monte della ferrovia Pistoia-Viareggio nel comune di Pescia", è stata redatta dall'Ing. D. Settesoldi del luglio 2013.

Dall'analisi degli studi sopra richiamati si evince come le aree interessate dal progetto non sono interessate da eventi alluvionali (Fig.12 di Tav. Geo02).

3.2. – Pericolosità Idraulica

La carta di Pericolosità Idraulica a corredo dello strumento urbanistico vigente deriva dagli studi idraulici sui principali corsi d'acqua in conformità al DPGR n.26/R del 2007 ("Regolamento di attuazione dell'art. 62 della legge regionale 3 gennaio 2005, n. 1 "Norme per il governo del territorio in materia di indagini geologiche"), come visibile dalla Fig.12 di Tav. Geo02.

I vari interventi, ovvero l'opera di presa, la condotta forzata e la porzione più esterna della centralina di produzione ricadono nella seguente classi di pericolosità idraulica:

Pericolosità idraulica molto elevata (I.4 a):

- Aree interessate da allagamenti per eventi con Tr 30 anni;
- Aree di fondovalle non protette da opere idrauliche per le quali ricorrono entrambe le seguenti condizioni:
 - vi sono notizie storiche di inondazioni;
 - sono in situazione morfologica sfavorevole, di norma a quote altimetriche inferiori di 2 metri rispetto al piede esterno dell'argine, o in mancanza, al ciglio di sponda".

3.2.1– Prescrizioni inerenti la Pericolosità Idraulica I.4

Ai sensi del D.P.G.R. n. 26/R e nel rispetto dell'art. 42 comma 2 delle NTA del PS vigente, trattandosi di situazioni caratterizzate da pericolosità idraulica molto elevata sarà necessario rispettare i seguenti criteri generali:

“(art.42, comma 2 NTA). Fintanto che non saranno stati eseguiti nuovi studi a livello generale o di singolo intervento sarà necessario rispettare i seguenti criteri generali:

- nelle aree in classe I4a e I3 interne al tessuto insediativo esistente, così come definito dal Regolamento Urbanistico gli interventi edificativi sono consentiti anche con adeguati sistemi di autosicurezza per eventi con tempo di ritorno di 200 anni, nel rispetto delle seguenti condizioni:

- dimostrazioni dell'assenza o dell'eliminazione di pericolo per le persone e i beni;
- dimostrazione che gli interventi non determinano aumento delle pericolosità in altre aree.

In tutti i casi la messa in sicurezza va realizzata rispetto ai battenti attualmente individuati nello studio idraulico esistente per il tempo di ritorno duecentennale, con franco di sicurezza non inferiore a 30 cm”.

In merito a quanto sopra, c'è da dire che:

- la realizzazione della vasca di carico non modifica il profilo longitudinale del torrente;
- le nuove condotte (interrate) e la condotta esistente ripristinata, non interferiscono con l'alveo e non ne riducono le sezioni libere;
- il locale per la produzione di energia elettrica, in sinistra del torrente, sarà completamente incassato in modo da non modificare in alcun modo la sezione d'alveo attuale. La centralina risulta inoltre lambita, nella porzione inferiore, dalle portate di eventi di piena. Come specificato nella Relazione Idraulica a firma dell'ing. R. Simoni, al quale si rimanda per maggiori dettagli, le aperture più basse nell'edificio di centrale si trovano a quota + 73.90 m s.l.m. con un franco di 1.87 m rispetto al livello di piena duecentennale, HTr.200 = +72.03 m s.l.m., quindi in condizioni di sicurezza idraulica.

3.3. – Pericolosità Geomorfologica

La carta di Pericolosità Geomorfologica a corredo del quadro progettuale del Piano Strutturale è stata redatta in conformità al DPGR n.26/R del 2007 (“Regolamento di attuazione dell'art. 62 della legge regionale 3 gennaio 2005, n. 1 “Norme per il governo del territorio in materia di indagini geologiche”), come visibile dalla Fig.14 di Tav. Geo02.

I vari interventi, ovvero l'opera di presa, la condotta forzata e la centrale di produzione ricadono nella seguente classi di pericolosità geomorfologica:

Pericolosità geomorfologica molto elevata (G.4):

- “alvei soggetti a fenomeni erosivi e di trasformazione morfologica attiva”. A tale proposito nella classe G.4 sono stati inseriti gli alvei dei corsi d'acqua, in quanto soggetti a fenomeni erosivi e di trasformazione morfologica attiva.

3.3.1– Prescrizioni inerenti la Pericolosità Geomorfologica G.4

Ai sensi del D.P.G.R. n. 26/R e nel rispetto dell'art. 40 comma 1 delle NTA del PS vigente, trattandosi di situazioni caratterizzate da pericolosità geomorfologica molto elevata sarà necessario rispettare i seguenti criteri generali:

In tale classi “sono ammessi:

- interventi di bonifica e consolidamento compresi gli interventi di regimazione delle acque e quelli per garantire la pubblica incolumità;
- interventi di manutenzione straordinaria degli edifici esistenti;
- interventi volti alla riduzione della vulnerabilità dei manufatti esistenti;
- altri interventi su edilizia esistente o infrastrutture solo a seguito di opere che garantiscano la loro messa in sicurezza.

Tali vincoli hanno valore fino a quando non siano rimosse le cause di pericolo a seguito di lavori di consolidamento i cui progetti devono essere approvati dall'Amministrazione Comunale. Ai sensi del D.P.G.R. 26/R/2007 è necessario rispettare i seguenti criteri generali:

a) non sono da prevedersi interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture che non siano subordinati alla preventiva esecuzione di interventi di consolidamento, bonifica, protezione e sistemazione;

b) gli interventi di messa in sicurezza, definiti sulla base di studi geologici, idrogeologici e geotecnici, devono essere comunque tali da non pregiudicare le condizioni di stabilità nelle aree adiacenti, da non limitare la possibilità di realizzare interventi definitivi di stabilizzazione dei fenomeni franosi, da consentire la manutenzione delle opere di messa in sicurezza;

c) in presenza di interventi di messa in sicurezza dovranno essere predisposti ed attivati gli opportuni sistemi di monitoraggio in relazione alla tipologia del dissesto;

d) l'avvenuta messa in sicurezza conseguente la realizzazione ed il collaudo delle opere di consolidamento, gli esiti positivi del sistema di monitoraggio attivato e la delimitazione delle aree risultanti in sicurezza devono essere certificati;

e) relativamente agli interventi per i quali sia dimostrato il non aggravio delle condizioni di instabilità dell'area, purché siano previsti, ove necessario, interventi mirati tutelare la pubblica incolumità, a ridurre la vulnerabilità delle opere esposte mediante consolidamento o misure di protezione delle strutture per ridurre l'entità di danneggiamento, nonché l'installazione di sistemi di monitoraggio per tenere sotto controllo l'evoluzione del fenomeno;

f) della sussistenza delle condizioni di cui sopra deve essere dato atto nel procedimento amministrativo relativo al titolo abilitativo all'attività edilizia".

In merito alla realizzazione della condotta forzata, dato che non si tratta di un vero e proprio intervento edilizio ma di "scavi e riporti", saranno eseguite valutazioni sulla stabilità dell'argine allo stato modificato una volta note le caratteristiche geotecniche dei terreni a seguito di indagini geognostiche.

Per la realizzazione della centralina di produzione, dato che verrà realizzata completamente incassata a tergo del muro di sostegno presente sull'argine sinistro del torrente, l'intervento può essere considerato di "consolidamento, bonifica, protezione e sistemazione" in quanto prevede la realizzazione di una struttura scatolare ammortizzata nel substrato roccioso e sostenuta da opere di sostegno con pali profondi.

3.4. – Pericolosità Sismica

La "carta delle zone a maggior pericolosità sismica locale" a corredo del quadro progettuale del Piano Strutturale è stata redatta in conformità del DPGR n.26/R del 2007 ("Regolamento di attuazione dell'art. 62 della legge regionale 3 gennaio 2005, n. 1 "Norme per il governo del territorio in materia di indagini geologiche"), come visibile dalla Fig.16 di Tav. Geo.02.

Gli interventi in progetto ricadono nella seguente classe di pericolosità sismica:

Pericolosità sismica locale media (S2), corrispondente a "Zone con presenza di depositi alluvionali granulari e/o sciolti".

3.4.1– Prescrizioni inerenti la Pericolosità sismica S.2

Ai sensi del D.P.G.R. n. 26/R e nel rispetto dell'art. 40 comma 1 delle NTA del PS vigente, trattandosi di situazioni caratterizzate da pericolosità geomorfologica molto elevata sarà necessario rispettare i seguenti criteri generali:

Nelle situazioni caratterizzate da pericolosità sismica media non è necessario indicare condizioni di fattibilità specifiche per la fase attuativa o per la valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

4. – VINCOLI SOVRAORDINATI

4.1. – Pericolosità Idraulica (Autorità di Bacino Fiume Arno)

La “perimetrazione delle aree con pericolosità idraulica - livello di sintesi” (stralcio n.024) del Piano stralcio Assetto Idrogeologico (PAI) del Bacino Fiume Arno, approvato con D.P.C.M. 6 Maggio 2005, evidenzia per la zona in oggetto, la seguente classe di pericolosità (Fig.13 di Tav. Geo02):

PI1 – “Aree a pericolosità moderata”, per le quali non sono previste particolari prescrizioni, ovvero: “Nelle aree P I.2 e P.I.1 e nelle aree di ristagno il PAI, nel rispetto delle condizioni fissate dagli strumenti di governo del territorio, persegue l'obiettivo di integrare il livello di sicurezza alle popolazioni mediante la predisposizione prioritaria da parte degli enti competenti ai sensi della legge 24 febbraio 1992, n. 25 di programmi di previsione e prevenzione”.

4.2. – Pericolosità Geomorfologica (Autorità di Bacino Fiume Arno)

La “perimetrazione delle aree con pericolosità da fenomeni geomorfologici di versante - livello di sintesi” (stralcio n.024) del Piano stralcio Assetto Idrogeologico (PAI) del Bacino Fiume Arno, approvato con D.P.C.M. 6 Maggio 2005, non evidenzia per la zona in oggetto nessuna classe di pericolosità (Fig.15 di Tav. Geo02). Marginalmente la prima parte della condotta forzata si avvicina ad una zona classificata con:

PF1 – “Aree a pericolosità moderata”, per le quali non sono previste particolari prescrizioni, ovvero: “Nelle aree P.F. 2 è consentita ogni tipologia di intervento prevista dagli strumenti di governo del territorio purché l'intervento garantisca la sicurezza, non determini condizioni di instabilità e non modifichi negativamente le condizioni ed i processi geomorfologici nell'area e nella zona potenzialmente interessata dall'opera e dalle sue pertinenze. Nelle aree P.F.2 e P.F.1 si persegue l'obiettivo di integrare il livello di sicurezza alle popolazioni, mediante la predisposizione prioritaria da parte degli enti competenti ai sensi della legge 24 febbraio 1992, n. 225 di programmi di previsione e prevenzione”.

4.3. – Valutazioni in merito alla LR 21/2012

In merito alla LR 21 maggio 2012, n. 21 “Disposizioni urgenti in materia di difesa dal rischio idraulico idraulico e tutela dei corsi d'acqua”, l'art.1 relativo alla “tutela dei corsi d'acqua” riporta quanto segue:

1. “Non sono consentite nuove edificazioni, la realizzazione di manufatti di qualsiasi natura o trasformazioni morfologiche negli alvei, nelle golene, sugli argini e nelle aree comprendenti le due fasce di larghezza di dieci metri dal piede esterno dell'argine o, in mancanza, dal ciglio di sponda dei corsi d'acqua di cui al quadro conoscitivo del piano di indirizzo territoriale previsto dall'articolo 48 della legge regionale 3 gennaio 2005, n. 1 (Norme per il governo del territorio), come aggiornato dai piani di assetto idrogeologico (PAI)”.

5. Ferma restando l'autorizzazione da parte dell'autorità idraulica competente, il divieto di cui al comma 1 non si applica altresì:

a) alle opere finalizzate alla tutela del corso d'acqua e dei corpi idrici sottesi;

b) alle opere connesse alle concessioni rilasciate ai sensi del regio decreto 11 dicembre 1933, n. 1775 (Approvazione del testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e sugli impianti elettrici);

c) agli interventi volti a garantire la fruibilità pubblica all'interno delle fasce di cui al comma 1, purché non compromettano l'efficacia e l'efficienza dell'opera idraulica e non alterino il buon regime delle acque;

d) alle opere di adduzione e restituzione idrica;

e) ai manufatti e alla manutenzione straordinaria delle costruzioni esistenti già in regola con le disposizioni vigenti”.

Sempre ai sensi della LR21/2012, nella aree a Pericolosità Idraulica Molto Elevata – PIME - (art. 2, comma 2) “è consentita, altresì, la realizzazione degli interventi di seguito indicati, a condizione che siano preventivamente realizzate, ove necessarie, le opere per la loro messa in sicurezza per tempo di ritorno duecentennale, comprensive degli interventi necessari per non aggravare la pericolosità idraulica al contorno:

“a) ampliamento e adeguamento di opere pubbliche”;

“b) nuovi impianti e relative opere per la raccolta e la distribuzione della risorsa idrica, il convogliamento e la depurazione degli scarichi idrici, lo stoccaggio, il trattamento, lo smaltimento ed il recupero dei rifiuti, la produzione ed il trasporto di energia da fonti rinnovabili o, comunque, al servizio di aziende e insediamenti produttivi previsti dagli strumenti e atti di pianificazione e programmazione regionali, provinciali e comunali vigenti al momento di entrata in vigore della presente legge, non diversamente localizzabili, oppure ampliamento o adeguamento di quelli esistenti; ...”.

Comma 6. “Nelle aree di cui al comma 1, gli interventi comportanti rimodellazioni del terreno non rientranti nell’articolo 80, comma 1, lettera d), della l.r. 1/2005, oppure la realizzazione di recinzioni o muri di cinta, sono consentiti solo nel caso in cui non determinano aumento del livello di pericolosità in altre aree;...”

Comma 8. Il progettista produce l’asseverazione attestante il rispetto delle condizioni di cui ai commi 2, 4, 5, 6 e comma 9, lettera g).”

5. – INDAGINI GEOGNOSTICHE E STRATIGRAFIA DI MASSIMA

5.1 – Indagini di riferimento

5.1.1 – Indagini DOCUP – Regione Toscana

Mediante la consultazione Banca Dati del Sottosuolo della Regione Toscana è stato possibile reperire alcune indagini di riferimento eseguite nelle vicinanze della zona in oggetto, nell'ambito del Progetto DOCUP del Servizio Sismico della Regione Toscana (anno 2008).

Nel dettaglio è presente n. 1 indagine sismica in onde P e onde Sh, denominata ST3, ubicata in sponda destra del torrente (Loc. San Marco), più o meno di fronte alla zona ove verrà realizzata la centralina di produzione (3) (Fig.17 di Tav. Geo03). Il risultato di tale indagine, in Allegato 2, mostra una sequenza litostratigrafica di questo tipo:

DOCUP_ST3

Da (m)	A (m)	Litologia	Vp (m/sec)	Vs (m/sec)
0.0	0.5	Terreni di riporto e/ massicciata stradale	450-460	240
0.5	12.0-15.0	Depositi alluvionali terrazzati antichi e recenti costituiti da blocchi, ciottoli e ghiaie	735-745	380
12.0-15.0	40.0-45.0	Arenaria Macigno	3215-3220	1500

Anche l'indagine sismica ST2, ubicata a Nord della zona dell'opera di presa (1) in zona Loc. Ponte San Lorenzo, mostra sostanzialmente lo stesso andamento stratigrafico (Allegato 2).

5.1.5 – Indagini a corredo del PS comunale

In merito alle indagine geognostiche a corredo del PS comunale prendiamo in riferimento alcune di esse al fine di cercare di estrapolare una caratterizzazione stratigrafica dei siti in oggetto del presente studio, nell'attesa di indagini in situ nella fase definitiva del progetto.

Le indagini sismiche in onde P, denominate n.9 e n.12 poste come indicato in Fig. 17 di Tav. Geo03 nei pressi della centralina in studio (Allegato 2), ricalcano abbastanza i dati della tomografia sismica in situ effettuata in Marzo 2014, in particolare mostrano la seguente successione sismo stratigrafica:

n.9-n. 12

Da (m)	A (m)	Litologia	Vp (m/sec)
0.0	0.5-2.0	Terreno di riporto/agrario/depositi alluvionali recenti sciolti, sopra falda	110-200
0.5-2.0	3.0-7.0	Depositi alluvionali recenti da poco a mediamente addensati/substrato arenaceo completamente fratturato	500-1100
3.0-7.0	In poi	Substrato arenaceo da molto e mediamente fratturato	> 2000

Si fa presente che le indagini n.6, trattandosi di prove penetrometriche che raggiungono il rifiuto strumentale (N>60 colpi) a profondità limitate dal piano campagna (-1.40 metri dal p.c.), non sono state prese in considerazione perché poco significative.

La stratigrafia derivante dal pozzo n.1, nelle vicinanze dell'opera di presa (2), mostra quanto segue (Allegato 2):

da 0.0 a 6.0 ghiaie mal classate;

da 6.0 a 23.0	arenarie e siltiti poco fratturate;
da 23.0 a 34.0	arenarie alterate bruno giallastre;
da 34.0 a 42.0	arenarie e siltiti poco fratturate;
da 42.0 a 55.0	arenarie intensamente fratturate, grigiastre;
da 55.0 a 60.0	arenarie mediamente fratturate.

Le altre tipologie di indagine, rappresentate da prove penetrometriche dinamiche e statiche sono meno rappresentative in quanto indagano il terreno a profondità limitate dal piano campagna, per poi interrompersi in corrispondenza del rifiuto strumentale. In linea di massima mostrano la presenza di un primo livello agrario/ di limi sabbioso-argillosi sciolti e poco consistenti sulle alluvioni costituite da ghiaie e ciottoli in matrice sabbiosa grossolana.

5.2 – Indagini sismiche in situ

Al fine di caratterizzare la zona di ubicazione della centralina di produzione (3) e non potendo accedere al sito mediante un mezzo cingolato per poter eseguire prove penetrometriche, si è scelto di eseguire alcune indagini sismiche, volte ad inquadrare meglio la stratigrafia del sito, nella fattispecie:

- n.1 tomografie sismica in onde P; (con n.24 geofoni, interspazio 2.0 m e lunghezza della stesa di 46 metri),
- n.1 Masw;

5.2.1 – Tomografia sismica onde P

Nella prospezione sismica a rifrazione, si sfrutta la diversa velocità di propagazione delle onde longitudinali (onde P o "di compressione e dilatazione") o trasversali (onde SH o "di taglio") per determinare spessori e andamento dei livelli presenti.

L'indagine è stata eseguita con uno stendimento orientato circa N-S (N40), come mostrato in Fig. 17 di tav. geo03 e riportato Allegato1; la stessa è stata ubicata un po' più a Sud rispetto al sito di ubicazione della centralina (3) per difficoltà di accesso all'area effettiva e per la presenza di un folto canneto ad impedire lo stendimento sismico.

Il risultato dell'interpretazione derivante dalla tomografia ha evidenziato la presenza di onde P che mostrano velocità variabili da 130 m/s a 2250 m/s:

Con riferimento alle sezioni sismo-tomografiche allegate, in dettaglio si ha:

- dalla superficie fino a profondità massima di circa 2-4 m si incontra un primo strato con $V_p = 130\div 600$ m/sec, correlabile con la copertura detritica da poco a mediamente addensata/compatta; tale sismostrato è stato correlato all'orizzonte litostratigrafico "A";
- tra le isotachie di 600 e 1200 m/sec, le velocità sono riferibili alla copertura detritica mediamente addensata/compatta; tale sismostrato è stato correlato all'orizzonte litostratigrafico "B";
- tra le isotachie di 1200 e 1800 m/sec, le velocità sono riferibili alla copertura detritica molto addensata/compatta e/o al bedrock completamente alterato e fratturato; tale sismostrato è stato correlato all'orizzonte litostratigrafico "C";
- al di sotto, $V_p = 1800\div 2250$ m/sec possono essere riferibili al bedrock molto alterato e fratturato; tale sismostrato è stato correlato all'orizzonte litostratigrafico "D";

5.2.2 – Indagine sismica Masw

La metodologia MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine non invasiva che individua il profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , basandosi sulla misura delle onde

superficiali (onde di Rayleigh e onde di Love) fatta in corrispondenza di diversi sensori (accelerometri o geofoni) posti sulla superficie del suolo fatta in corrispondenza di diversi sensori (geofoni) posti sulla superficie del suolo. Nel caso di stendimento lineare di geofoni per la registrazione delle onde superficiali generate in un punto della superficie, si parla di metodo attivo. Tale indagine è finalizzata alla ricostruzione della distribuzione e dell'andamento delle velocità sismiche nel sottosuolo nell'intervallo di profondità 0-30 metri (Vs30), al fine di determinare le principali caratteristiche sismo-stratigrafiche ed elastiche dei terreni.

L'indagine eseguita è consistita in uno stendimento di lunghezza pari a 46 metri, in parallelo alla Tomografia in onde P, realizzato con andamento circa N-S (N40). Sulla base dell'elaborazione dell'indagine sono emersi i seguenti sismo strati e relativi parametri geotecnici (Fig.17 di Tav. Geo03, Allegato 1):

Thickness (m)	3,1	4,0	3,1	7,0	4,9	7,9
Vs (m/s)	292	413	611	822	1182	1313
Density (gr/cm ³) (approximate values)	2.26	2.06	2.16	2.20	2.35	2.33
Seismic/Dynamic Shear modulus (MPa) (approximate values)	192	351	806	1484	3283	4024
Poisson Approximate values for Vp and Poisson	0.49	0.40	0.41	0.37	0.43	0.40

5.3 – Stratigrafia di massima dei siti di intervento

Sulla base delle indagini eseguite sul sito di ubicazione della centralina e di quelle di riferimento sin ora reperite, si ritiene di poter estrapolare una stratigrafia di massima caratterizzata dai seguenti orizzonti litostratigrafici sito per sito, senza dare, ad ora, una caratterizzazione geotecnica alla quale si rimanda in una successiva e più approfondita fase di studio:

Per il sito (1), ove verrà realizzata dell'opera di presa, la stratigrafia di massima è la seguente:

orizz. A	0.0	1.0÷2.0	Terreno vegetale/ limi sabbioso-argillosi da poco a mediamente addensati e consistenti
orizz. C	1.0÷2.0	6.0÷10.0	Depositi alluvionali con ciottoli, ghiaie e sabbia grossolana
Orizz.D	6.0÷10.0	in poi	substrato litoide Arenaria Macigno, superficialmente molto alterato e fratturato

Per il sito (3), ove verrà realizzata la centralina elettrica, la stratigrafia di massima è la seguente:

orizz. A	0.0	2.0÷4.0	Terreno vegetale/ terreno di riporto e/o di copertura con limi sabbioso-argillosi da poco a mediamente addensati e consistenti, con Vp=130-600 m/sec
orizz. B	2.0÷4.0	6.0÷8.0	Terreni detritici con limi sabbiosi addensati e ciottoletti, con Vp=600-1200 m/s
orizz. C	6.0÷8.0	10.0÷14.0	Alluvioni con ciottoli e ghiaie / substrato arenaceo completamente alterato, con Vp=1200-1800 m/s
orizz. D	10.0÷14.0	In poi	substrato litoide molto alterato e fratturato, con Vp=1800-2250 m/s

La condotta forzata (2) sarà in gran parte riutilizzata quella esistente mentre per la porzione nuova sarà alloggiata entro uno scavo nel terreno superficiale (circa 1.8metro) o alloggiata all'interno di un canale esistente.

5.4 – Classificazione dell'ammasso roccioso di Bieniawski (RMR – 1979)

Vista l'impossibilità logistica di eseguire indagini geognostiche in situ, almeno in questa fase, per la mancanza di una pista adatta all'accesso di mezzi cingolati, si è scelto di fare una valutazione qualitativa dell'ammasso roccioso che affiora, come visto nella carta geologica (Fig.2), in corrispondenza della sponda sinistra del torrente ove andrà ubicata la centrale di produzione (3).

Si premette che tale valutazione è stata eseguita solo sulla base degli affioramenti presenti lungo le sponde del torrente e in considerazione dell'estensione limitata degli affioramenti misurabili le considerazioni geomeccaniche andranno probabilmente confermate e/o approfondite dopo le prime fasi di apertura dello scavo.

La caratterizzazione geomeccanica della formazione litoide affiorante (Arenaria Macigno) è stata ottenuta sulla base delle osservazioni e del rilievo eseguito, da cui è stato possibile ricavare lo stato e la qualità dell'ammasso roccioso sulla base della classificazione proposta da Bieniawski, che tiene di conto di 5 parametri fondamentali che sono (Rock Mass Rating -RMR, Bieniawski) :

- A1: Resistenza alla compressione uni assiale (Co);
- A2: Rock Quality Designation Index (Indice RQD);
- A3: spaziatura delle discontinuità
- A4: condizioni delle discontinuità
- A5: Condizioni idrauliche

Sulla base di dati bibliografici e di un rilievo geomeccanico, è stato possibile attribuire "indice parziale" a ciascun parametro, la cui somma algebrica fornisce l'indice complessivo dell'ammasso roccioso (RMR, Bieniawski, 1979).

La classificazione di Bieniawski tiene infatti conto di 5 parametri relativi allo stato della roccia e dell'ammasso roccioso e di un indice di correzione (Ic) il cui valore è funzione dell'orientamento delle discontinuità e del problema affrontato (gallerie, versanti e fondazioni).

$$RMR = (A1 + A2 + A3 + A4 + A5) - Ic;$$

Il primo (Co) parametro è stato ricavato da dati bibliografici, mentre gli altri direttamente in fase di rilevamento strutturale.

Classificazione di Bieniawski del 1979

PARAMETRI		INTERVALLI DI VALORI							
1	RESISTENZA ROCCIA INTATTA	Carico puntuale(Mpa)	>10	4-10	2-4	1-2	Non applicabile		
		Compressione monoassiale(MPa)	>250	100-250	50-100	25-50	5-25	1-5	<1
	Indice		15	12	7	4	2	1	0
2	RQD (%)		90-100	75-90	50-75	25-50	<25		
	Indice		20	17	13	8	3		
3	SPAZIATURA GIUNTI (m)		>2	0,6-2	0,6-0,2	0,06-0,2	<=0,06		
	Indice		32	15	10	8	5		
4	CONDIZIONE GIUNTI		Superfici molto scabre non continue. Pareti roccia non alterate	Superfici scabre. Apertura <1mm. Pareti roccia leg.alterate	Superfici scabre. Apertura <1mm. Pareti roccia molto alterate	Superfici lisce o laminate o riempimento<5mm o apertura 1-5mm. Giunti continui	Riempimento tenero con spessore >5mm o giunti aperti>5 mm. Giunti continui		
	Indice		30	25	20	10	0		
5	CONDIZIONI IDRAULICHE	Afflusso per 10m di lunghezza del tunnel (litri/min)	Assente	<10	10-25	25-125	>125		
		Rapporto Pressione acqua nei giunti/Pressione naturale in sito	0	<0,1	0,1-0,2	0,2-0,5	>0,5		
		Condizioni generali	Giunti asciutti	Umidi	Bagnati	Stillicidio	Venute d'acqua		
	Indice		15	10	7	4	0		

Relativamente alla Formazione dell'“Arenaria Macigno” nella sua porzione più superficiale, completamente alterata e fratturata, sono stati ricavati i seguenti parametri di Bieniawski:

Parametro	Valore misurato	Indice
Co (MPa)	28	4
RQD (%)	49	8
Spaziatura giunti (m)	0.6-0.2	10
Condizioni dei giunti		20
Condizioni idrauliche	Umidi	10
BRMR (basic)		52

Per la stima dell'indice di correzione Ic si deve fare riferimento, anche in questo caso, alla seguente tabella:

Orientamento dei giunti		Molto favorevole	Favorevole	Discreto	Sfavorevole	Molto sfavorevole
Gallerie e miniere	Indice	0	-2	-5	-10	-12
Fondazioni		0	-2	-5	-15	-25
Versanti		0	-5	-7	-50	-60

Applicando alla BRMR la correzione Ic (versanti) si ottiene l'indice RMR, correlato alla qualità dell'ammasso roccioso secondo la seguente tabella:

$$RMR = 52 - Ic = 45$$

RMR	0-20	21-40	41-60	61-80	81-100
CLASSE	V	IV	III	II	I
QUALITA'	Molto scadente	Scadente	Discreta	Buona	Ottima

Classe ammasso roccioso: III - DISCRETA

I parametri geomeccanici sono invece essere correlati direttamente a BRMR(e non a RMR) attraverso le relazioni:

$$\varphi(^{\circ}) = 5 + \frac{BRMR}{2}$$

$$c(MPa) = 0,005 * BRMR$$

$$E(GPa) = 10^{\frac{BRMR-10}{40}}$$

dove: $\varphi (^{\circ})$ = Angolo d'attrito dell'ammasso roccioso;
 c (Mpa) = Coesione dell'ammasso roccioso;
 E (Gpa) = Modulo elastico dell'ammasso roccioso;

I parametri base derivati secondo Bieniawski per l'arenaria Macigno superficiale, completamente alterata e fratturata sono:

Angolo d'attrito (ϕ)	31°
Coesione (c)	2.65 kg/cmq
Modulo elastico (E)	11,22 GPa

Relativamente alla Formazione dell'“Arenaria Macigno” nella sua porzione più profonda, molto alterata e fratturata, sono stati ricavati i seguenti parametri di Bieniawski:

Parametro	Valore misurato	Indice
Co (MPa)	33	4
RQD (%)	90	17
Spaziatura giunti (m)	0.6-0.2	10
Condizioni dei giunti		20
Condizioni idrauliche	Umidi	10
BRMR (basic)		61

Per la stima dell'indice di correzione I_c si deve fare riferimento, anche in questo caso, alla seguente tabella:

Orientamento dei giunti		Molto favorevole	Favorevole	Discreto	Sfavorevole	Molto sfavorevole
Gallerie e miniere		0	-2	-5	-10	-12
Fondazioni	Indice	0	-2	-5	-15	-25
Versanti		0	-5	-7	-50	-60

Applicando alla BRMR la correzione I_c (versanti) si ottiene l'indice RMR, correlato alla qualità dell'ammasso roccioso secondo la seguente tabella:

$$RMR = 61 - I_c = 54$$

RMR	0-20	21-40	41-60	61-80	81-100
CLASSE	V	IV	III	II	I
QUALITA'	Molto scadente	Scadente	Discreta	Buona	Ottima

Classe ammasso roccioso: III - DISCRETA

I parametri geomeccanici derivati secondo Bieniawski dalle correlazioni viste sopra, per Arenaria “Macigno” nella sua porzione più profonda, molto alterata e fratturata:

Angolo d'attrito (ϕ)	35.5°
Coesione (c)	3.11 kg/cmq
Modulo elastico (E)	18,83 GPa

6. - VALUTAZIONI DI CARATTERE SISMICO

6.1 - Quadro normativo in materia antisismica della Regione Toscana

In breve si riporta il quadro normativo nazionale e regionale in materia antisismica.

Normativa nazionale

- O.P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003 “

Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”. (G.U. n. 105 del 08.05.2003, Supplemento Ordinario n. 72)

Il riordino della normativa antisismica in Italia inizia con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 2003 che fornisce i primi elementi in materia di classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica. È in questa Ordinanza che viene introdotta la classificazione dei terreni in base ai parametri Vs30, Nspt, cu.

- Decreto n. 3685 del Capo del Dipartimento della Protezione Civile del 21 ottobre 2003
Disposizioni attuative dell'art. 2, commi 2, 3 e 4, dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20/04/2003 - Individuazione delle tipologie degli edifici d'interesse strategico e delle opere infrastrutturali la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale, di competenza statale, attuazione dell'articolo 2 dell'Ordinanza (G.U. n. 222 del 23.09.05, S.O. n. 159).
- OPCM n. 3431 del 03 maggio 2005
Ulteriori modifiche ed integrazioni all'OPCM 3274/2003 (G.U. n. 107 del 10.05.2003).
- DM Infrastrutture e Trasporti 14 settembre 2005
“Norme Tecniche per le Costruzioni” (G.U. n. 222 del 23.09.2005, Suppl. Ord. n. 159) del Ministero delle Infrastrutture che di concerto con il Dipartimento della Protezione Civile ha emanato un nuovo corpo normativo che assorbe anche quello adottato con l'Ordinanza 3274/03, pervenendo alla suddivisione delle zone sismiche 1, 2 e 3 anche in sottozone caratterizzate da valori dell'accelerazione intermedi rispetto ai valori di soglia.
- OPCM n. 3519 del 28 aprile 2006
Sono stati emanati ulteriori “Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone” (G.U. n. 108 del 11.05.2006), ad integrazione della citata OPCM n° 3274/03, tenuto conto che in tale Ordinanza contestualmente si dà atto della provvisorietà dei suddetti criteri, in attesa del completamento delle attività del Gruppo di Lavoro istituito con Decreto del Presidente del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici finalizzato alla revisione dei Criteri. Tale Ordinanza ha adottato la mappa di pericolosità sismica MPS04 quale riferimento ufficiale.
- DM Infrastrutture 14 gennaio 2008
“Nuove Norme Tecniche per le costruzioni” (G.U. n. 29 del 04.02.2008, S. O. n. 30). Il 4 febbraio 2008 viene pubblicato in G. U. il DM 14.01.2008 contenente le Nuove NTC. Le norme definiscono i principi per il progetto, l'esecuzione e il collaudo delle costruzioni, le prestazioni richieste in termini di resistenza meccanica e stabilità, anche in caso di incendio, e di durabilità. Forniscono i criteri generali di sicurezza, precisano le azioni che devono essere utilizzate nel progetto, definiscono le caratteristiche dei materiali e dei prodotti e trattano gli aspetti attinenti alla sicurezza strutturale delle opere. A gennaio 2008 una Direttiva del PCM fornisce

indicazioni per la valutazione e la riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale, con riferimento alle NTC. Il MI Trasporti fornisce, con la Circolare 617/2009, le istruzioni per l'applicazione delle nuove NTC di cui al DM del 14.01.2008.

- Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 C.S.LL.PP.
"Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008" (G.U. n. 47 del 26.02.2009, S. O. n. 27).
- Circolare 5 agosto 2009 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (G.U. n. 187 del 13.08.2009). Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008. Cessazione del regime transitorio di cui all'art. 20, comma 1 del D.L. 31 dicembre 2007 n. 248.
- Circolare 11 dicembre 2009 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (G.U. n. 297 del 22.12.2009).
Entrata in vigore delle norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008. Circolare 5 agosto 2009 - Ulteriori considerazioni esplicative.
- OPCM n. 3907 del 13 novembre 2010
Attuazione dell'articolo 11 del D.L. 28 aprile 2009, n. 39, convertito, con modificazioni, dalla legge 24 giugno 2009, n. 77 in materia di contributi per interventi di prevenzione del rischio sismico (G.U. n. 281 del 01.12.2010 – Suppl. Ord. n. 262), che disciplina i contributi per gli interventi di prevenzione del rischio sismico previsti dall'art.11 della citata legge relativamente ai fondi disponibili per l'annualità 2010.
- OPCM n. 4007 del 29.02.2012
Contributi per gli interventi di prevenzione del rischio sismico per l'anno 2011 . (G.U. n. 56 del 17.03.2012).

Normativa regionale

- L.R. n.88 del 6 dicembre 1982
Disciplina dei controlli sulle costruzioni in zone soggette a rischio sismico (Nota: cessa l'applicazione dal 26.10.2006 con l'entrata in vigore del Regolamento di attuazione dell'art. 117, comma 2, lett. g) della L.R. 1/2005 di cui al Decreto del Presidente della Giunta regionale n. 48/r del 17.10.2006).
- Deliberazione di G.R. n. 4432 del 29 aprile 1985
"Orientamenti interpretativi e raccomandazioni in materia di normativa antisismica". □ L.R. n. 21 del 17 aprile 1984 "Norme per la formazione e l'adeguamento degli strumenti urbanistici ai fini della prevenzione del rischio sismico, in attuazione dell'art. 20 della legge 10 dicembre 1981, n. 741".
- Deliberazione di Giunta Regionale n. 604 del 16.06.2003
"Indirizzi generali e prime disposizioni sulla riclassificazione sismica della Regione Toscana, in applicazione dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003".
- Legge regionale n. 1 del 3 gennaio 2005
"Norme per il governo del territorio" (Testo coordinato con l'entrata in vigore della L.R. 15/2005, della L.R. 24/2006 e della L.R. 37/2006).
- Deliberazione di G.R.T. n. 431 del 19 giugno 2006
"Classificazione sismica". Recepisce l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28.04.2006. La proposta di riclassificazione sismica del territorio regionale è stata illustrata alla Giunta Regionale in data 12 giugno 2006.
- Decreto Presidente G.R. n. 26/r del 27 aprile 2007
Regolamento di attuazione dell'art. 62 della L.R. 1/2005 (Norme per il governo del territorio) in materia di indagini geologiche (pubblicato sul B.U.R.T. n. 11 del 7.05.2007).
- Deliberazione di Giunta Regionale n. 841 del 26 novembre 2007
"Aggiornamento elenco dei comuni a maggior rischio sismico della Toscana. - Allegato 1 - Elenco dei comuni a maggior rischio sismico". - Allegato 2 - Mappa dei comuni a maggior rischio sismico. La Giunta Regionale Toscana individua delle zone a maggior rischio sismico, per complessivi 81 comuni, nelle quali è massima la

priorità per lo svolgimento delle attività di prevenzione sismica previste nei programmi regionali. Tale delibera integra e modifica le precedenti deliberazioni di G.R.T. n. 604 del 16.06.2003 e n. 751 del 28.07.2003.

- Decreto del Presidente della G.R. n. 36/r del 9 luglio 2009

Regolamento di attuazione dell'art. 117 della L.R. 1/2005 (Norme per il governo del territorio). Disciplina sulle modalità di svolgimento delle attività di vigilanza delle opere e delle costruzioni in zone soggette a rischio sismico. (Pubblicato sul B.U.R.T. n. 25 del 17.07.2009).

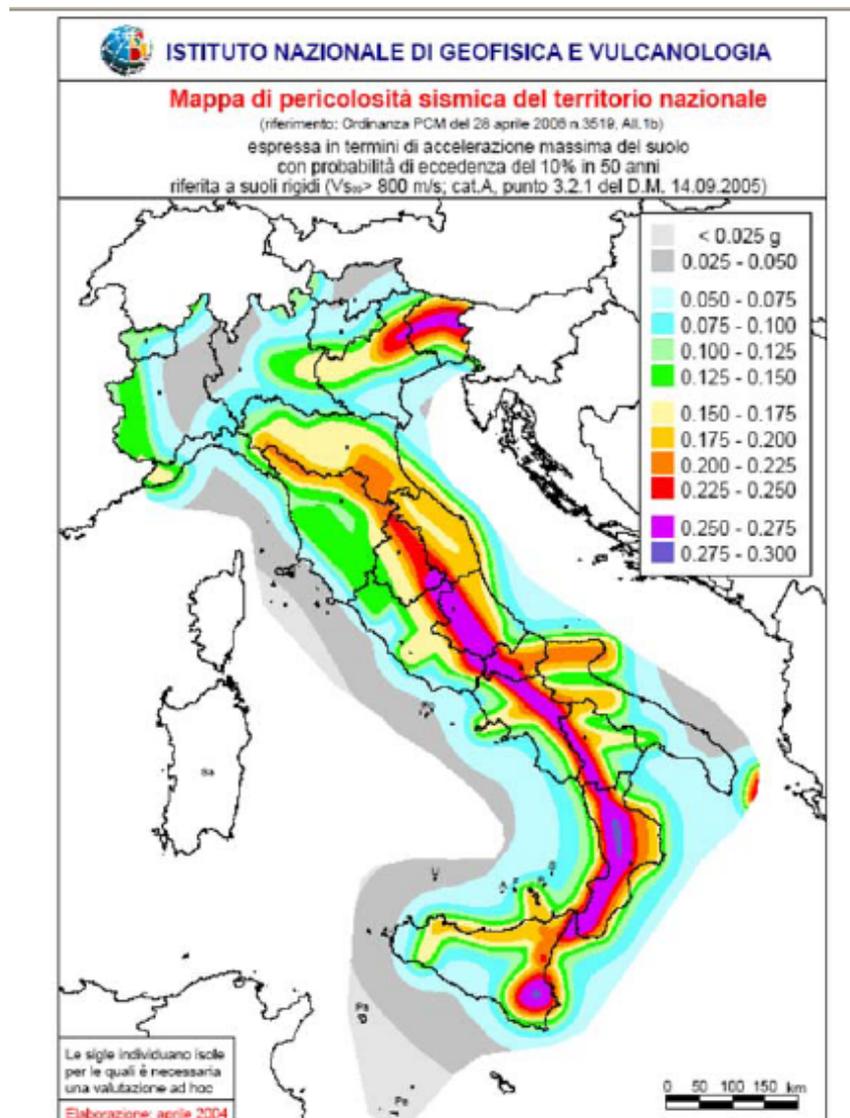
- DPGR n.53/R del 25 ottobre 2011

“Regolamento di attuazione dell'articolo 62 della legge regionale 3 gennaio 2005, n.1 (Norme per il governo del territorio) in materia di indagini geologiche” (B.U.R.T. n.51-Parte I del 02.11.2011).

- D.G.R.T. n. 878 del 08/10/2012,

“Aggiornamento della classificazione sismica regionale in attuazione dell'O.P.C.M. 3519/2006 ed ai sensi del D.M. 14/01/2008 - Revoca della DGRT 431/2006”;

In base a questa norma vigente il Comune di Pescia ricade in zona 3, con valore di ag/g pari a 0.15.



Mapa di pericolosità sismica del territorio nazionale

6.2 - Sismicità del sito

La definizione della pericolosità sismica di base del territorio nazionale trae le sue origini dalla Carta delle Zone Sismogenetiche ZS9, elaborata dal Gruppo di Lavoro 2004, nella quale sono individuate le zone caratterizzate da diversi valori della Magnitudo momento massima M_{wmax} :

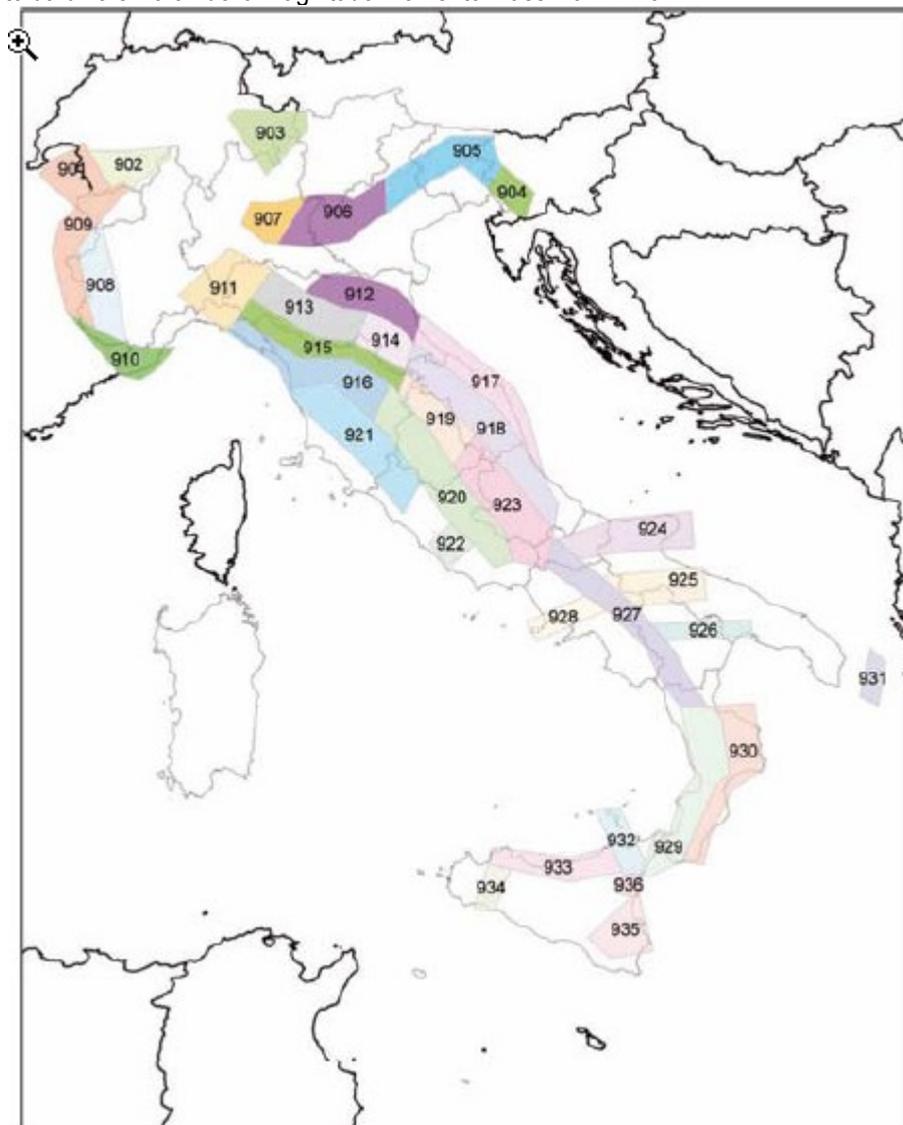


Tabella 2.8-1 – Valori di M_{wmax} per le zone sismogenetiche di ZS9 (estratto da Gruppo di lavoro, 2004)

Nome ZS	Numero ZS	M_{wmax}
Colli Albani, Etna	922, 936	5.45
Ischia-Vesuvio	928	5.91
Altre zone	901, 902, 903, 904, 907, 908, 909, 911, 912, 913, 914, 916, 917, 920, 921, 926, 932, 933, 934	6.14
Medio-Marchigiana/Abruzzese, Appennino Umbro, Nizza Sanremo	918, 919, 910	6.37
Friuli-Veneto Orientale, Garda-Veronese, Garfagnana-Mugello, Calabria Jonica	905, 906, 915, 930	6.60
Molise-Gargano, Ofanto, Canale d'Otranto	924, 925, 931	6.83
Appennino Abruzzese, Sannio - Irpinia-Basilicata	923, 927	7.06
Calabria tirrenica, Iblei	929, 935	7.29

Il Comune di Pesca sembra ricadere nella zona sismo-genetica n.916, a cui corrisponde un valore di M_{wmax} pari a 6.14.

La sismicità dell'area interessata dal progetto in esame è di livello medio basso (zona 3) , sia per quanto riguarda l'attività locale che il risentimento di eventi distanti. Per descrivere in maniera più dettagliata la sismicità dell'area di seguito si riportano, in forma tabellare, gli effetti risentiti nel sito, così come estratti dal DBMI11, il database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani utilizzate per la compilazione del Catalogo Parametrico CPTI11.

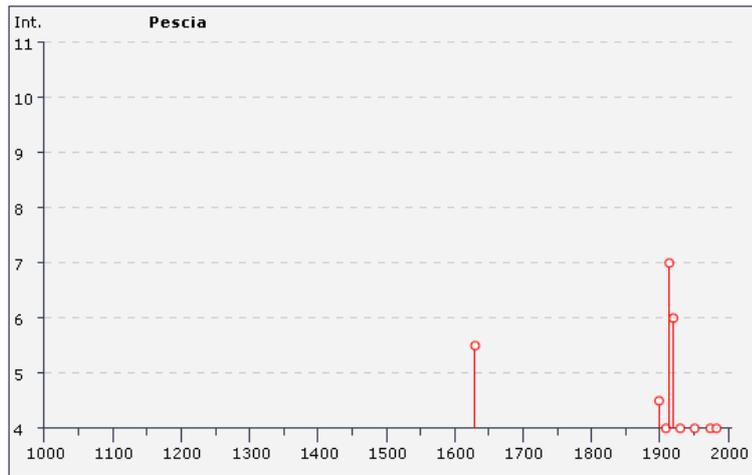
Il catalogo dei terremoti storici (IGNV – BDMI11) riporta, per il comune di Pesca e le zone limitrofe, i seguenti eventi sismici: Dati modificati a partire da Gruppo di Lavoro CPTI, 2011 (I0 = intensità epicentrale; M_w = magnitudo; Is = intensità risentita al sito).

Dalla tabella è possibile notare come l'intensità massima risentita nell'area interessata dalla realizzazione del progetto non superi il VII grado MCS, raggiunto però in Garfagnana con magnitudo 5.76.

Storia sismica di Pesca

Effetti In occasione del terremoto del:

I[MCS]	Data	Ax	Np	I0	M_w
5-6	<u>1630 05</u>	Pescia (PT)	1	5-6	4.51 ±0.34
F	<u>1746 07 23 18:15</u>	Garfagnana	10	7	5.06 ±0.37
3	<u>1846 08 14 12:00</u>	Toscana settentrionale	122	9	5.91 ±0.13
3	<u>1887 02 23 05:21</u>	Liguria occidentale	1516		6.97 ±0.15
NF	<u>1887 11 14 05:48</u>	Fiorentino	101	6	4.54 ±0.13
3-4	<u>1895 05 18 19:55</u>	Fiorentino	401	8	5.43 ±0.08
4-5	<u>1899 06 26 23:17</u>	Valle del Bisenzio	138	7	5.06 ±0.15
F	<u>1904 11 17 05:02</u>	Pistoiese	204	7	5.15 ±0.14
4	<u>1909 01 13 00:45</u>	BASSA PADANA	799	6-7	5.53 ±0.09
2-3	<u>1909 08 25 00:22</u>	MURLO	283	7-8	5.37 ±0.10
NF	<u>1911 02 19 07:18</u>	Romagna meridionale	181	7	5.28 ±0.11
7	<u>1914 10 27 09:22</u>	Garfagnana	618	7	5.76 ±0.09
6	<u>1920 09 07 05:55</u>	Garfagnana	756	10	6.48 ±0.09
3	<u>1929 07 18 21:01</u>	Mugello	56	6-7	5.02 ±0.17
4	<u>1930 05 24 22:02</u>	FIUMALBO	43	5	4.81 ±0.17
3	<u>1937 12 10 18:03</u>	APP. MODENESE	28	6	5.17 ±0.25
NF	<u>1948 06 13 06:33</u>	Valtiberina	142	7	5.05 ±0.14
4	<u>1951 08 12 21:19</u>	BARGA	21	5	4.66 ±0.22
3	<u>1960 10 29 00:08</u>	Mugello	69	7	4.97 ±0.15
4	<u>1974 01 28 19:57</u>	Pistoiese	16	5-6	4.22 ±0.22
4	<u>1983 11 09 16:29</u>	Parmense	850	6-7	5.06 ±0.09
2	<u>1984 05 07 17:49</u>	Appennino abruzzese	912	8	5.89 ±0.09
2	<u>1984 05 11 10:41</u>	Appennino abruzzese	342		5.50 ±0.09
3-4	<u>1988 02 08 11:24</u>	Garfagnana	75	6	4.53 ±0.13
3	<u>1995 10 10 06:54</u>	LUNIGIANA	341	7	4.85 ±0.09
2	<u>1997 12 24 17:53</u>	Garfagnana	98	5	4.36 ±0.09



[download]

[download]



Catalogo dei terremoti storici (IGNV – BDM11) zona di Pesca (LU) -

6.3 – Categoria del suolo di fondazione

Nel caso in esame il risultato della prospezione sismica con il metodo MASW, effettuata nel Marzo 2014, ha dato misura delle $V_{s30} = 682$ m/sec,

La situazione sismostratigrafica ricostruita è risultata ambigua: è presente il bedrock molto rigido sismicamente ($V_s = 822-1313$ m/sec) posto a profondità maggiori di circa 10 metri, al di sotto di una copertura detritica caratterizzata da velocità V_s variabili tra 292 e 611 m/sec: questa situazione non sarebbe riconducibile alla categoria di sottosuolo B, data la presenza del bedrock sismico a profondità inferiori a 30 m, né alla categoria E, in considerazione della velocità V_s della copertura che eccede i 360 m/sec (velocità limite per la categoria di sottosuolo C). A rigore quindi la situazione sismostratigrafica ricade nella categoria di sottosuolo S2 per la quale sarebbe necessaria l'analisi di risposta sismica locale specifica - RSL. Trattandosi tuttavia di modesto intervento, peraltro ad oggi a livello di progetto preliminare, tale da non giustificare i costi di un'analisi di risposta sismica locale, si è optato per la Categoria di sottosuolo B, sulla base della considerazione che il rapporto minimo tra velocità del bedrock e velocità media della copertura risultava V_{sbed}/V_s (medio)cop = $822/404 = 2,07 < 2,2$, quindi inferiore al rapporto minimo considerato nella definizione della Categoria di sottosuolo B.

Categoria di sottosuolo B Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/sec e 800 m/sec (ovvero resistenza penetrometrica $N_{spt30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $cu_{30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina)

6.4 – Suscettibilità alla liquefazione

Il potenziale di liquefazione prodotto per tensioni cicliche derivate da un evento tellurico nasce dall'istantaneo incremento di pressioni neutre sottoposte all'accelerazione sismica, che può comportare il totale annullamento delle pressioni effettive intergranulari, determinando il completo decadimento della resistenza tangenziale di un terreno avente comportamento esclusivamente granulare. Pertanto perché ciò possa accadere occorre che il sedimento non sia dotato di coesione e che il drenaggio non sia talmente rapido da avvenire istantaneamente.

In presenza di un sottosuolo costituito da terreni saturi non coesivi va considerata la suscettibilità di tali terreni al fenomeno della liquefazione durante eventi sismici. Al verificarsi di tale fenomeno corrisponde una parziale o totale diminuzione del carico limite di fondazione e conseguentemente del coefficiente di sicurezza nei confronti del carico verticale, che dà luogo a cedimenti non accettabili. Perché sussista il rischio di liquefazione occorre che siano verificate le seguenti condizioni:

- granulometria uniforme nel campo delle sabbie medio-fini;
- terreni immersi in falda, e quindi saturi;
- stato di addensamento sciolto;
- pressione litostatica relativamente ridotta;
- scossa sismica di notevole intensità; ella normativa europea (Eurocodice 8) viene riportato che la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti condizioni:
 1. eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;
 2. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
 3. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna;
 4. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$, dove $(N_1)_{60}$ è la resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (SPT) normalizzata

ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{c1} è il valore della resistenza determinata con le prove penetrometriche statiche (CPT) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;

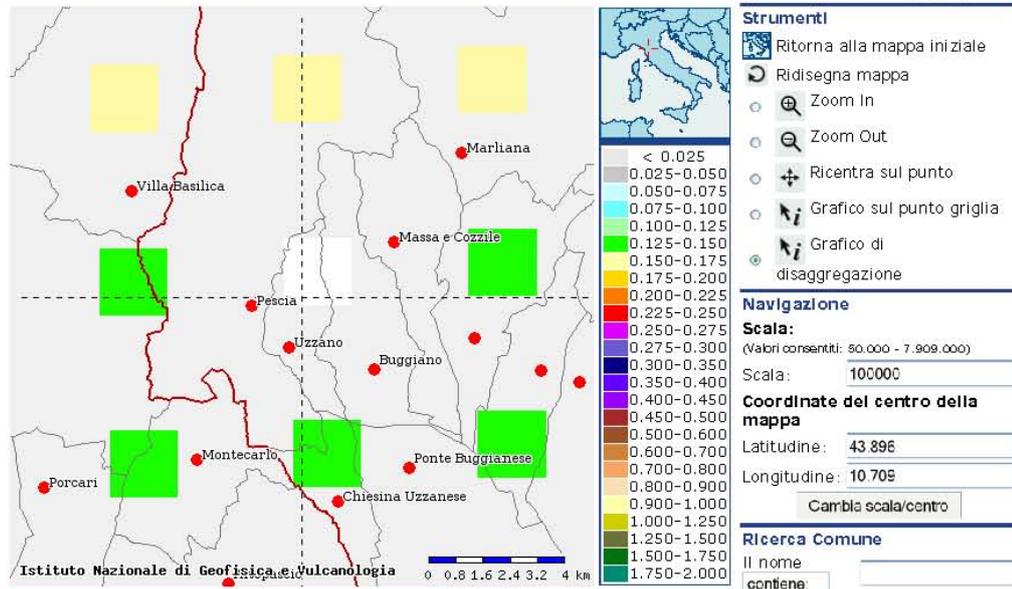
5. distribuzione granulometrica esterna alla zona indicata come sabbia monogranulare pulita.

Nel nostro caso siamo in presenza di una “coltre detritica costituita da ciottolotti arenacei in matrice sabbiosa prevalente” a profondità di circa 2.0-4.0 metri, oltre la quale vi è la presenza di un substrato roccioso, seppur superficialmente alterato e fratturato.

Il grafico di disaggregazione della pericolosità sismica per la zona di Pesca, visualizzato per valori di $a(g)$ con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (Progetto DPG – IGV-S1) riporta una Magnitudo attesa di $M=5.020$.

Si rimanda un eventuale valutazione della liquefazione dei terreni in fase di progetto esecutivo.

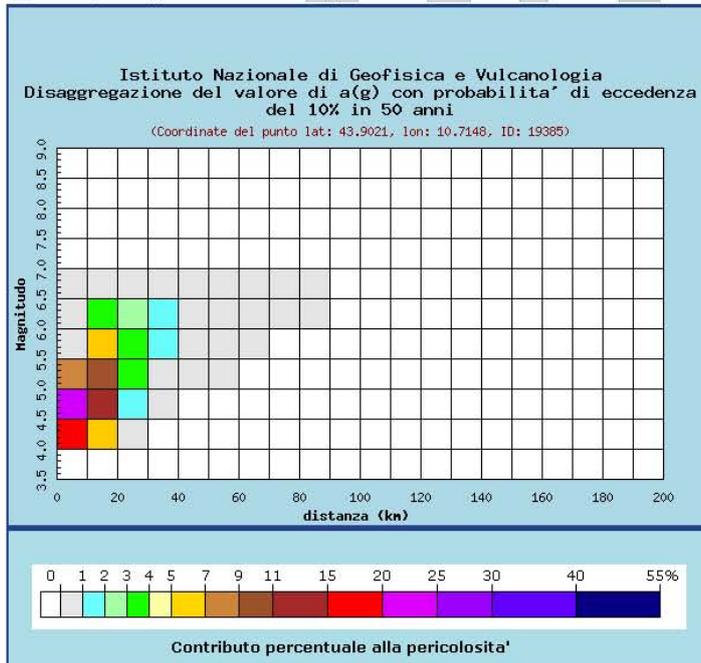
Mappe interattive di pericolosità sismica



Selezione mappa

- Visualizza punti della griglia riferiti a:
- Ridisegna mappa

Parametro dello scuotimento: Probabilità in 50 anni: Percentile: Periodo spettrale (sec):

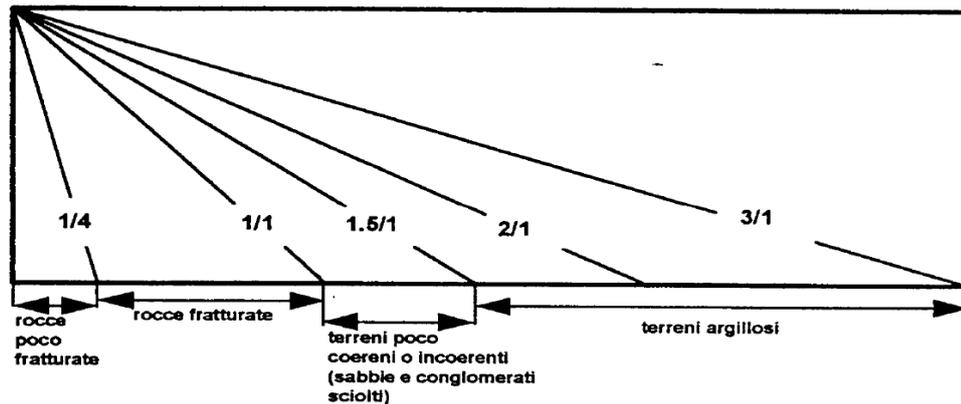


Distanza in km Disaggregazione del valore di a(g) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni
 (Coordinate del punto lat: 43.9021, lon: 10.7148, ID: 19385)

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.020	12.000	1.190

7.4 – Prescrizioni da adottare in esecuzione d'opera

- Eseguire qualunque tipo di operazioni in condizioni metereologiche tranquille, evitando di operare durante o dopo eventi metereologici intensi.
- Limitare le operazioni di scavo allo stretto necessario, evitando un'eccessiva movimentazione di materiale.
- Per gli sbancamenti di terreno si propongono, nella seguente figura, gli angoli di scarpa da conferire al fronte di scavo in funzione della tipologia del terreno per ottenere la sua stabilità.



- Il fronte di scavo dovrà rimanere aperto il tempo strettamente necessario alla buona realizzazione dell'opera.
- Durante le fasi di cantiere eventuali depositi temporanei di materiali terrosi e lapidei devono essere effettuati in modo da evitare fenomeni erosivi o di ristagno delle acque e non devono essere posti in prossimità di fronti di scavo, al fine di evitare sovraccarichi sui fronti stessi.
- In merito alla realizzazione della vasca di carico, distante circa 1.0 metro dal muro d'argine esistente, si prescrive l'esecuzione di opere di puntellamento per evitare il ribaltamento del muro durante la fase di scavo.
- Per la realizzazione della struttura scatolare della centralina di produzione, dato che verrà realizzata completamente incassata a tergo del muro di sostegno presente sull'argine sinistro del torrente si prescrive la realizzazione di opere di sostegno con pali profondi a tergo del muro.

7. – CONSIDERAZIONI RELATIVE ALLA PRODUZIONE DI TERRE E ROCCE DA SCAVO

Alla luce delle recenti variazioni normative in materia di "terre e rocce da scavo", si applica quanto disposto nel Regolamento di cui al DM 161/2012 per i materiali da scavo derivanti da opere sottoposte a VIA o ad AIA per materiali di scavo in quantità complessiva superiore ai 6000 mc, mentre si applica quanto contenuto nell'art. 41bis del "Decreto del fare" convertito nella L. 98/2013 per i materiali da scavo provenienti da tutti gli altri cantieri

Dal 21 agosto 2013 è nuovamente cambiata la norma di riferimento per utilizzare come sottoprodotti i materiali da scavo di tutti i cantieri (piccoli compresi). Fanno eccezione solo quelli sottoposti a Valutazione integrata ambientale (di seguito VIA) o Autorizzazione integrata ambientale (di seguito AIA) che per quantitativi superiori ai 6000 mc rimangono sottoposti al regolamento di cui al DM 161/2012 che prevede la presentazione del Piano di Utilizzo. Le nuove disposizioni sono contenute nell'articolo 41-bis (Ulteriori disposizioni in materia di terre e rocce da scavo) del "Decreto del fare", convertito nella legge 98/2013, in vigore dal 21 agosto 2013.

In base all'articolo 41 bis i materiali da scavo sono sottoposti al regime di cui all'articolo 184-bis del Dlgs 152/2006 (quindi al regime dei sottoprodotti e non a quello dei rifiuti) per qualunque quantitativo, proveniente da cantieri, le cui opere non sono soggette ad AIA o VIA, ma anche per quantità inferiori o uguali ai 6000 mc e opere soggette a VIA ed AIA. Tutto ciò a condizione che il produttore attesti, attraverso una dichiarazione (dichiarazione sostitutiva di atto di notorietà ai sensi del DPR 445/2000) alle sedi ARPAT territorialmente competenti, alcune condizioni fondamentali.

Si rimanda alla fase di progetto definitivo la valutazione del volume complessivo preciso di materiale movimentato ed il suo eventuale riutilizzo.

Capannori, 11 Aprile 2014

dott. Geol. Paola Peccianti



BIBLIOGRAFIA

- *Indirizzi e Criteri di Microzonazione Sismica del Dipartimento della Protezione Civile Nazionale (ICMS) approvati il 13 novembre 2008 dalla Conferenza delle regioni e delle Province autonome;*
- *REGIONE TOSCANA - BANCA DATI GEOLOGICI (2005);*
- *Indagini geologico-tecniche di supporto alla redazione del Piano Strutturale del Comune di Pescia (Studio geologico Sigma, Maggio 2008);*
- *Indagini geologico-tecniche di supporto alla redazione del Piano Strutturale del Comune di Pescia – Aggiornamento (Studio geologico Sigma, Dicembre 2011);*
- *Studio Idrogeologico e Idraulico di supporto al PS comunale (ing. L. Galardini del Consorzio di Bonifica del Padule di Fucecchio (Febbraio 2008 – Dicembre 2011).*
- *Verifica della pericolosità idraulica del fiume Pescia di Pescia a monte della ferrovia Pistoia-Viareggio nel comune di Pescia (Ing. D. Settesoldi del luglio 2013).*
- *Modellazione sismica e stabilità alla liquefazione (quaderno di approfondimento alle Linee Guida NTC 08 Gruppo Interregionale Ordine dei Geologi, P. Barsanti –C. Civelli).*
- *Potenzialità sismica della toscana e definizione dei criteri di priorità per interventi di prevenzione (E. Mantovani, M. Viti, D. Babbucci, N. Cenni, C. Tamburelli, A. Vannucchi, F. Falciani, G. Fianchisti, M. Baglione, V. D'Intinosante, P. Fabbroni; Regione Toscana, 2012)*