

IMPIANTO FOTOVOLTAICO MANCIANO

Regione Toscana, Provincia di Grosseto, Comune di Manciano

Titolo elaborato

RELAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA E IDRAULICA

Proponente



IBERDROLA RENEVABLES ITALIA S.p.A.

Piazzale dell'Industria 40/46, Roma

Studio di impatto ambientale e coordinamento prestazioni specialistiche



ENVIarea snc stp

Viale XX Settembre 266bis, Carrara (MS)

Progettazione specialistica



Geol. Alessandro Murratzu

Ordine dei Geologi della Toscana, n. 640

<i>Scala</i>	<i>Formato</i>	<i>Codice elaborato</i>
-	A4	MNC-GEO-REL-01-00

<i>Revisione</i>	<i>Data</i>	<i>Descrizione</i>
00	09/2021	Emissione per VIA art. 23
01	-	-
02	-	-

SOMMARIO

1 – PREMESSA	1
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA DI INTERVENTO	3
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E LITOTECNICO	5
4. CONSIDERAZIONI GENERALI SULL'ASSETTO IDROGEOLOGICO ED IDRAULICO	5
5. STUDI DI SUPPORTO ALLO S.U.G. VIGENTE: CONSIDERAZIONI SULLA PERICOLOSITA' DELL'AREA	6
5.1 Considerazioni sul Piano di Assetto Idrogeologico	9
6. INDAGINI GEOGNOSTICHE IN SITU E CARATTERIZZAZIONE FISICO-MECCANICA DEI TERRENI	11
6.1 Criteri di indagine	11
6.2 Descrizione delle indagini	11
6.3 Caratteristiche litologico-stratigrafiche dell'area d'intervento	12
6.4 Caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni e modellazione geotecnica	14
6.5 Categoria di sottosuolo	17
7. MODELLAZIONE SISMICA	19
8. CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA	24
8.1– Parametri caratteristici e di progetto	24
9. CONSIDERAZIONI SULLA FATTIBILITA' GEOLOGICA DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO	
CONCLUSIONI	28

ELABORATI CARTOGRAFICI

ALLEGATI:

- certificati prove penetrometriche dinamiche
- indagine sismica M.A.S.W.

1 – PREMESSA

Il presente documento costituisce la relazione geologico-geotecnica e idraulica da allegare all'avvio del procedimento di Valutazione di Impatto Ambientale (ex art. 23 D.lgs. 152/2006) inerente il progetto per la realizzazione di impianto fotovoltaico ad inseguimento monoassiale con potenza nominale pari a 62.335,26 kWp (@STC) e tecnologia a silicio monocristallino installato a terra avanzato da Iberdrola Renovables Italia S.p.A. con sede legale in Piazzale dell'Industria n. 40, 00144 Roma (RM).

In seguito all'espletamento del procedimento di verifica di assoggettabilità di competenza della Regione Toscana (avviato in data 29/01/2021), il progetto è stato assoggettato alla procedura di Valutazione di Impatto Ambientale.

Il progetto viene quindi sottoposto a Valutazione di Impatto Ambientale di competenza statale in quanto ricadente tra quelli inclusi in Allegato II Progetti di competenza statale della Parte Seconda del D.lgs. 152/2006 e s.m.i., con particolare riferimento al punto 2 "impianti fotovoltaici per la produzione di energia elettrica con potenza complessiva superiore a 10 MW".

Dal punto di vista catastale, l'area in cui si prevede di realizzare l'impianto fotovoltaico ricade nei

- Foglio 265 mappale 40;
- Foglio 268 mappale 28, 23, 13, 16, 41, 15, 6, 40, 37.

La sottostazione utente, invece, ricade nel Foglio 269 mappale 10.

Il progetto prevede l'installazione di pannelli fotovoltaici per la produzione di energia da fonte rinnovabile nel comune di Manciano, in località Poggio Contino, in un'area compresa tra il Fosso del Tafone ad est ed il Fosso del Tafoncinco ad ovest, nelle vicinanze della strada dell'Abbadia a sud che segna il confine tra Lazio e Toscana e delle Cretonare nella parte settentrionale.

In particolare, l'area di impianto raggiunge un'estensione di circa 110 ha. Il layout prevede di installare 122.226 moduli fotovoltaici bifacciali in silicio monocristallino da 510 Wp ciascuno, su strutture ad inseguimento monoassiale in acciaio zincato a caldo mediante infissione nel terreno. Ogni tracker è dotato di un sistema meccanico, nella sua parte centrale, che permette ai pannelli di seguire il percorso del sole da Est verso Ovest. Le infrastrutture interne sono costituite da assi viari che seguono il perimetro del lotto e un asse centrale in cui sono installate le 10 cabine sottocampo.

I 10 sottocampi saranno così suddivisi:

- n° 7 sottocampi, costituiti ognuno da 157 inseguitori e con una potenza nominale pari a 6.245,46 kWp.
- n° 3 sottocampi, costituiti ognuno da 156 inseguitori e con una potenza nominale pari a 6.205,68 kWp.

La tensione MT interna al campo fotovoltaico sarà pari a 30 kV. Le linee elettriche MT, in uscita dalle cabine di sottocampo, verranno poi collegate ad una cabina di centrale, mediante un collegamento a semplice anello e conformemente allo schema elettrico unifilare. I cavidotti interrati a 30 kV interni all'impianto fotovoltaico avranno un percorso interamente su strade private, mentre

i cavidotti che collegheranno la cabina di centrale alla cabina di stazione (situata all'interno della SSEU) avranno un percorso su strade private e parzialmente su strade pubbliche. I cavidotti interrati saranno costituiti da terne di conduttori ad elica visibile. Nei punti d'intersezione con i corsi d'acqua, il cavidotto verrà interrato mediante "spingi tubo" ad una profondità di 2,5 m dal fondo dell'alveo, con la realizzazione di pozzetti di sezionamento in entrata e in uscita, posti esternamente alla fascia di rispetto fluviale.

La SSE utente "Iberdrola" dell'impianto sarà, poi, collegata alla cabina Primaria Terna adiacente in progetto, che poi si collegherà alla linea RTN a 380 kV "Montalto-Suvereto".

Il generatore fotovoltaico è costituito da:

- 122.226 moduli da 510 Wp/cad;
- 4701 stringhe;
- 26 moduli per stringa;
- potenza pari a 62.335,26 Wp.

Il generatore fotovoltaico è suddiviso in 10 sottocampi di due differenti tipologie. In particolare sarà costituito da:

- N° 7 Sottocampi fotovoltaici aventi le seguenti caratteristiche:
 - 12.246 moduli da 510 Wp/cad;
 - 471 stringhe;
 - 26 moduli per stringa;
 - potenza sottocampo pari a 6.245,46 Wp;
 - una cabina di sottocampo con 4 inverter, quadri BT, MT e 2 trasformatori da 2.850 kVA.
- N° 3 Sottocampi fotovoltaici aventi le seguenti caratteristiche:
 - 12.168 moduli da 510 Wp/cad;
 - 468 stringhe;
 - 26 moduli per stringa;
 - potenza sottocampo pari a 6.205,68 Wp;
 - una cabina di sottocampo con 4 inverter, quadri BT, MT e 2 trasformatori da 2.850 kVA

Per maggiori dettagli tecnici si rimanda alle relazioni specialistiche redatte dalle Società Antex group ed Ingegneria & Innovazione.

Partendo dal quadro conoscitivo derivante dalla consultazione dal Piano Strutturale (P.S.), la presente relazione geologica viene redatta a seguito di adeguati approfondimenti di carattere geologico, geomorfologico ed idrologico – idraulico.

Il Comune di Manciano è classificato fra i comuni sismici in zona 3 (Ordinanza P.C.M. n. 3274/03 e s.m.i. e Del. G.R.T. n.421 del 26/05/2014).

Si fa presente che l'area d'intervento risulta interessata dal Vincolo Idrogeologico (R.D. 3267/1923 e L.R. 39/00 con relativo Regolamento di Attuazione D.P.G.R. n. 48/R del 08/08/2003 e s.m.i.).

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA DI INTERVENTO

L'area di studio per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico per la produzione di energia da fonte rinnovabile in oggetto denominato "Manciano" ricade nella porzione meridionale del comune di Manciano (GR), località Poggio Contino, su una dorsale collinare delimitata ad est dal Fosso del Tafone, ad ovest dal Fosso del Tafoncino, a sud dalla strada dell'Abbadia (che segna il confine tra Lazio e Toscana) e a nord dalle Cretonare. Il cavidotto parte dalla parte sud del perimetro dell'impianto seguendo uno sterrato, si immette sulla strada dell'Abbadia per circa 1 km e risale un'altra strada sterrata per circa 1,7 km fino a raggiungere la SSE "Iberdrola" (figg. 1, 1a e 1b).

Dal punto di vista catastale, l'area in cui si prevede di realizzare l'impianto fotovoltaico ricade nei

- Foglio 265 mappale 40;
- Foglio 268 mappale 28, 23, 13, 16, 41, 15, 6, 40, 37.

La sottostazione utente, invece, ricade nel Foglio 269 mappale 10.

L'area di interesse presenta una quota variabile tra i 140 e i 70 m s.l.m.; per ciò che riguarda le pendenze risultano più dolci nella parte sud mentre nella parte nord, in alcuni punti, superano anche il 30 % di pendenza.

L'area di impianto raggiunge un'estensione di circa 110 ha e ricade in Aree a esclusiva funzione agricola con prevalenza di seminativi, prati e prati pascolo.

L'area di interesse, posta in località "Poggio Contino", si colloca nella parte più meridionale della provincia di Grosseto, sulle ultime propaggini collinari che poi terminano nella piana della Tuscia Viterbese.

Come riportato nel piano paesaggistico – ambito 20 bassa maremma e ripiano tufacei – l'area della bassa maremma è costituita da una successione di paesaggi fisiograficamente diversificati: dalle propaggini meridionali del Monte Amiata, ai ripiani tufacei (unici in tutta la Toscana), al paesaggio collinare complesso formato da rilievi isolati, brevi successioni di rilievi e piccoli altopiani, fino al paesaggio agrario di fondovalle e della bonifica, e ai rilievi costieri e insulari

Nello specifico, la zona di Manciano fa parte del sistema morfogenetico della Collina dei bacini neo-quadernari a litologie alternate, dove le forme principali sono legate ad un modellamento erosivo intenso, sono presenti rari ripiani sommitali residuali e versanti ripidi con movimenti di massa come balze e calanchi (come sono presenti anche lungo il perimetro dell'area d'interesse, nella sua parte centrale, ad est). Sono presenti litologie costituite da alternanza di depositi neo-quadernari diversi con suoli dei sistemi a sabbie e argille dominanti.

Dal punto di vista dell'uso del suolo, l'area è caratterizzata da un paesaggio dove predomina il seminativo semplice e il prato da foraggio, a maglia agraria ampia di tipo tradizionale e dalla presenza di un sistema insediativo a maglia rada.

Come riportato nella relazione del Quadro Conoscitivo del Piano Strutturale comunale adottato, il lato sud del comprensorio comunale, non è evidenziato da elementi morfologici di spicco ma si addentra come una cuspidale verso le campagne laziali ed i tipici paesaggi costieri della Toscana meridionale.

Da un punto di vista geomorfologico di dettaglio i pannelli fotovoltaici in progetto sono ubicati in destra orografica del Fosso del Tafone, mentre la SSE "Iberdrola" è posta in sinistra orografica.

Nello specifico, l'impianto risulta situato:

- ad ovest, ad una distanza variabile tra i 40 m e i 200 m dal fosso del Tafoncino, per poi correre parallelamente ad esso nella porzione sud-ovest. In un punto, la recinzione dell'impianto incrocia uno dei suoi rami;
- ad una distanza variabile dal fosso del Tafone ad est, intersecando in più punti la recinzione dello stesso.

Il cavidotto, invece, interseca in due punti il Fosso del Tafone. La SSE utente "Iberdrola", invece, non interseca alcun corso d'acqua.

Per le specifiche, rifarsi all'allegato del progetto definitivo "Piano Tecnico delle Interferenze".

Dalla consultazione della carta geomorfologica del Piano Strutturale (Fig.2) l'area in esame è borda due piccole frane di scorrimento quiescente, localizzate nella porzione settentrionale del limite di "Manciano", ad est, mentre nell'estrema parte meridionale è presente un superficie di terrazzamento fluviale. Essa interessa anche la maggior parte del tratto del cavidotto. Nessuna forma geomorfologica interessa, invece, l'SSE "Iberdrola".

In data 23 marzo 2020 è stato effettuato un rilievo geologico - geomorfologico di dettaglio, volto ad individuare gli elementi geomorfologici principali e verificare quelli effettivamente presenti (fig. 3). Tale rilievo di dettaglio ha segnalato la presenza di forme di erosione incanalata (più significativa in corrispondenza dei principali impluvi) e aree soggette ad erosione superficiale lungo il perimetro dell'area. Nella parte meridionale è stato individuato un piccolo cono detritico affiancato a un'areale con depositi di versante.

Depositi di versante sono stati individuati anche nella parte nord occidentale dell'area. A cavallo del perimetro, nella parte orientale, è presente una lunga fascia interessata da fenomeni calanchivi che segue pressoché l'alveo del Fosso di Poggio Contino, affluente del fosso del Tafone.

Inoltre, alcune piccole frane quiescenti, sono state evidenziate lungo l'area d'interesse. E' da precisare che l'area non è interessata da alcun movimento attivo.

Il posizionamento dei pannelli fotovoltaici, quindi, è stato influenzato da tale rilievo, escludendo quelle aree geomorfologicamente più sensibili come le aree interessate da una franosità quiescente o quegli impluvi naturali interessati da erosione incanalata.

Le restanti forme individuate risultano compatibili dal punto di vista geomorfologico per la realizzazione dell'opera in oggetto.

In base a quanto evidenziato dal rilievo geomorfologico effettuato, e dal conseguente progetto di posizionamento dei pannelli fotovoltaici, è possibile affermare, quindi, che non vi sono criticità, di natura geomorfologica, in grado di compromettere la fattibilità degli interventi di progetto.

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E LITOTECNICO

Dall'analisi della carta geologica del P.S. del comune di Manciano (GR) (Fig. 4), le unità che affiorano nell'area sono le seguenti:

- Depositi alluvionali terrazzati recenti bn1 (olocene) e antichi bn2 (pleistocene)
 - PIR Depositi piroclastici di colore variabile del Pleistocene olocene
 - VI La Conglomerati e ciottolami poligenici (Depositi continentali rusciniiani e villafranchiani)
 - MESb Conglomerati poligenici da depositi lacustri e lagunari post-evaporitici messiniani
- Seguono una serie di depositi marini pre-evaporitici messiniani quali
- RAQa Argille e arenarie
 - RAQc Conglomerati e sabbie
 - FIA Argilliti grigio-brune e calcilutiti della Formazione di Sillano – S. Fiora

Per completezza di informazione, la mappa riporta, oltre all'ingombro del layout dove saranno installati i pannelli fotovoltaici, anche il layout che delimita il tracciato della linea MT per il trasporto della corrente elettrica e la sottostazione elettrica (SSE).

Lungo il tratto della linea MT si rilevano depositi Quaternari -Olocenici – depositi alluvionali recenti (bn1), depositi alluvionali terrazzati antichi pleistocenici (bn2) e una piccola area interessata da depositi palusti (eb). La SSE è localizzata in un'area interessata da soli depositi alluvionali terrazzati antichi.

Dalla carta litologico-tecnica del P.S. di Manciano (Fig. 5) si può evidenziare come i terreni affioranti nei 2/3 dell'estensione dell'area individuata, nonché lungo il cavidotto e la SSE "Iberdrola", risultano depositi a comportamento tendenzialmente incoerente, con un rapporto granulare/coesivo >1 e con un grado di addensamento da medio-elevato a basso-nullo. Una piccola parte dell'area, è interessata da un'alternanza di litotipi diversi, con rapporto argillitico/lapideo >1 .

4. CONSIDERAZIONI GENERALI SULL'ASSETTO IDROGEOLOGICO ED IDRAULICO

Per quanto concerne le caratteristiche idrogeologiche dei terreni oggetto d'intervento, in base a quanto riportato dall'estratto della carta idrogeologica e delle aree problematiche idrogeologiche ai sensi del DPGRT 26/R/07 (fig.6), la maggior parte dei terreni dell'area dove sarà realizzato l'impianto fotovoltaico presentano una permeabilità primaria per fratturazione bassa. Lungo i principali impluvi la permeabilità risulta media per porosità e in corrispondenza dei terreni più sabbioso/conglomeratici e dei terreni alluvionali, la permeabilità primaria per porosità risulta bassa.

I terreni dove sarà realizzata la SSE ricadono nella classe di permeabilità primaria “bassa”, mentre il cavidotto attraverso terreni a permeabilità bassa e in corrispondenza dell’attraversamento del fosso del Tafone, la permeabilità risulta media.

In un intorno di 200 m dall’area d’intervento non si rilevano inoltre pozzi potabili destinati al consumo umano (art. 94, comma 6 del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.).

Si specifica che, l’area interessata dall’impianto fotovoltaico è compresa tra il fosso del Tafone e il fosso del Tafoncino e segnalati nel Reticolo Idrografico in gestione della Regione Toscana (DCR 20/2019 – fig. 6a).

Le caratteristiche progettuali rispettano le fasce di rispetto da tali corsi d’acqua ai sensi del RD 523/1904 e della più attuale normativa L.R.41/2018, art.3 Tutela dei corsi d’acqua.

Allo scopo di valutare l’impatto che la messa in opera dell’impianto potrebbe generare sul reticolo idrografico superficiale, oltre a verificare il rispetto delle fasce di rispetto dai corsi d’acqua segnalati nel reticolo idrografico in gestione della Regione, è stato verificato che a livello progettuale fossero mantenute le fossette livellari esistenti tra un appezzamento di terreno e l’altro.

Il mantenimento di tali fossette consente infatti la salvaguardia del regolare deflusso delle acque al suolo.

Pertanto, sulla base delle caratteristiche idrogeologiche dei terreni, nonché delle specifiche progettuali dell’intervento, che prevede sostanzialmente l’infissione di pali in acciaio (strutture portanti dei pannelli fotovoltaici) nel terreno per la profondità di 1,50 m, nonché la realizzazione di cabinati per il trasporto della corrente elettrica ed accorgimenti mitigatori per facilitare il mantenimento dei parametri idrologici dell’area, si ritiene che le opere in progetto non comportino alterazioni del regime idrogeologico ed idraulico dell’area.

5. STUDI DI SUPPORTO ALLO S.U.G. VIGENTE: CONSIDERAZIONI SULLA PERICOLOSITA’ DELL’AREA

Per quanto concerne la pericolosità geologica dell’area in studio, secondo quanto indicato dalla carta della pericolosità geomorfologica vigente (redatto ai sensi del DPGR 26/R/2007) l’area d’intervento ricade nelle seguenti classe di pericolosità geomorfologica (fig. 7):

CLASSE G.1 – PERICOLOSITA’ BASSA

CLASSE G.2 – PERICOLOSITA’ MEDIA

CLASSE G.3 – PERICOLOSITA’ ALTA

La Pericolosità geomorfologica elevata (G.3) individua quelle aree in cui sono presenti fenomeni quiescenti; aree con indizi di instabilità connessi alla giacitura, all’acclività, alla litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee, nonché a processi di degrado di carattere antropico; aree interessate da intensi fenomeni erosivi e da subsidenza;

La Pericolosità geomorfologica media (G.2) individua quelle aree in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi stabilizzati (naturalmente o artificialmente); aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciture dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto;

La Pericolosità geomorfologica bassa (G.1) individua quelle aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giaciture non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di movimenti di massa.

La classe di pericolosità G1 interessa anche l'area dove sarà installata la sottostazione elettrica (SSE).

Sulla base del regolamento 26/R, nelle situazioni caratterizzate da pericolosità geomorfologica elevata è necessario rispettare i seguenti principi generali:

- a) l'attuazione di interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture è subordinata all'esito di idonei studi geologici, idrogeologici e geotecnici finalizzati alla verifica delle effettive condizioni di stabilità ed alla preventiva realizzazione degli eventuali interventi di messa in sicurezza; (...)

Nelle situazioni caratterizzate da pericolosità geomorfologia media le condizioni di attuazione sono indicate in funzione delle specifiche indagini da eseguirsi a livello edificatorio al fine di non

Nelle situazioni caratterizzate da pericolosità geomorfologia bassa possono non essere dettate condizioni di fattibilità dovute a limitazioni di carattere geomorfologico

Sono stati consultati anche gli elaborati relativi alla pericolosità idraulica del P.S. comunale e l'impianto interessa le seguenti classi di pericolosità (fig. 7a):

- CLASSE I1 – PERICOLOSITA' BASSA
- CLASSE I2 – PERICOLOSITA' MEDIA
- CLASSE I3 – PERICOLOSITA' ELEVATA

L'area dove verranno installati i pannelli è per la maggior parte classificata in classe I1, escluse le aree prossime ai corsi d'acqua che ricadono in I3 e nella parte nord dove sono presenti piccole parti classificate come I2.

Il cavidotto attraversa per la maggior parte aree classificate come I1 ma borda una piccola area classificata come I4 a pericolosità molto elevata e attraversa una piccola area posta in I2.

La SSE Iberdrola verrà installata in terreni privi di classe di pericolosità.

Secondo la 26/R le suddette classi di pericolosità coincidono con:

- Pericolosità idraulica bassa (I.1): aree collinari o montane prossime ai corsi d'acqua per le quali ricorrono le seguenti condizioni:

- a) non vi sono notizie storiche di inondazioni
- b) sono in situazioni favorevoli di alto morfologico, di norma a quote altimetriche superiori a metri 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.

- Pericolosità idraulica media (I.2): aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra $200 < Tr \leq 500$ anni.

Fuori dalle unità territoriali organiche elementari (UTOE) potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, in presenza di aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino e in assenza di studi idrologici idraulici rientrano in classe di pericolosità media le aree di fondovalle per le quali ricorrano le seguenti condizioni:

- a) non vi sono notizie storiche di inondazioni
- b) sono in situazione di alto morfologico rispetto alla piana alluvionale adiacente, di norma a quote altimetriche superiori a metri 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.

- Pericolosità idraulica elevata (I.3): aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra $30 < T_r \leq 200$ anni.

Fuori dalle unità territoriali organiche elementari (UTOE) potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, in presenza di aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino e in assenza di studi idrologici idraulici, rientrano in classe di pericolosità elevata le aree di fondovalle per le quali ricorra almeno una delle seguenti condizioni:

- a) vi sono notizie storiche di inondazioni
- b) sono morfologicamente in condizione sfavorevole di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a metri 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda.

E' stata consultata anche la carta delle aree allagabili del P.S. comunale vigente (fig. 7b): la SSE di Iberdrola non ricade in alcuna area, mentre nel perimetro di "Manciano" ricadono alcune porzioni di aree classificate come "di fondovalle". La delimitazione delle aree aventi possibilità di inondazione da corsi d'acqua è stata elaborata sulla base da quanto previsto dalle ex Autorità di Bacino del Fiume Ombrone e del Bacino del Fiume Fiora.

Le aree appartenenti alla categoria "di fondovalle" rientrano in quelle vaste porzioni di territorio, anche lontane dai principali corsi d'acqua, che hanno probabilità di essere allagate a causa di molteplici fattori quali, la mancanza di drenaggio oppure, la concentrazione dei deflussi alla base dei versanti.

In considerazione della presenza di una parte di pannelli in classe di pericolosità idraulica I3 elevata si specifica che, nel rispetto della L.R. 41/2018, l'intervento in oggetto, realizzazione di impianto fotovoltaico (installazione di moduli fotovoltaici, cabine sottocampo, cabine elettriche centrali e cabina SSE), rientrando tra gli "Impianti e relative opere per la produzione di energia da fonti rinnovabili", risulta realizzabile ai sensi del CAPO IV "Interventi edilizi all'esterno del territorio urbanizzato" Art. 16, comma 1 (dove si rimanda all'Art.13 – Infrastrutture lineari e a rete – comma 4 - lettera d) "impianti e relative opere per la produzione da fonti rinnovabili... a condizione che sia realizzata almeno una delle opere di cui all'art.8, comma 1..lettera a), b), c) o d)".

Considerando che il pannello rispetta la trasparenza idraulica dato che non occupa volume, inoltre nella sua rotazione giornaliera, raggiunge un'altezza massima dal suolo di 2,40 m e minima

di 0,50 m dal piano campagna, in considerazione delle condizioni geomorfologiche presenti, non si segnalano criticità dal punto di vista idraulico.

Qualora i cabinati rientrino in classe di pericolosità idraulica I3, appellandosi quindi alla tipologia di opere dell'art.8 comma1, lettera d) "interventi di difesa locali", le opere in progetto sono realizzabili soltanto con interventi di difesa locale, ossia con interventi di protezione finalizzati a limitare la vulnerabilità del singolo elemento esposto all'evento alluvionale (es. tenuta idraulica dei volumi tecnici).

In merito ad eventuali interferenze delle opere progettate con il reticolo idrografico e di gestione della Regione Toscana attualmente vigente, gli interventi dovranno essere realizzati in ottemperanza al R.D. 523/1904 "Testo Unico delle leggi sulle opere idrauliche".

5.1 Considerazioni sul Piano di Assetto Idrogeologico

Dal punto di vista del P.A.I. "Perimetrazione delle aree con pericolosità da fenomeni geomorfologici di versante" l'area ricade nel nell'ex Bacino Regionale Ombrone che, dalla cartografia esistente (tav. 108), risulta escluso da qualsiasi tipo di pericolosità (fig. 8).

Per ciò che riguarda l'Autorità di Bacino Distrettuale, l'area d'interesse risulta esclusa sia dal PAI Piano Assetto Idrogeologico che dal progetto PAI "Dissesti geomorfologici" dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale.

Anche per ciò che riguarda il PGRA "Piano di gestione del rischio di alluvioni" dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale, l'area risulta esclusa (fig. 8a).

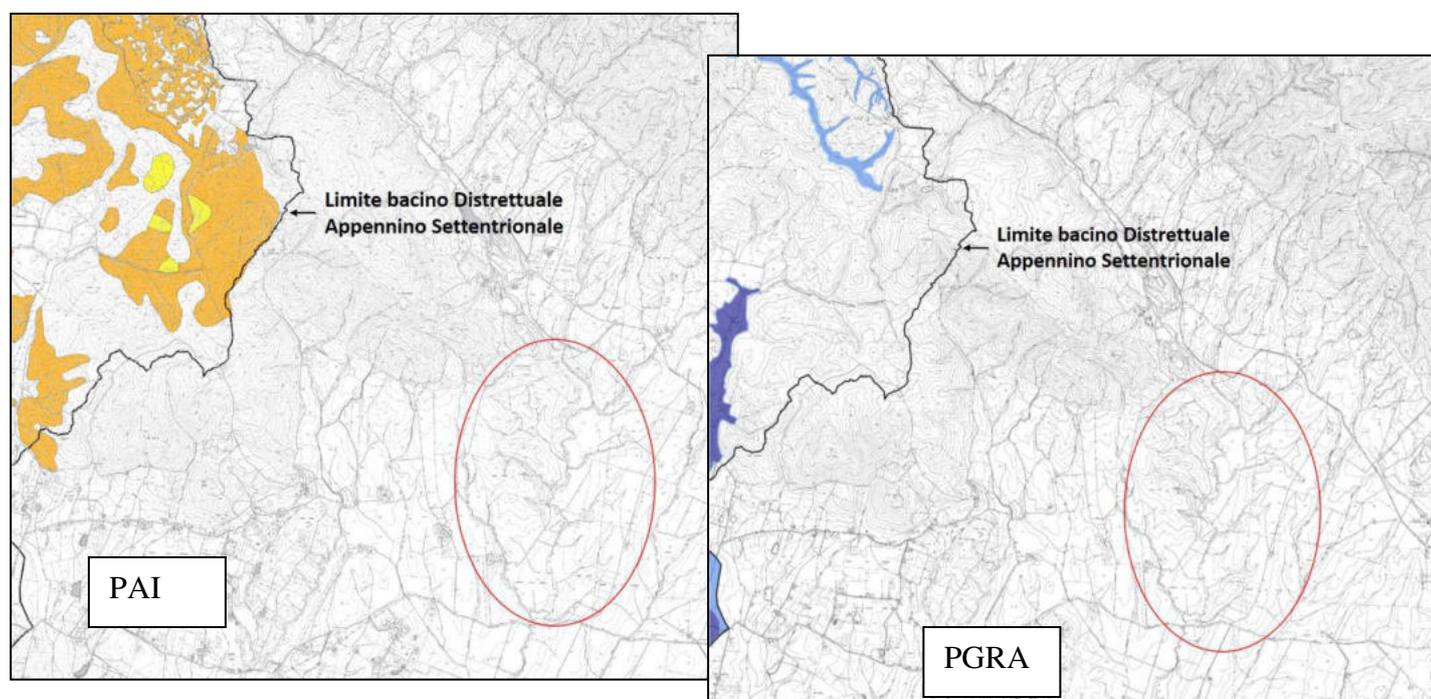


Fig. 8a – Area di realizzazione dell'impianto fotovoltaico e limite del Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale

Sono state consultate anche le cartografie dell'Autorità di Bacino Distrettuale Appennino Centrale: l'area sembra ricadere (dal punto di vista distrettuale) nell'Autorità dei Bacini Regionali

Lazio e quindi nell'AdB distrettuale dell'Appennino centrale, ma la cartografia si ferma al confine regionale del Lazio (fig. 8b).



Fig. 8b – Area di realizzazione dell'impianto fotovoltaico e limite del Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale

6. INDAGINI GEOGNOSTICHE IN SITU E CARATTERIZZAZIONE FISICO-MECCANICA DEI TERRENI

6.1 Criteri di indagine

Tenendo in considerazione le condizioni geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche del luogo di intervento, nonché tutte le prescrizioni della normativa e quelle derivate da strumenti sovraordinati di gestione del territorio, ai fini della definizione del modello geologico di sintesi per la progettazione preliminare sono state realizzate le seguenti indagini in prossimità del comparto d'intervento e comprendente:

- n. 10 prove penetrometriche dinamiche.
- n. 2 stendimenti geofisici MASW (MASW 1 e MASW 2).

Per l'ubicazione delle indagini eseguite si rimanda alla figura 9.

I certificati delle prove sono riportati in Allegato 1 ed in Allegato 2.

6.2 Descrizione delle indagini

Prove penetrometriche

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi δ) misurando il numero di colpi N necessari. Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione. La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di "catalogare e parametrizzare" il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

Le prove penetrometriche, con sigle identificative da DPSH 1 a DPSH 3 sono state realizzate in corrispondenza e nei dintorni della SSE Iberdrola ed hanno raggiunto le seguenti profondità:

- DPSH 1 – 4,20 m dal p.c.;
- DPSH 2 – 3,20 m dal p.c.;
- DPSH 3 – 4,20 m dal p.c.

Le prove penetrometriche da DPSH 4 a DPSH 10 sono state realizzate, invece, all'interno del perimetro in cui verranno installati i pannelli fotovoltaici ed hanno raggiunto le seguenti profondità:

- DPSH 4 – 2,40 m dal p.c.;
- DPSH 5 – 3,20 m dal p.c.;
- DPSH 6 – 4,20 m dal p.c.;
- DPSH 7 – 4,20 m dal p.c.;
- DPSH 8 – 4,20 m dal p.c.;
- DPSH 9 – 2,80 m dal p.c.;
- DPSH 10 – 3,20 m dal p.c.

Per i certificati si rimanda all'allegato 1 del presente elaborato.

Indagini sismiche – tecnica M.A.S.W.

Il metodo M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine non invasiva che permette di individuare il profilo di velocità delle onde di taglio Vs, sulla base della misura delle onde superficiali eseguita in corrispondenza di diversi sensori (geofoni nel caso specifico) posti sulla superficie del suolo. Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive, cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo.

La metodologia di acquisizione si sviluppa in quattro fasi:

- acquisizione dei dati di campagna energizzando a più riprese e alternativamente ai due estremi dello stendimento geofonico;
- determinazione dello spettro di velocità sperimentale dal campo di moto acquisito nel dominio spazio-tempo lungo lo stendimento;
- calcolo della curva di dispersione attraverso il picking o la modellazione diretta;
- inversione della curva di dispersione per l'individuazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali Vs e il parametro VS,eq.

Nel complesso la prospezione geofisica eseguita, per mezzo delle analisi delle due prove MASW, ha permesso di ricavare sia il modello medio di distribuzione della velocità delle onde "S" che il parametro VS,eq relativi al sottosuolo del sito indagato.

Per i certificati si rimanda all'allegato 2 del presente elaborato.

6.3 Caratteristiche litologico-stratigrafiche dell'area d'intervento

Dalle risultanze dell'indagine geognostica condotta nel comparto di interesse è stato possibile ricostruire, verosimilmente, il seguente assetto stratigrafico e litologico dei terreni di pertinenza dell'intervento in progetto.

In particolare, le prove penetrometriche da DPSH 1 a DPSH 3 realizzate in corrispondenza della SSE Iberdrola hanno messo alla luce:

DPSH 1

- da 0,00 m a 0,40 m: terreno di riporto con ciottoli e ghiaia;
- da 0,40 m a 3,00 m: limi argillosi sabbiosi con rari ciottoli moderatamente compatti;
- da 3,00 m a 4,20 m: argille compatte.

DPSH 2

- da 0,00 m a 0,40 m: terreno di riporto con ciottoli e ghiaia;
- da 0,40 m a 2,00 m: limi argillosi sabbiosi con rari ciottoli moderatamente compatti;
- da 2,00 m a 3,20 m: argille compatte.

DPSH 3

- da 0,00 m a 0,40 m: terreno di riporto con ciottoli e ghiaia;
- da 0,40 m a 4,20 m: limi argillosi sabbiosi con rari ciottoli moderatamente compatti;

In sintesi, nell'area della SSE "Iberdrola" si possono raggruppare le seguenti unità litologico-stratigrafiche:

- 1 – Terreno di riporto con quantità di ciottoli variabile** (spessore massimo rinvenuto 0.40 m);
- 2 – Terreni limosi e sabbiosi con rari ciottoli moderatamente compatti** (dalla base dell'orizzonte 1 fino a una profondità massima di -4,20 m dal p.c. nella DPSH3);
- 3 – Argille compatte** (dalla base dell'orizzonte 2 fino ad una profondità massima di 4,20 m dal p.c. nella DPSH 2).

Nell'area del perimetro denominato "Manciano" e dove si trovano i pannelli fotovoltaici e le stazioni elettriche, sono state realizzate n. 8 prove DPSH che hanno dato questi risultati:

DPSH 4

- da 0,00 m a 0,40 m: suolo con argilliti alterate sciolto;
- da 0,40 m a 2,20 m: argilliti e calcilutiti mediamente alterate e moderatamente compatte;
- da 2,20 m a 2,40 m: argilliti e calcilutiti non alterate e molto compatte (RIF).

DPSH 5

- da 0,00 m a 0,40 m: suolo argilloso con elementi litici arenacei sciolto;
- da 0,40 m a 1,00 m: argille con frequenti arenarie poco compatte;
- da 1,00 m a 2,20 m: arenaria alterata con livelli di argilla moderatamente addensata;
- da 2,20 m a 3,20 m: arenaria scarsamente alterata con livelli di argilla moderatamente addensata.

DPSH 6

- da 0,00 m a 0,60 m: suolo alterato di probabile origine vulcanica (piroclastiti);
- da 0,60 m a 2,00 m: terreno alterato di probabile origine vulcanica moderatamente addensato;
- da 2,00 m a 3,00 m: terreno scarsamente alterato di probabile origine vulcanica moderatamente addensato;
- da 3,00 m a 3,80 m: terreno alterato di probabile origine vulcanica moderatamente addensato;
- da 3,80 m a 4,20 m: terreno scarsamente alterato di probabile origine vulcanica moderatamente addensato.

DPSH 7

- da 0,00 m a 0,60 m: suolo sabbioso con ciottoli sciolto;
- da 0,60 m a 1,00 m: conglomerati e sabbie poco addensati;
- da 1,00 m a 4,20 m: conglomerati e sabbie moderatamente addensati.

DPSH 8

- da 0,00 m a 0,60 m: suolo sabbioso con ciottoli sciolto;
- da 0,60 m a 1,60 m: conglomerati e sabbie poco addensati;
- da 1,60 m a 4,20 m: conglomerati e sabbie moderatamente addensati.

DPSH 9:

- da 0,00 m a 0,40 m: suolo argilloso con elementi litici arenacei sciolto;
- da 0,40 m a 0,80 m: argille con frequenti arenarie poco compatte;
- da 0,80 m a 1,20 m: arenaria alterata con livelli di argilla moderatamente addensata;
- da 1,20 m a 2,60 m: arenaria alterata con livello di argilla molto addensata;
- da 2,60 m a 2,80 m: arenaria alterata con livello di argilla estremamente addensata (RIF).

DPSH 10:

- da 0,00 m a 0,60 m: suolo sabbioso con ciottoli sciolto;
- da 0,60 m a 1,00 m: conglomerati e sabbie poco addensate;
- da 1,00 m a 3,20 m: conglomerati e sabbie moderatamente addensate.

Come si può leggere dalle specifiche delle prove penetrometriche effettuate, in corrispondenza del perimetro in cui saranno installati i pannelli, si rinvengono varie tipologie di terreni alcuni dei quali è stato possibile accorpare fra di loro:

DPSH 5-7-8-9-10

1 - terreni sciolti (spessore massimo di 0,60 m dal p.c. nelle DPSH 7-8)

2 - terreni da poco addensati a moderatamente addensati (dalla base dell'orizzonte 1 fino alla profondità massima di 1,60 m dal p.c. in DPSH 8);

3 - terreni da moderatamente addensati a molto addensati (dalla base dell'orizzonte 2 fino a f.f.).

Le DPSH 4 e 6 saranno trattate separatamente.

6.4 Caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni e modellazione geotecnica

Le indagini in situ eseguite hanno permesso di attribuire i seguenti parametri geotecnici agli orizzonti sopra definiti, in termini di valori caratteristici come indicato nelle nuove NTC (6.2.2).

SSE "IBERDROLA"

SSE IBERDROLA – DPSH 1-2-3							
Orizzonte	Stratigrafia schematica	PROFONDITA' (m)	ϕ' (°)	Cu (KN/m2)	C' (KN/m2)	Ed (KN/m2)	γ (KN/m3)
1	terreno di riporto con quantità di	0 – 0,40 m	-	-	-	-	-

	ciottoli variabile						
2	Terreni limosi argillosi sabbiosi con rari ciottoli moderatamente compatti	0,40 – 4,10 m (DPSH3)	25	50	7	3000	17
3	Argille compatte (solo in DPSH 1 e 2)	2,00/3,00 – 4,20 m	25	80	5	9000	18

dove:

ϕ = angolo di attrito interno

Ed= modulo edometrico

Cu= coesione non drenata

C'=coesione efficace

γ = peso di volume del terreno

PERIMETRO "MANCIANO"

PERIMETRO "MANCIANO" – DPSH 5-7-8-9-10							
Orizzonte	Stratigrafia schematica	PROFONDITA' (m)	ϕ' (°)	Cu (KN/m2)	C' (KN/m2)	Ed (KN/m2)	γ (KN/m3)
1	terreni sciolti	0 – 0,60 m (DPSH 7-8)	-	-	-	-	-
2	terreni da poco addensati a moderatamente addensati	0,60 – 1,60 m (DPSH8)	28	-	-	4000	14
3	terreni da moderatamente addensati a molto addensati	1,60 – 4,20 m (DPSH 7-8)	33	-	-	10.000	18

dove:

ϕ = angolo di attrito interno

Ed= modulo edometrico

Cu= coesione non drenata

C'=coesione efficace

γ = peso di volume del terreno

PERIMETRO "MANCIANO" – DPSH 4							
Orizzonte	Stratigrafia schematica	PROFONDITA' (m)	ϕ' (°)	Cu (KN/m2)	C' (KN/m2)	Ed (KN/m2)	γ (KN/m3)
1	suolo con argilliti alterate sciolto	0 – 0,40 m (DPSH 7-8)	-	-	-	-	-
2	argilliti e calcilutiti mediamente alterate	0,40 – 2,20 m	29	100	-	6500	16

	e moderatamente compatte						
3	argilliti e calcilutiti non alterate e molto compatte	2,20 – 2,40 m (RIF)	32	230	-	14000	19

dove:

ϕ = angolo di attrito interno

Ed= modulo edometrico

Cu= coesione non drenata

C'=coesione efficace

γ = peso di volume del terreno

PERIMETRO "MANCIANO" – DPSH 6							
Orizzonte	Stratigrafia schematica	PROFONDITA' (m)	ϕ' (°)	Cu (KN/m2)	C' (KN/m2)	Ed (KN/m2)	γ (KN/m3)
1	suolo alterato di probabile origine vulcanica (piroclastiti)	0 – 0,60 m	-	-	-	-	-
2	terreno alterato di probabile origine vulcanica moderatamente addensato	0,60 – 2,00 m	24	76	-	6000	15.2
3	terreno scarsamente alterato di probabile origine vulcanica moderatamente addensato	2,00 – 3,00 m	26	100	-	7100	16
4	terreno alterato di probabile origine vulcanica moderatamente addensato	3,00 – 3,80 m	25	95	-	6500	15.5
5	terreno scarsamente alterato di probabile origine vulcanica moderatamente addensato	3,80 – 4,20 m	27	130	-	8000	16.5

dove:

ϕ = angolo di attrito interno

Ed= modulo edometrico

Cu= coesione non drenata

C'=coesione efficace

γ = peso di volume del terreno

Per i certificati delle prove si rimanda all'allegato 1.

6.5 Categoria di sottosuolo

Al punto 3.2.2 del D.M. 17/01/2018 (Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche), per la definizione dell'azione sismica di progetto si afferma che:

L'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi, da eseguire con le modalità indicate nel § 7.11.3. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, VS.

I valori di VS sono ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche.

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, VS,eq (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}} \quad [3.2.1]$$

con:

h_i spessore dell'i-esimo strato;

$V_{S,i}$ velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;

N numero di strati;

H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da Vs non inferiore a 800 m/s.

SSE "IBERDROLA"

Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

PERIMETRO “MANCIANO”

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l’utilizzo dell’approccio semplificato.*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

In riferimento al D.M. 17/01/2018, per i terreni indagati nell’area della SSE “Iberdrola”, dall’analisi della VS,eq (profondità del substrato sismico $H > 30$ m) e verificando la congruenza con la descrizione stratigrafica della tabella sopra (3.2. Il NTC 2018), è stato stimato un sottosuolo di categoria “C”, ovvero si tratta di “*depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s*”.

Invece per i terreni indagati nell’area del perimetro di “Manciano” è stato stimato un sottosuolo di tipo “B”, ovvero si tratta di “*Rocce tenere a depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s*”

SSE “Iberdrola”

VS,eq = VS₃₀ = 321 m/s (Categoria sottosuolo C)

Perimetro “Manciano”

VS,eq = VS₃₀ = 435 m/s (Categoria sottosuolo B)

Per ulteriori dettagli si rimanda all’allegato 2.

7. MODELLAZIONE SISMICA

Nell'ambito dell'Ordinanza P.C.M. n. 3274/03 sono state individuate (anche per la Regione Toscana) 4 zone, delle quali le prime tre coincidono con quelle individuate dalla L. n. 64/74 e successivi D.M. ad essa collegati, mentre la quarta è di nuova costituzione.

Sulla base della nuova classificazione sismica della Regione Toscana approvata con Del. G.R.T. n.878 del 08/10/2012 (pubblicata sul BURT Parte Seconda n.43 del 24/10/2012 Supplemento n.136), il comune di Manciano è stato classificato in zona sismica 3.

Con l'entrata in vigore del D.M. 14/01/08 e del successivo aggiornamento del D.M. 17/01/18, la stima della pericolosità sismica viene inoltre definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente".

L'azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi stati limite viene definita partendo dalla "pericolosità di base" del sito di interesse, che è l'elemento essenziale per la determinazione dell'azione sismica.

In particolare, i caratteri del moto sismico su sito di riferimento rigido orizzontale sono descritti dalla distribuzione sul territorio nazionale del valore dell'accelerazione massima a_g al sito e dei parametri (F_0 e T_c^*), che permettono di definire gli spettri di risposta elastici per la generica probabilità di eccedenza nel periodo di riferimento PVR.

È necessario pertanto determinare i parametri spettrali relativi al sito di intervento utilizzando come riferimento le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento riportato nella tab. 1 dell'allegato B del suddetto decreto.

Lo scuotimento al suolo così individuato deve essere corretto per tener conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali del sottosuolo effettivamente presente nel sito di costruzione e dalla morfologia della superficie:

SSE "Iberdrola"

- Categoria di sottosuolo C
- Coefficiente di amplificazione stratigrafica **SS= 1,5** (tabella 3.2.IV – NTC 2018)
- Coefficiente di amplificazione topografica **ST= 1,0** (tabella 3.2.V – NTC 2018 per categoria topografica T1 in tabella 3.2.III)

Partendo dunque dai seguenti dati relativi alla costruzione in oggetto:

Tipo di costruzione	2
Vita nominale VN	≥ 50 anni
Classe d'uso	I
Coefficiente d'uso Cu	0,7

Vita o periodo di riferimento VR=VN x Cu	35 anni
--	---------

per il sito di interesse sono stati ricavati, mediante l'utilizzo del programma di calcolo della GeoStru, i seguenti parametri sismici:

Sito in esame.

latitudine: 42,4510404018527
 longitudine: 11,5742948894993
 Classe: 1
 Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 25834 Lat: 42,4680 Lon: 11,5243 Distanza: 4514,464
 Sito 2 ID: 25835 Lat: 42,4692 Lon: 11,5921 Distanza: 2487,943
 Sito 3 ID: 26057 Lat: 42,4192 Lon: 11,5936 Distanza: 3878,130
 Sito 4 ID: 26056 Lat: 42,4181 Lon: 11,5259 Distanza: 5406,400

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C
 Categoria topografica: T2
 Periodo di riferimento: 35anni
 Coefficiente cu: 0,7

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %
 Tr: 30 [anni]
 ag: 0,033 g
 Fo: 2,565
 Tc*: 0,211 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %
 Tr: 35 [anni]
 ag: 0,035 g
 Fo: 2,571
 Tc*: 0,219 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %
 Tr: 332 [anni]

ag: 0,074 g
 Fo: 2,643
 Tc*: 0,285 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %
 Tr: 682 [anni]
 ag: 0,091 g
 Fo: 2,670
 Tc*: 0,295 [s]

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

SLO:

Ss: 1,500
 Cc: 1,760
 St: 1,200
 Kh: 0,012
 Kv: 0,006
 Amax: 0,579
 Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,500
 Cc: 1,730
 St: 1,200
 Kh: 0,012
 Kv: 0,006
 Amax: 0,612
 Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,500
 Cc: 1,590
 St: 1,200
 Kh: 0,027
 Kv: 0,013
 Amax: 1,307
 Beta: 0,200

SLC:

Ss: 1,500
 Cc: 1,570
 St: 1,200
 Kh: 0,033

Kv: 0,016
 Amax: 1,612
 Beta: 0,200

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50

Geostru

Coordinate WGS84

latitudine: 42.450055

longitudine: 11.573340

Perimetro “Manciano”

- Categoria di sottosuolo B
- Coefficiente di amplificazione stratigrafica **SS= 1,5** (tabella 3.2.IV – NTC 2018)
- Coefficiente di amplificazione topografica **ST= 1,0** (tabella 3.2.V – NTC 2018 per categoria topografica T1 in tabella 3.2.III)

Partendo dunque dai seguenti dati relativi alla costruzione in oggetto:

Tipo di costruzione	2
Vita nominale VN	≥ 50 anni
Classe d’uso	I
Coefficiente d’uso Cu	0,7
Vita o periodo di riferimento VR=VN x Cu	35 anni

per il sito di interesse sono stati ricavati, mediante l’utilizzo del programma di calcolo della GeoStru, i seguenti parametri sismici:

Sito in esame.

latitudine: 42,4535734463612

longitudine: 11,5621071991971

Classe: 1

Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 25834 Lat: 42,4680 Lon: 11,5243 Distanza: 3492,324

Sito 2 ID: 25835 Lat: 42,4692 Lon: 11,5921 Distanza: 3007,454

Sito 3 ID: 26057 Lat: 42,4192 Lon: 11,5936 Distanza: 4612,999

Sito 4 ID: 26056 Lat: 42,4181 Lon: 11,5259 Distanza: 4942,451

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: B
 Categoria topografica: T2
 Periodo di riferimento: 35anni
 Coefficiente cu: 0,7

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %
 Tr: 30 [anni]
 ag: 0,033 g
 Fo: 2,566
 Tc*: 0,210 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %
 Tr: 35 [anni]
 ag: 0,034 g
 Fo: 2,573
 Tc*: 0,218 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %
 Tr: 332 [anni]
 ag: 0,073 g
 Fo: 2,651
 Tc*: 0,285 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %
 Tr: 682 [anni]
 ag: 0,090 g
 Fo: 2,679
 Tc*: 0,295 [s]

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

SLO:

Ss: 1,200
 Cc: 1,500
 St: 1,200
 Kh: 0,009
 Kv: 0,005
 Amax: 0,460

Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,200

Cc: 1,490

St: 1,200

Kh: 0,010

Kv: 0,005

Amax: 0,487

Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,200

Cc: 1,410

St: 1,200

Kh: 0,021

Kv: 0,011

Amax: 1,031

Beta: 0,200

SLC:

Ss: 1,200

Cc: 1,400

St: 1,200

Kh: 0,026

Kv: 0,013

Amax: 1,270

Beta: 0,200

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50

Geostru

Coordinate WGS84

latitudine: 42.452588

longitudine: 11.561152

8. CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA

8.1– Parametri caratteristici e di progetto

L'unità litotecnica di fondazione è costituita dall'orizzonte 2, mentre il volume significativo è rappresentato dagli orizzonti 3 e 4 delle tabelle del paragrafo 6.4 e riportata nuovamente di seguito.

Per la realizzazione dei cabinati in progetto si suggerisce la posa in opera di fondazioni a PLATEA.

SSE IBERDROLA – DPSH 1-2-3							
Orizzonte	Stratigrafia schematica	PROFONDITA' (m)	ϕ' (°)	Cu (KN/m2)	C' (KN/m2)	Ed (KN/m2)	γ (KN/m3)
1	terreno di riporto con quantità di ciottoli variabile	0 – 0,40 m	-	-	-	-	-
2	Terreni limosi argillosi sabbiosi con rari ciottoli moderatamente compatti	0,40 – 4,10 m (DPSH3)	25	50	7	3000	17
3	Argille compatte (solo in DPSH 1 e 2)	2,00/3,00 – 4,20 m	25	80	5	9000	18

dove:

ϕ = angolo di attrito interno

Ed= modulo edometrico

Cu= coesione non drenata

C'=coesione efficace

γ = peso di volume del terreno

Le resistenze di progetto necessarie per le verifiche della sicurezza (SLU) saranno dunque calcolate per la seguente unità litotecnica:

Orizzonte 2: (Terreni limosi argillosi sabbiosi con rari ciottoli moderatamente compatti). Per tale orizzonte si assumono i seguenti parametri caratteristici (Vk):

Cuk = coesione non drenata = 50 kN/mq

C'k = coesione efficace = 7 kN/mq

ϕ k =angolo di attrito = 25°

Per ciò che riguarda il perimetro dove verranno installati i pannelli fotovoltaici, è stata effettuato un accorpamento sulla base delle caratteristiche geotecniche comuni che ha portato alla suddivisione del perimetro in 3 areali (fig. 10) :

PERIMETRO "MANCIANO" – AREA "A"							
Orizzonte	Stratigrafia schematica	PROFONDITA' (m)	ϕ' (°)	Cu (KN/m2)	C' (KN/m2)	Ed (KN/m2)	γ (KN/m3)
1	terreni sciolti	0 – 0,60 m (DPSH 7-8)	-	-	-	-	-
2	terreni da poco addensati a moderatamente addensati	0,60 – 1,60 m (DPSH8)	28	-	-	5000	16
3	terreni da moderatamente addensati a molto addensati	1,60 – 4,20 m (DPSH 7-8)	33	-	-	10.000	18

dove:

ϕ = angolo di attrito interno

Ed= modulo edometrico

Cu= coesione non drenata

C'=coesione efficace

γ = peso di volume del terreno

Le resistenze di progetto necessarie per le verifiche della sicurezza (SLU) saranno dunque calcolate per la seguente unità litotecnica:

Orizzonte 2: (terreni da poco addensati a moderatamente addensati). Per tale orizzonte si assumono i seguenti parametri caratteristici (Vk):

$$\phi_k = \text{angolo di attrito} = 28^\circ$$

PERIMETRO "MANCIANO" – AREA "B"							
Orizzonte	Stratigrafia schematica	PROFONDITA' (m)	ϕ' (°)	Cu (KN/m ²)	C' (KN/m ²)	Ed (KN/m ²)	γ (KN/m ³)
1	suolo con argilliti alterate sciolto	0 – 0,40 m (DPSH 7-8)	-	-	-	-	-
2	argilliti e calcilutiti mediamente alterate e moderatamente compatte	0,40 – 2,20 m	29	100	-	6500	16
3	argilliti e calcilutiti non alterate e molto compatte	2,20 – 2,40 m (RIF)	32	230	-	14000	19

dove:

ϕ = angolo di attrito interno

Ed= modulo edometrico

Cu= coesione non drenata

C'=coesione efficace

γ = peso di volume del terreno

Le resistenze di progetto necessarie per le verifiche della sicurezza (SLU) saranno dunque calcolate per la seguente unità litotecnica:

Orizzonte 2: (calcareniti e arenarie mediamente alterate e moderatamente addensate). Per tale orizzonte si assumono i seguenti parametri caratteristici (Vk):

$$\phi_k = \text{angolo di attrito} = 29^\circ$$

$$C_{uk} = \text{coesione non drenata} = 100 \text{ kN/mq}$$

PERIMETRO "MANCIANO" – "AREA C"							
Orizzonte	Stratigrafia schematica	PROFONDITA' (m)	ϕ' (°)	Cu (KN/m2)	C' (KN/m2)	Ed (KN/m2)	γ (KN/m3)
1	suolo alterato di probabile origine vulcanica (piroclastiti)	0 – 0,60 m	-	-	-	-	-
2	terreno alterato di probabile origine vulcanica moderatamente addensato	0,60 – 2,00 m	24	100	-	6000	15.2
3	terreno scarsamente alterato di probabile origine vulcanica moderatamente addensato	2,00 – 3,00 m	26	95	-	7100	16
4	terreno alterato di probabile origine vulcanica moderatamente addensato	3,00 – 3,80 m	25	130	-	6500	15.5
5	terreno scarsamente alterato di probabile origine vulcanica moderatamente addensato	3,80 – 4,20 m	27	76	-	8000	16.5

dove:

ϕ = angolo di attrito interno

Ed= modulo edometrico

Cu= coesione non drenata

C'=coesione efficace

γ = peso di volume del terreno

Le resistenze di progetto necessarie per le verifiche della sicurezza (SLU) saranno dunque calcolate per la seguente unità litotecnica:

Orizzonte 2: (terreno alterato di probabile origine vulcanica moderatamente addensato). Per tale orizzonte si assumono i seguenti parametri caratteristici (Vk):

$$\phi_k = \text{angolo di attrito} = 24^\circ$$

$$C_{uk} = \text{coesione non drenata} = 100 \text{ kN/mq}$$

I valori di progetto da adottare nel calcolo si ottengono dividendo i valori caratteristici per un coefficiente riduttivo parziale, secondo quanto indicato nelle NTC (Tabella 6.2.II del DM 17/01/2018).

La fattibilità e parametrizzazione geotecnica proposti sono basati sulla campagna d'indagine eseguita, la cui natura puntuale rende obbligatoria la verifica delle assunzioni fatte, in fase di

esecuzione dei lavori; si prescrive quindi l'assistenza geologica durante l'esecuzione degli scavi. Si consiglia, comunque, di realizzare le fondazioni delle cabine e delle sottostazioni, oltre che l'infissione dei pali dei pannelli, negli orizzonti con le migliori caratteristiche geotecniche. Si ricorda che eventuali difformità rispetto alle ipotesi progettuali comporteranno necessariamente una verifica dei dimensionamenti previsti. Lo scrivente si rende comunque fin da ora disponibile a fornire integrazioni a quelle attuali secondo le diverse esigenze della Committenza, del Progettista Geotecnico (in merito alla necessità di una maggiore definizione della campagna geognostica ai fini della caratterizzazione-modellazione geotecnica), della Direzione Lavori e degli uffici preposti alla disamina della pratica in oggetto.

9. CONSIDERAZIONI SULLA FATTIBILITA' GEOLOGICA DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO

CONCLUSIONI

In relazione alle pericolosità individuate nell'area (capitolo 5) e conformemente alla consultazione della L.R. 41/2018 emerge quanto segue:

L'intervento in oggetto ricade tra gli Interventi edilizi all'esterno del territorio urbanizzato (CAPO IV, Art.16, comma 1) e, nello specifico, tra gli impianti e relative opere per la produzione da fonti rinnovabili [...] a condizione che sia realizzata almeno una delle opere di cui all'articolo 8, comma 1 lett. a), b) c) o d)" (Art. 13, comma 4, lettera d).

Nel caso dell'installazione dei moduli fotovoltaici, si segnala che questi non presentano problemi per la trasparenza idraulica (ai sensi dell'art.8, comma 1, lettera c) della L.R.41/2018), in quanto non occupano volume. Si segnala comunque che, dal particolare tecnico delle strutture portanti dei pannelli fotovoltaici, il pannello, nella sua rotazione, raggiunge un'altezza massima dal p.c. di 2,40 m ed un'altezza minima di 0,5 m, sufficiente a non creare condizioni di criticità dal punti di vista idraulico. Invece, nel caso in cui i cabinati rientrino in aree a pericolosità idraulica elevata, la condizione può rientrare tra le opere di cui all'Art.8, comma 1, lettera d) "interventi di difesa locale", come specificato dalla stessa normativa. Le opere in progetto sono realizzabili pertanto con interventi di difesa locale, ovvero con interventi di protezione finalizzati a limitare la vulnerabilità del singolo elemento esposto all'evento alluvionale (es. tenuta idraulica dei volumi tecnici).

Si specifica che nelle cartografie del P.S. e del P.O. comunale non vi è alcuna cartografia che individui battenti idraulici nel perimetro comunale, oltre all'assenza di una cartografia del P.A.I.

Per la realizzazione dei cabinati elettrici da realizzarsi mediante strutture prefabbricate, come da indicazioni progettuali, su fondazioni posate su platea di calcestruzzo per le seguenti opere:

n.10 cabine sottocampo con platea in c.a. di cls C 25/30 B450C delle dimensioni di 12,55x3,85m e dello spessore di 35 cm;

n.2 cabine elettriche centrali prefabbricate su una platea di fondazione in c.a. di cls C 25/30 B450C delle dimensioni di 19,70x2,50 e spessore 60cm;

n.1 cabina sottostazione elettrica (SSE) delle dimensioni di 7,30x18,50 m e spessore 30 cm.

In merito alla messa in opera della linea MT interrata, alla profondità di 1,5 m, che collega l'impianto fotovoltaico alla SSE, interrato alla profondità massima di 3,0 m, non sono state rilevate criticità. Solo in un punto, nell'area sud, lungo la strada dell'Abbadia, essa attraversa un canale: in

questo caso il cavidotto verrà interrato mediante “spingi tubo” ad una profondità di 2,5 m dal fondo dell’alveo, con la realizzazione di pozzetti di sezionamento in entrata e in uscita, posti esternamente alla fascia di rispetto fluviale.

In merito ad eventuali interferenze delle opere progettate con il reticolo idrografico e di gestione della Regione Toscana attualmente vigente, gli interventi dovranno essere realizzati in ottemperanza al R.D. 523/1904 “Testo Unico delle leggi sulle opere idrauliche”.

In relazione al quadro conoscitivo sopra delineato, derivato dalle indagini geologiche di supporto agli strumenti urbanistici vigenti nel Comune di Manciano, nonché degli approfondimenti realizzati in questa fase di studio preliminare, per quanto concerne la fattibilità idraulica del progetto in esame, l’intervento risulta fattibile.

Certaldo, settembre 2021

IdroGeo Service S.r.l.
Engineering and Consulting

Il Tecnico Responsabile
Dott. Geol.
Simone FIASCHI

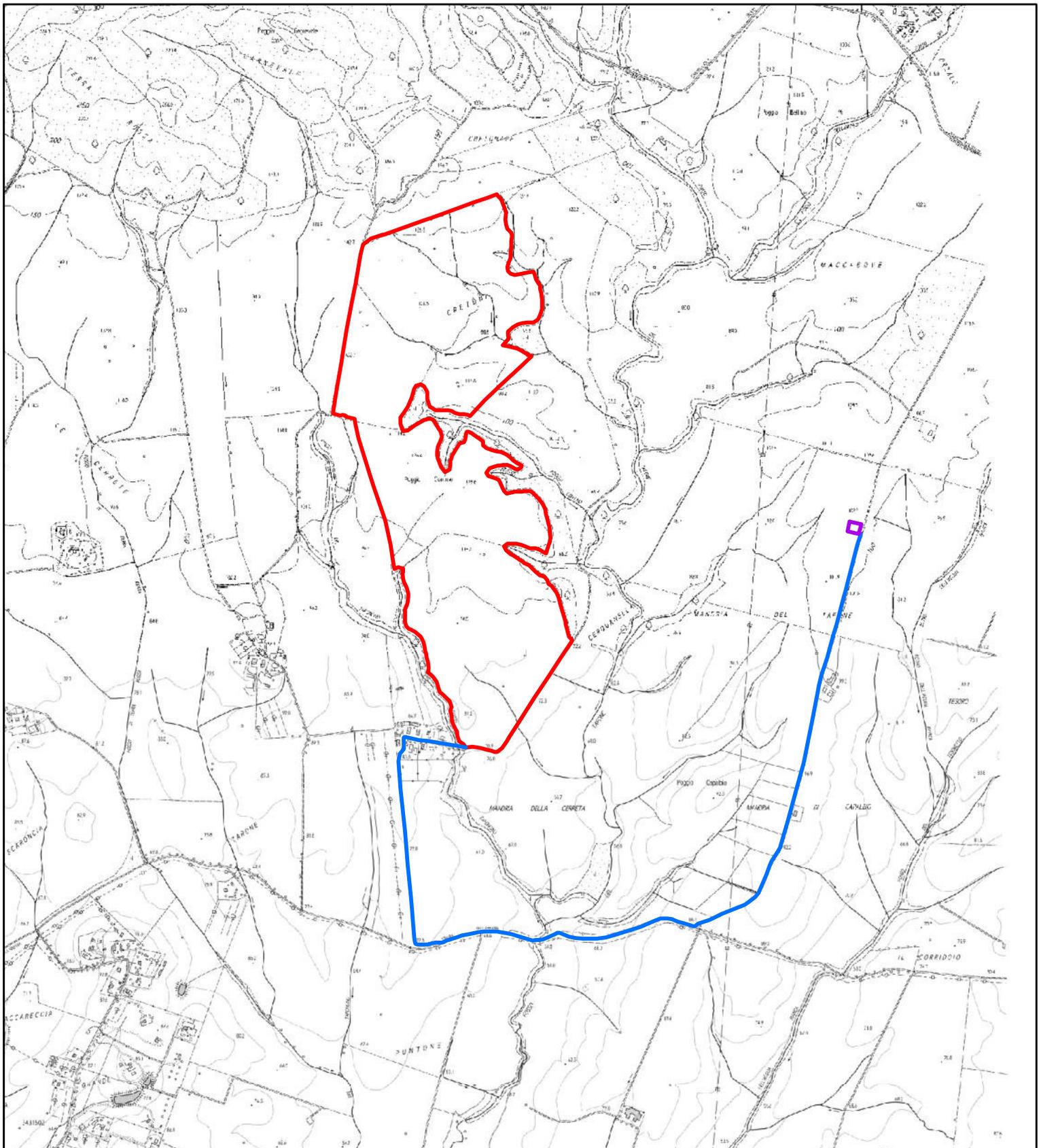
Il Direttore Tecnico
Dott. Geol.
Alessandro MURRATZU

Collaboratore Tecnico
Dott. Giada De Angelis

ELABORATI CARTOGRAFICI

Carta corografica

Scala 1:20.000



Legenda

 impianto fotovoltaico "Manciano"

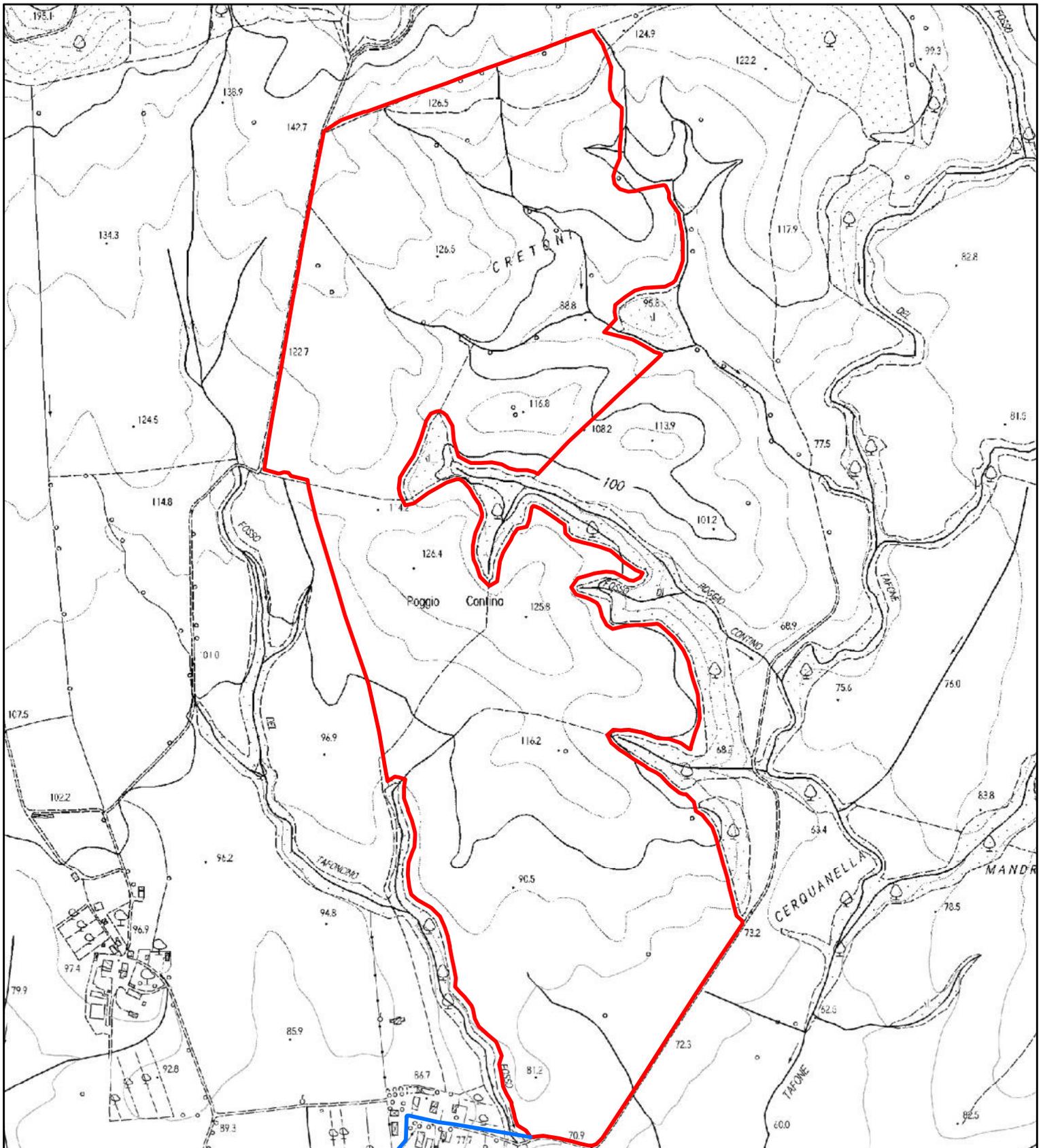
 SSE "Iberdrola"

 Cavidotto

Fig. 1

Carta corografica

Scala 1:10.000



Legenda

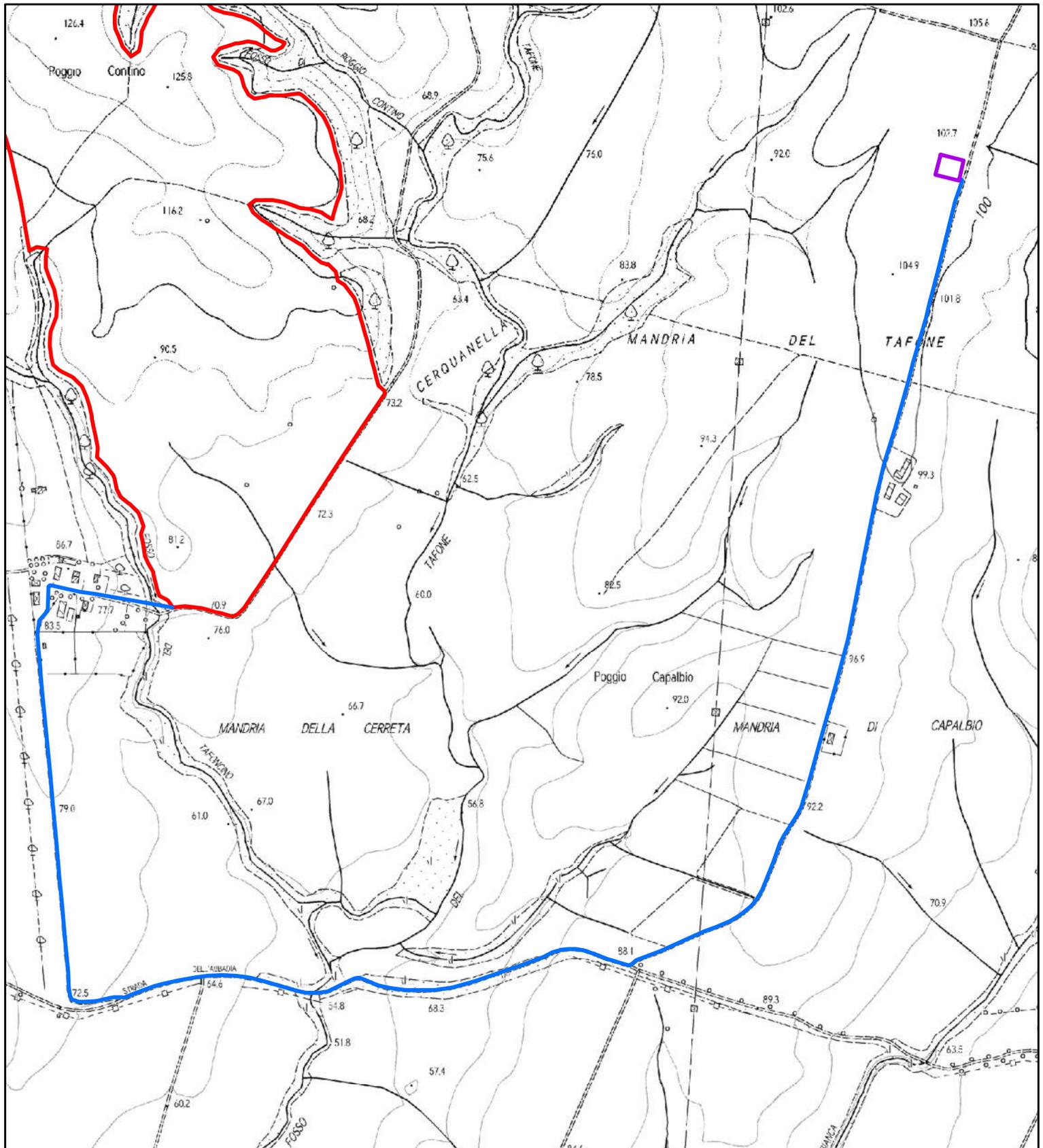
 impianto fotovoltaico "Manciano"

 Cavidotto

Fig. 1a

Carta corografica

Scala 1:10.000



Legenda

 impianto fotovoltaico "Manciano"

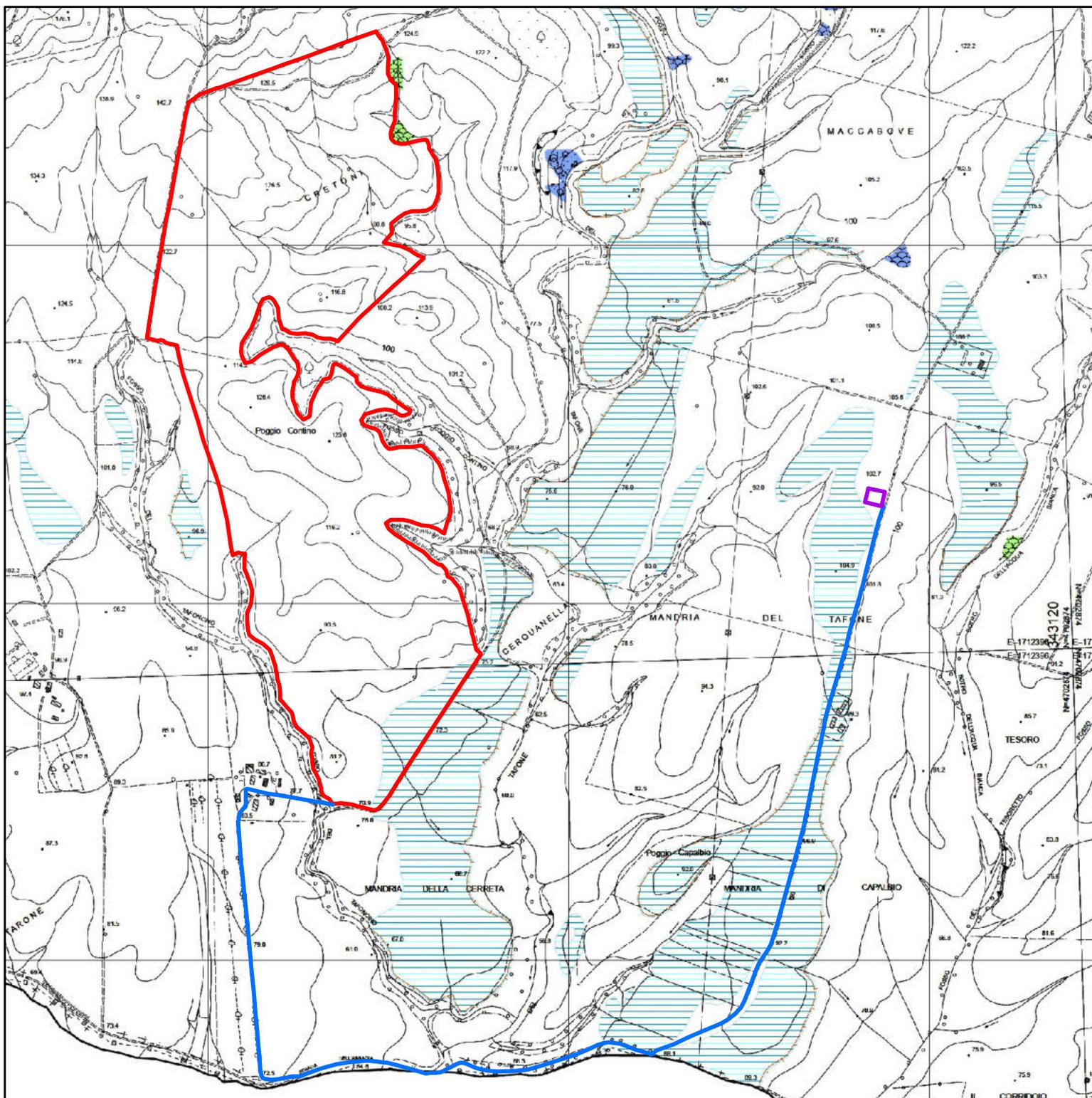
 SSE "Iberdrola"

 Cavidotto

Fig. 1b

Estratto dal P.S. vigente - Carta geomorfologica

scala 1:15 000



Legenda

 limite "manciano"

 Cavidotto

 SSE "Iberdrola"

 superficie di terrazzo

 frana di scorrimento quiescente

 frana di crollo inattiva

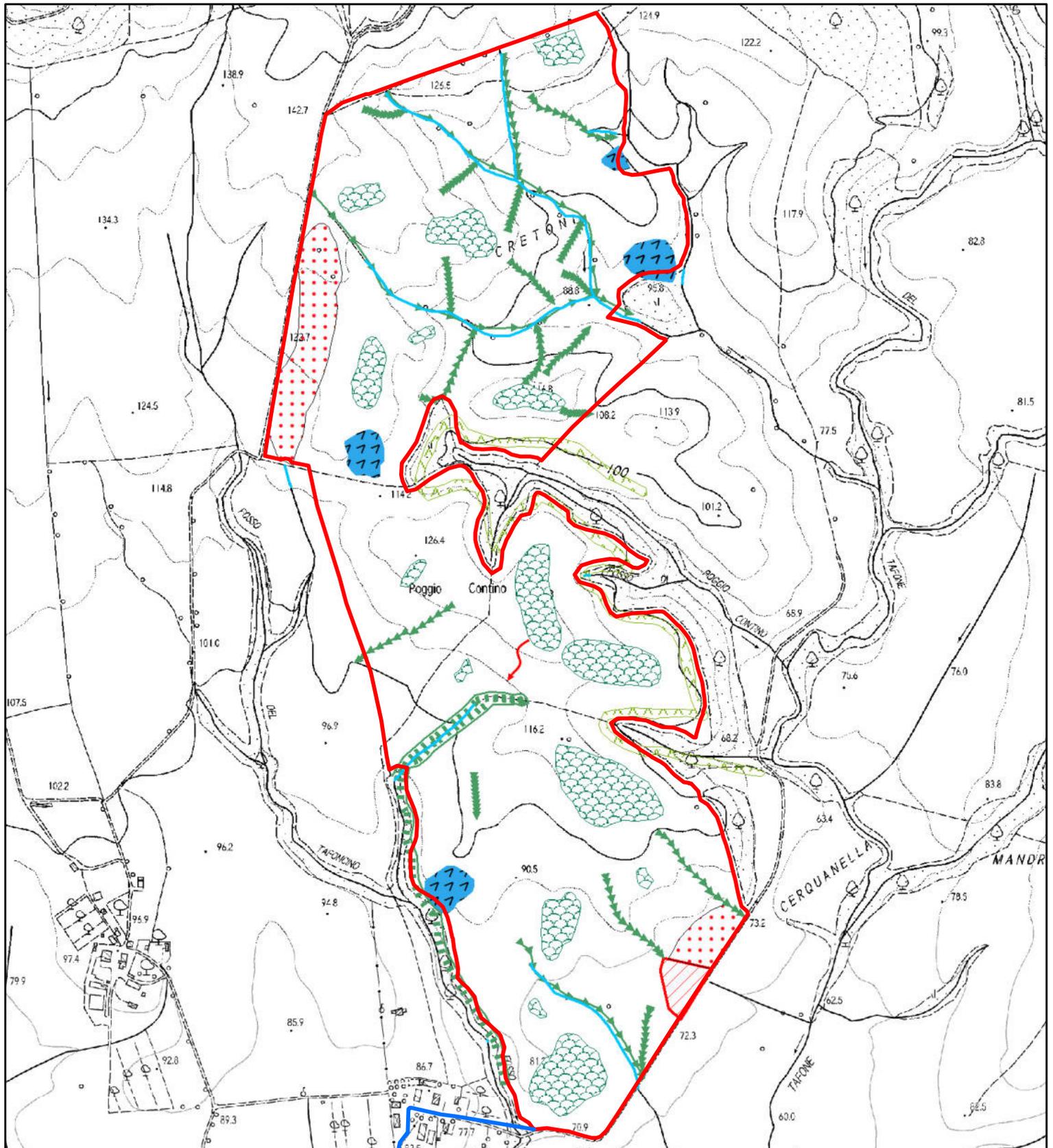
 frana di scorrimento inattiva

 orlo di scarpata di frana

Fig. 2

Carta del rilevamento geomorfologico di dettaglio

scala 1:10 000



Legenda

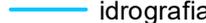
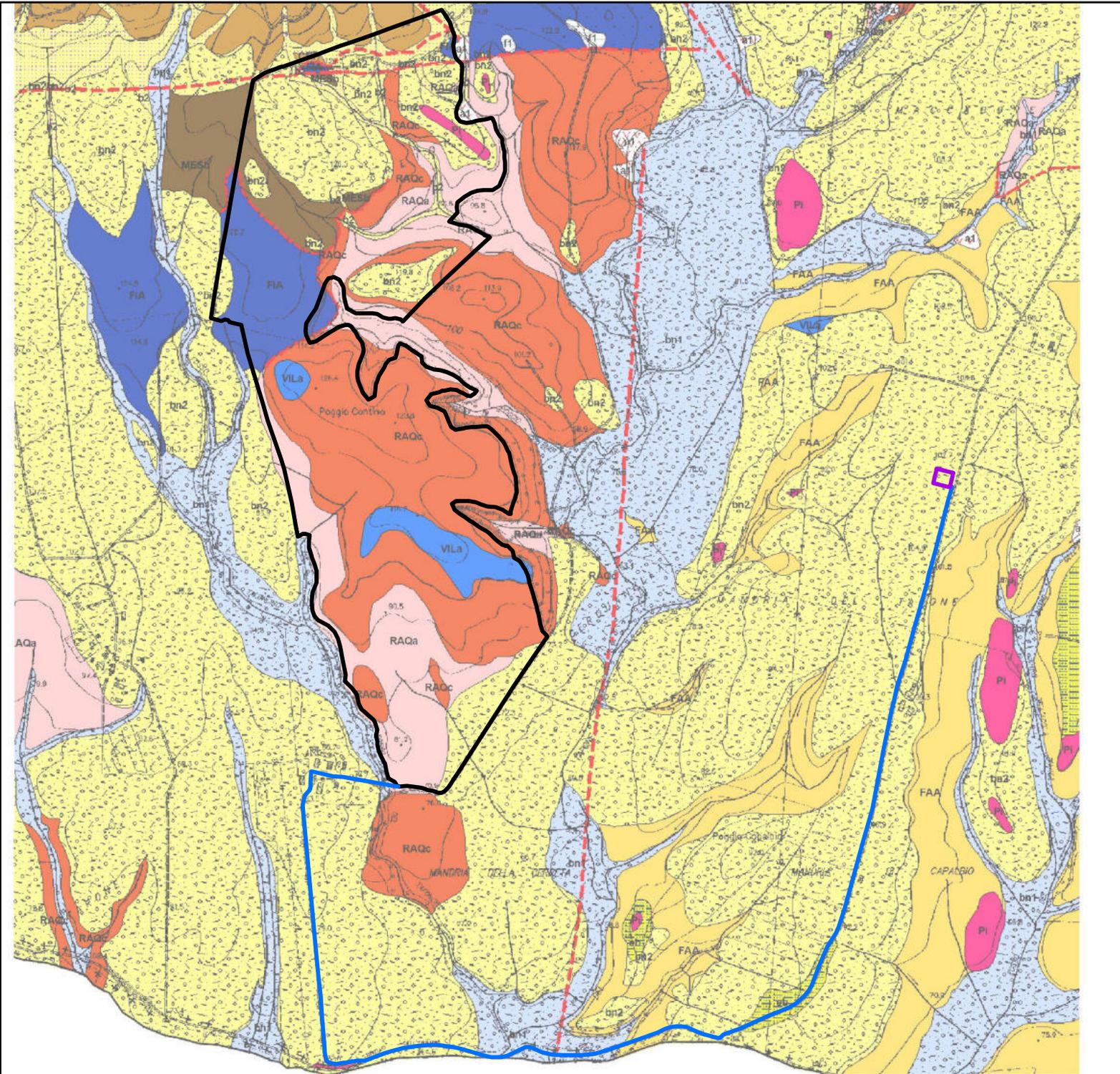
-  cavidotto
-  perimetro
-  idrografia
-  soliflusso
-  scarpata di erosione fluviale
-  erosione incanalata
-  area a calanchi
-  deposito di versante
-  erosione superficiale
-  cono detritico
-  frana quiescente

Fig. 3

Estratto della carta geologica dal P.S. comunale

scala 1: 15 000



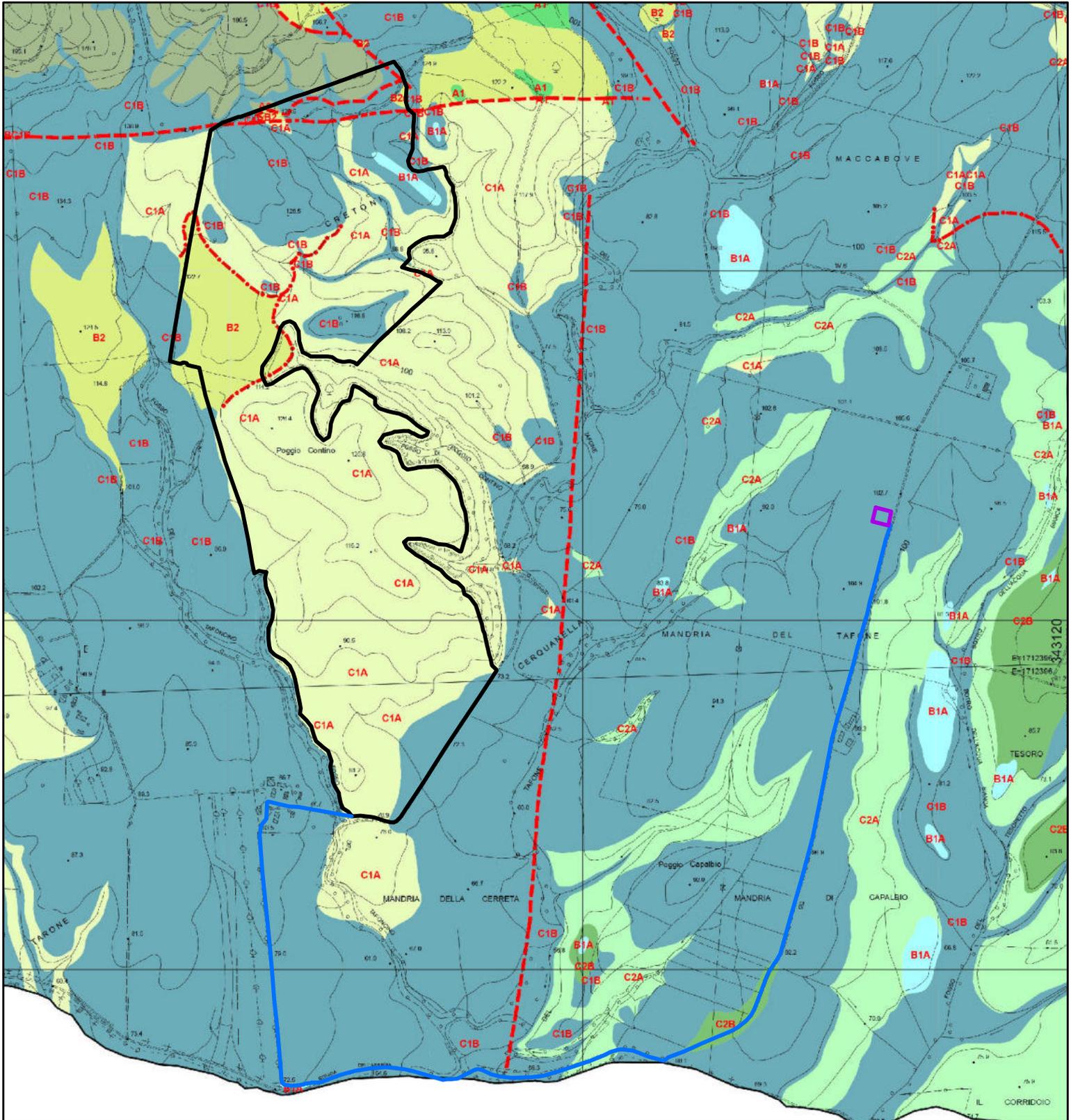
Legenda

-  perimetro "Manciano"
-  SSE_Iberdrola
-  cavidotto
-  bn1 Depositi alluvionali terrazzati recenti (olocene)
-  bn2 Depositi alluvionali terrazzati antichi (Pleistocene)
-  Pi depositi piroclastici (Pleistocene)
-  eb Depositi palustri
-  VILa Sabbie e Conglomerati (Rusciniano-Villafranchiano)
-  FAA Argille e argille siltose grigio-azzurre localmente fossilifere (Zancleano-Piacenziane)
-  MES b Conglomerati poligenici (Turoliano sup.)
-  RAQa Argille e arenarie (Messiniano inf.)
-  RAQc Conglomerati (Messiniano inf.)
-  FIA Formazione di S. Fiora (Cretacico sup.-Paleocene)

Fig. 4

Estratto dal P.S. vigente - Carta litologico-tecnica

scala 1:15.000



 limite "Manciano"

 SSE "Iberdrola"

 Cavidotto

 A2 - Materiali lapidei - Complessi metamorfici

 B1A - Alternanza di litotipi diversi - Strati a consistenza lapidea prevalentemente arenacei con intercalazioni siltitiche

 B2 - Alternanza di litotipi diversi - Alternanze con rapporto lapideo/argillitico-marnoso < 1. Siltiti con intercalazione di arenarie, calcari marnosi e marne spesso con assetto strutturale caotico

 C1A - Successioni conglomeratiche incoerenti - Materiali con grado di addensamento medio-elevato

 C1B - Successioni conglomeratiche incoerenti - Materiali con grado di addensamento basso o nullo

 C2A - Depositi tendenzialmente coesivi a consistenza medio-elevata

 C2B - Depositi tendenzialmente coesivi a consistenza bassa o nulla

Fig. 5

Estratto della carta idrogeologica e delle aree con problematiche idrogeologiche ai sensi del DPGRT 26/R/07

scala 1:15.000

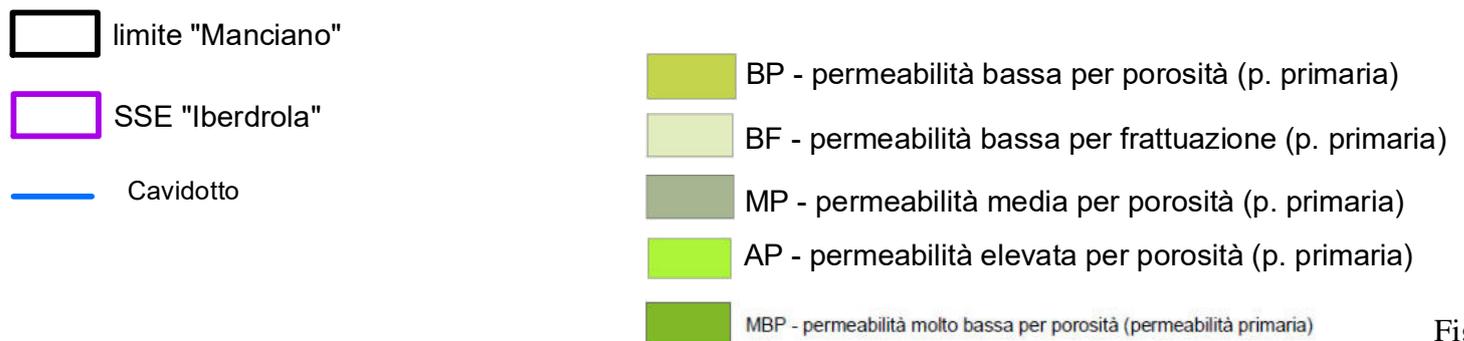
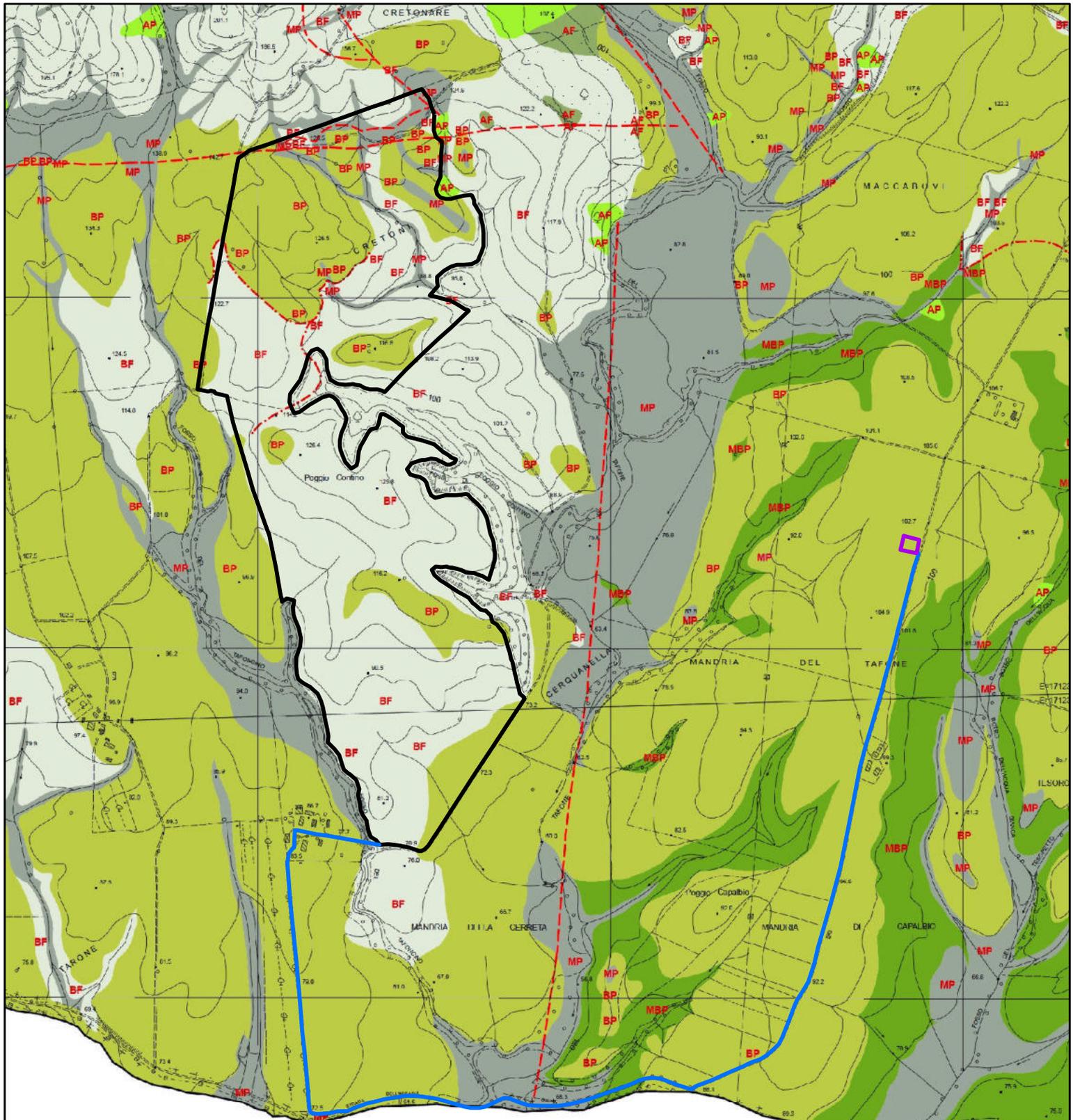
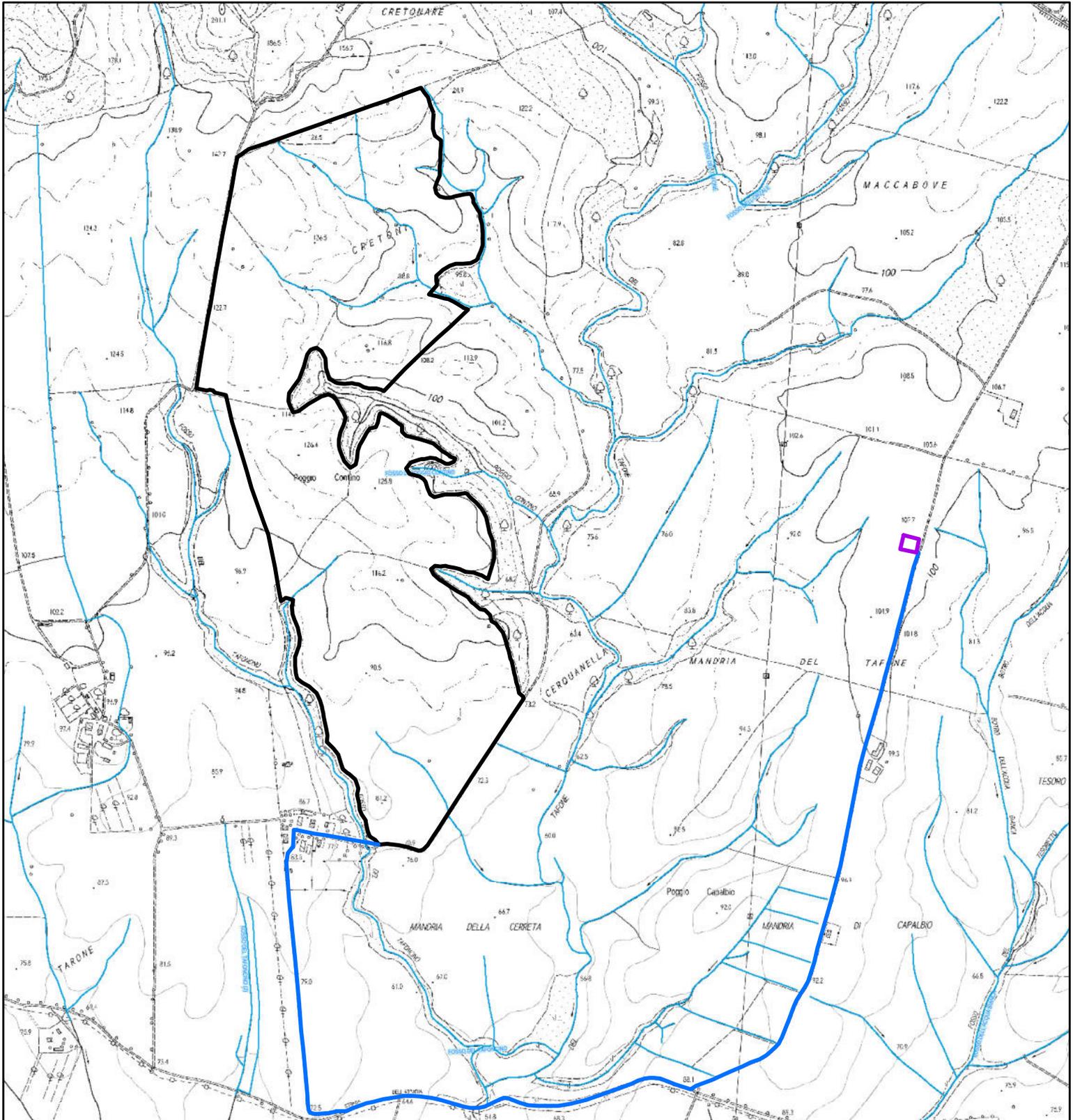


Fig. 6

Reticolo idrografico esistente

scala 1:15.000



Legenda

 limite "Manciano"

 SSE "Iberdrola"

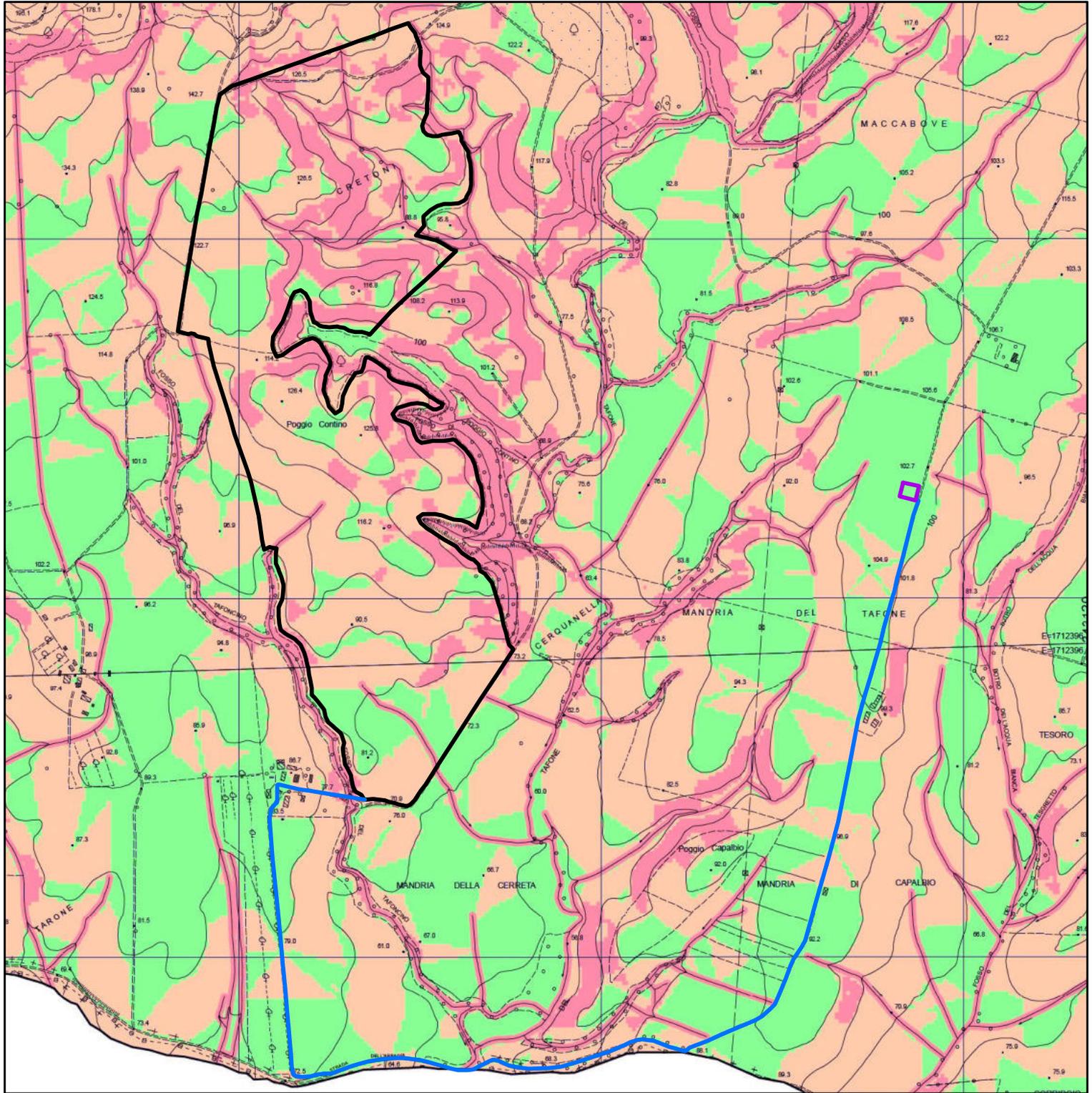
 Cavidotto

 reticolo idrografico

Fig. 6a

Estratto dal P.S. vigente: carta della pericolosità geologica

scala 1: 15 000



LEGENDA

 perimetro "Manciano"

 SSE "Iberdrola"

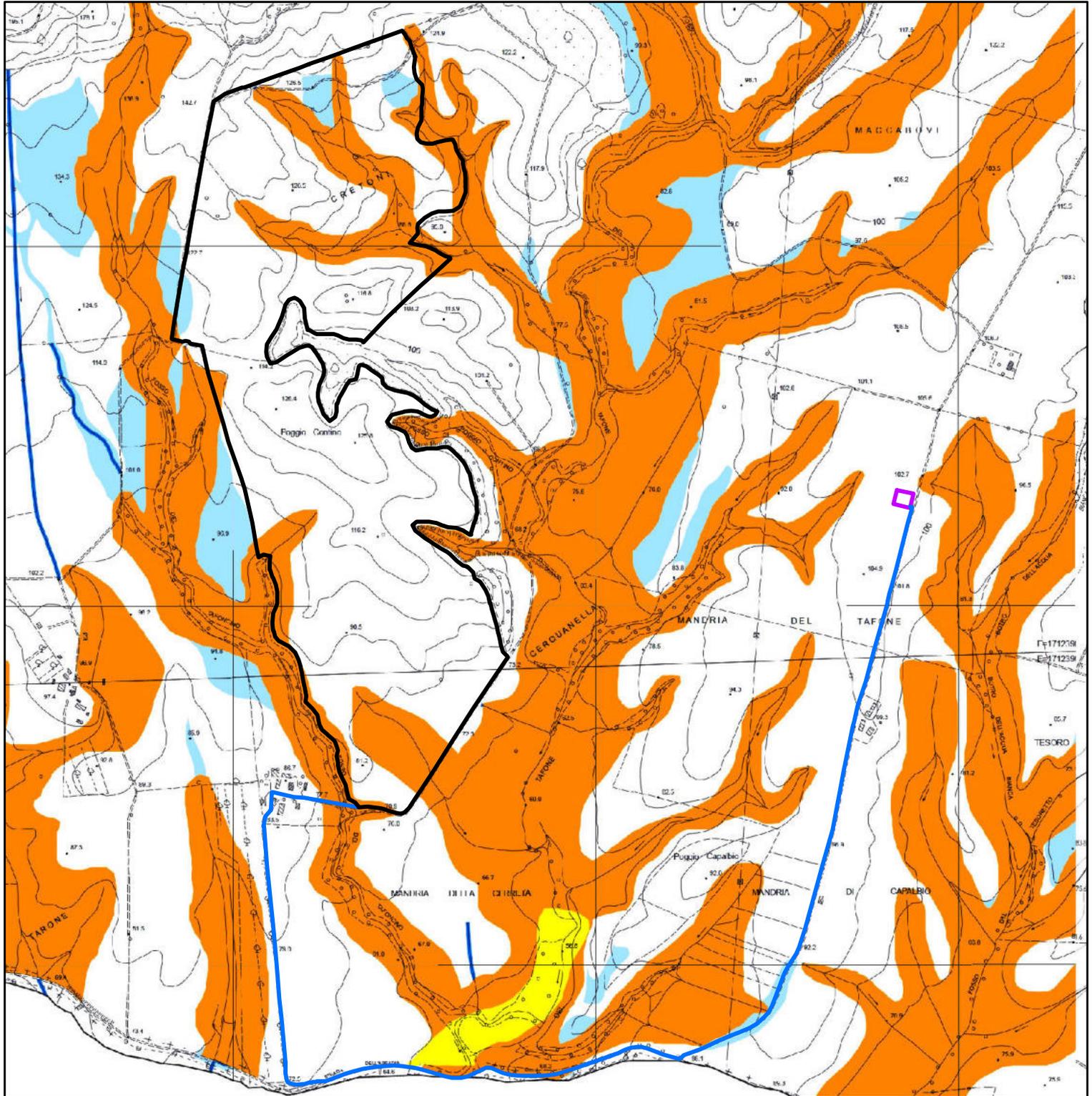
 Cavidotto



Fig. 7

Estratto dal P.S. vigente: carta della pericolosità idraulica

scala 1: 15 000



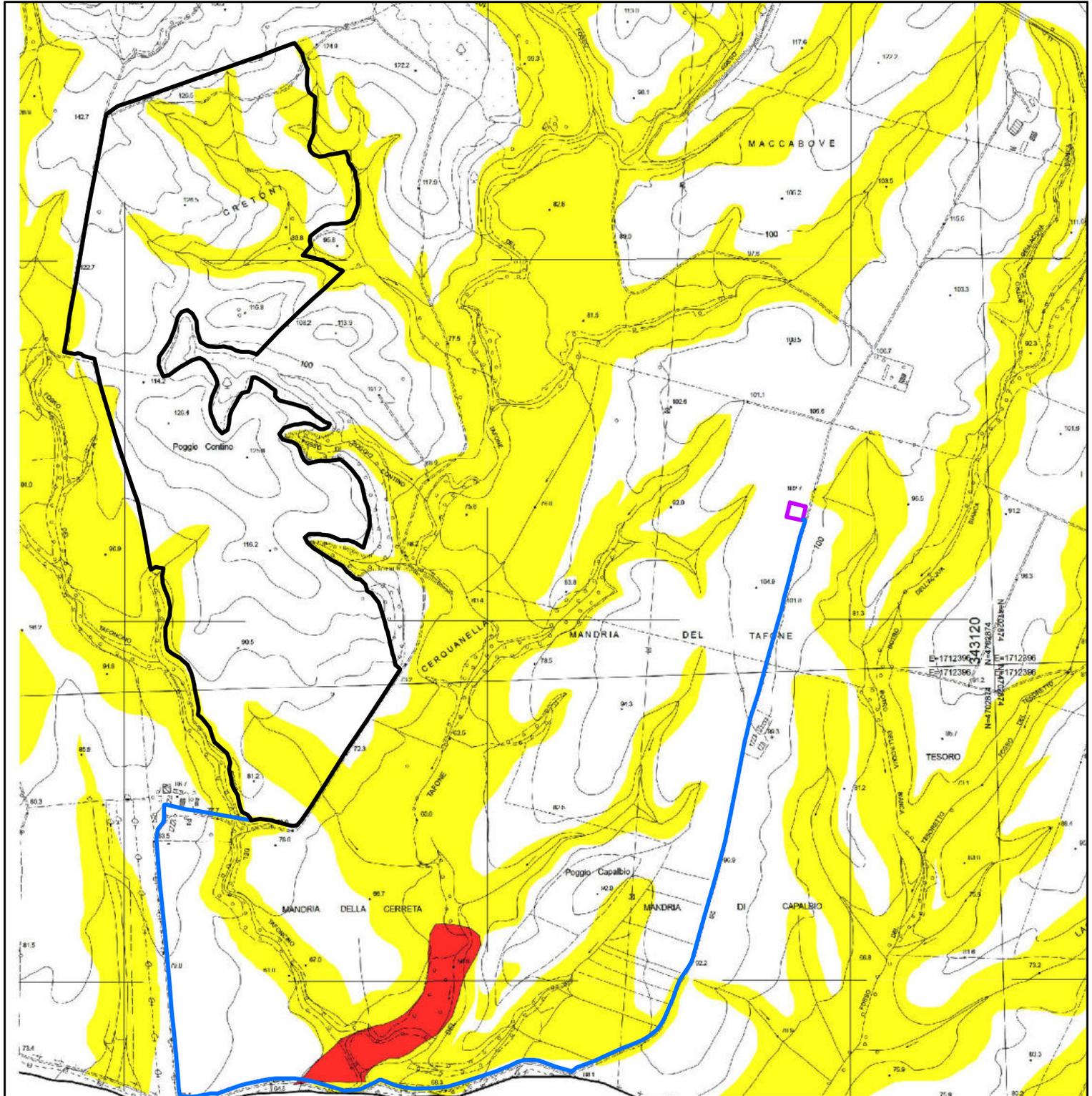
Legenda

- | | | | |
|--|----------------------|---|----|
|  | Perimetro "Manciano" |  | I4 |
|  | SSE "Iberdrola" |  | I3 |
|  | Cavidotto |  | I2 |

Fig. 7a

Estratto dal P.S. vigente: aree allagabili

scala 1: 15 000



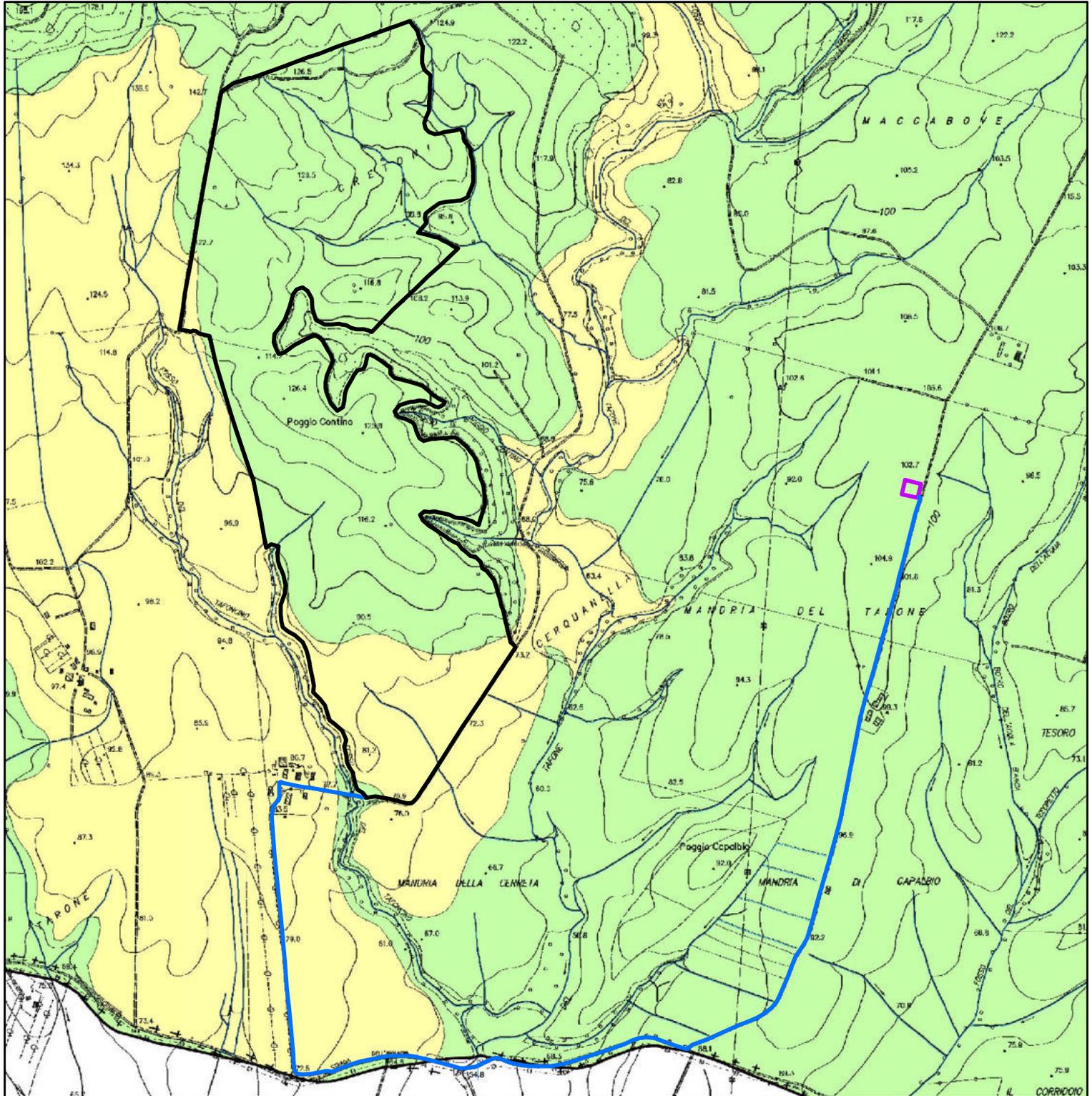
Legenda

-  Perimetro "Manciano"
-  Aree di fondovalle
-  SSE "Iberdrola"
-  Aree soggette ad esondazione ricorrente
-  Cavidotto

Fig. 7b

Estratto dal PAI Ombrone

scala 1: 15 000

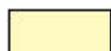


Legenda

 Perimetro "Manciano"

 SSE "Iberdrola"

 Cavidotto

 Dominio idraulico

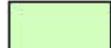
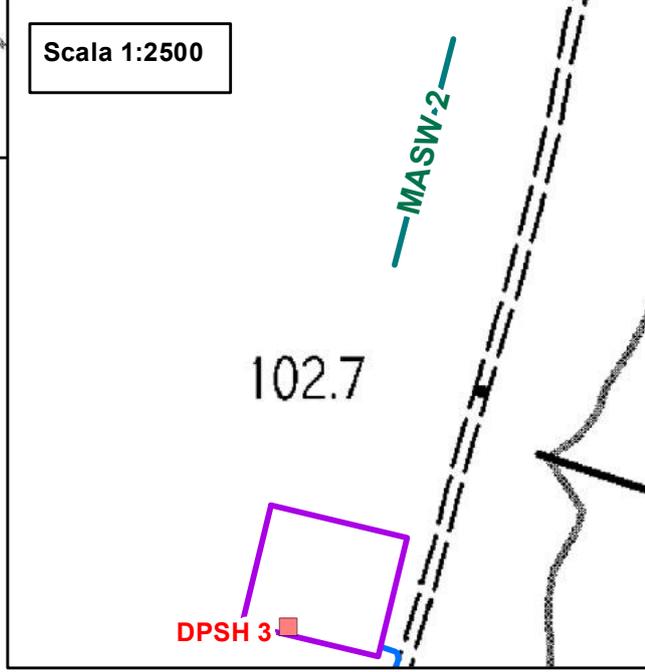
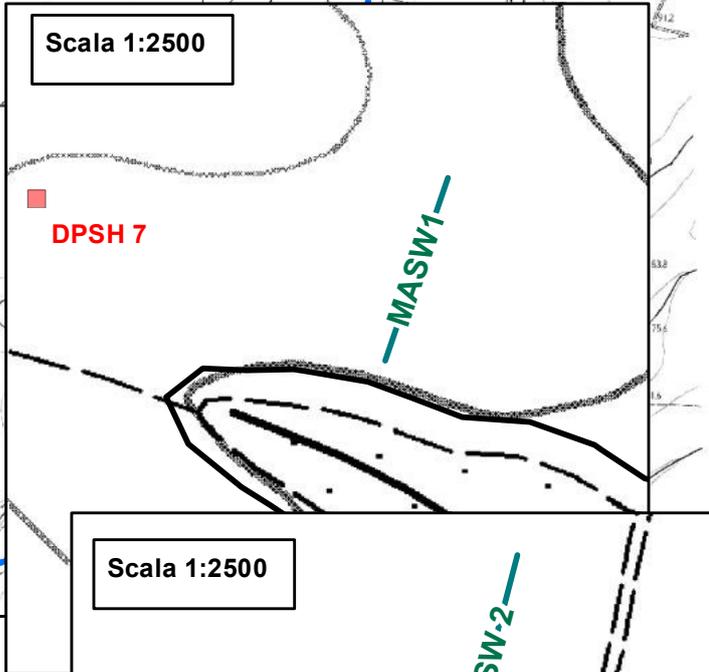
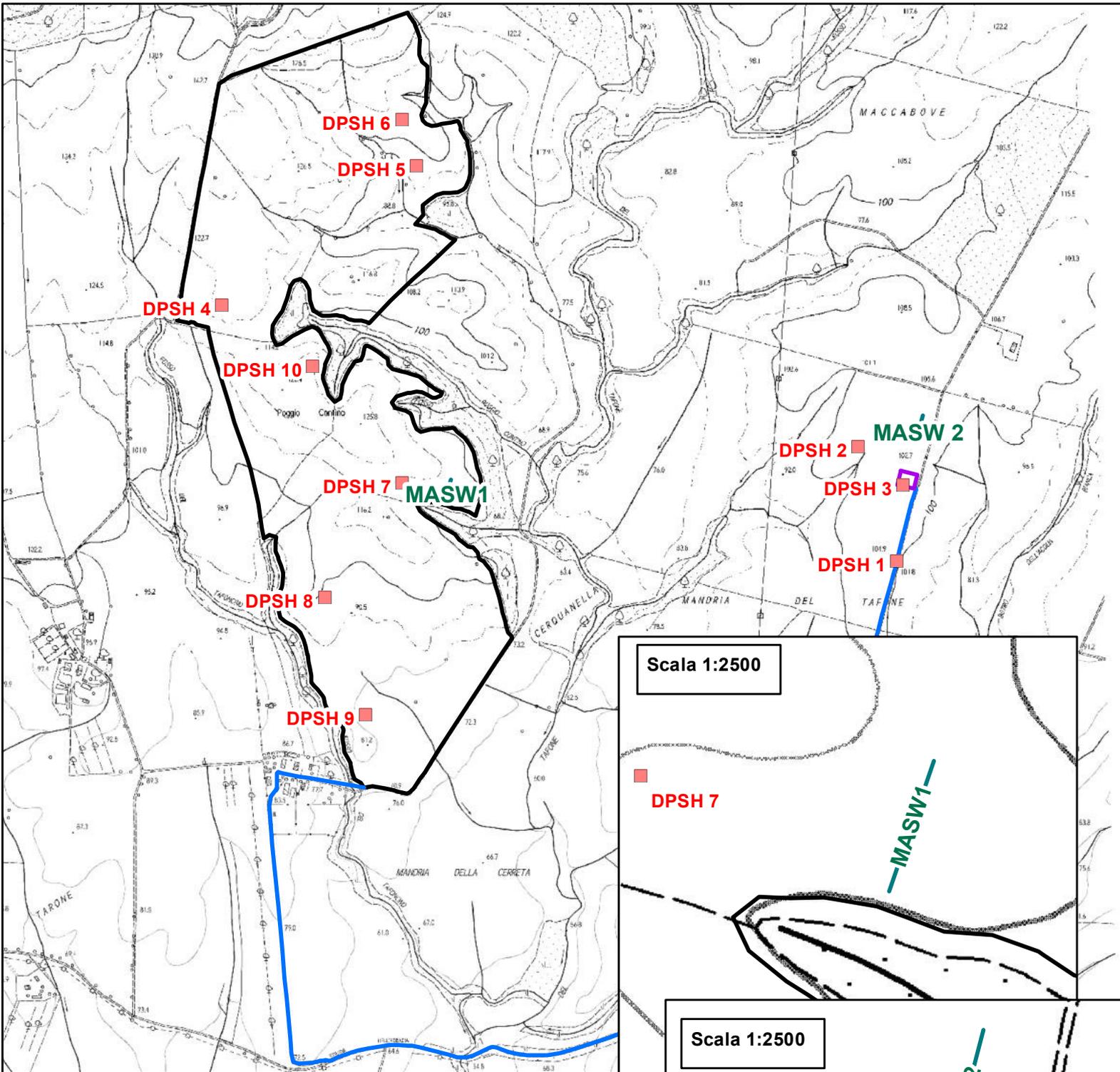
 Dominio geomorfologico e idraulico-forestale

Fig. 8

Carta della posizione delle indagini

scala 1: 15 000



Legenda

-  perimetro "Manciano"
-  SSE_Iberdrola
-  cavidotto
-  prove DPSH
-  profili MASW

Fig. 9

Suddivisione sulla base delle caratteristiche geotecniche

scala 1:15.000

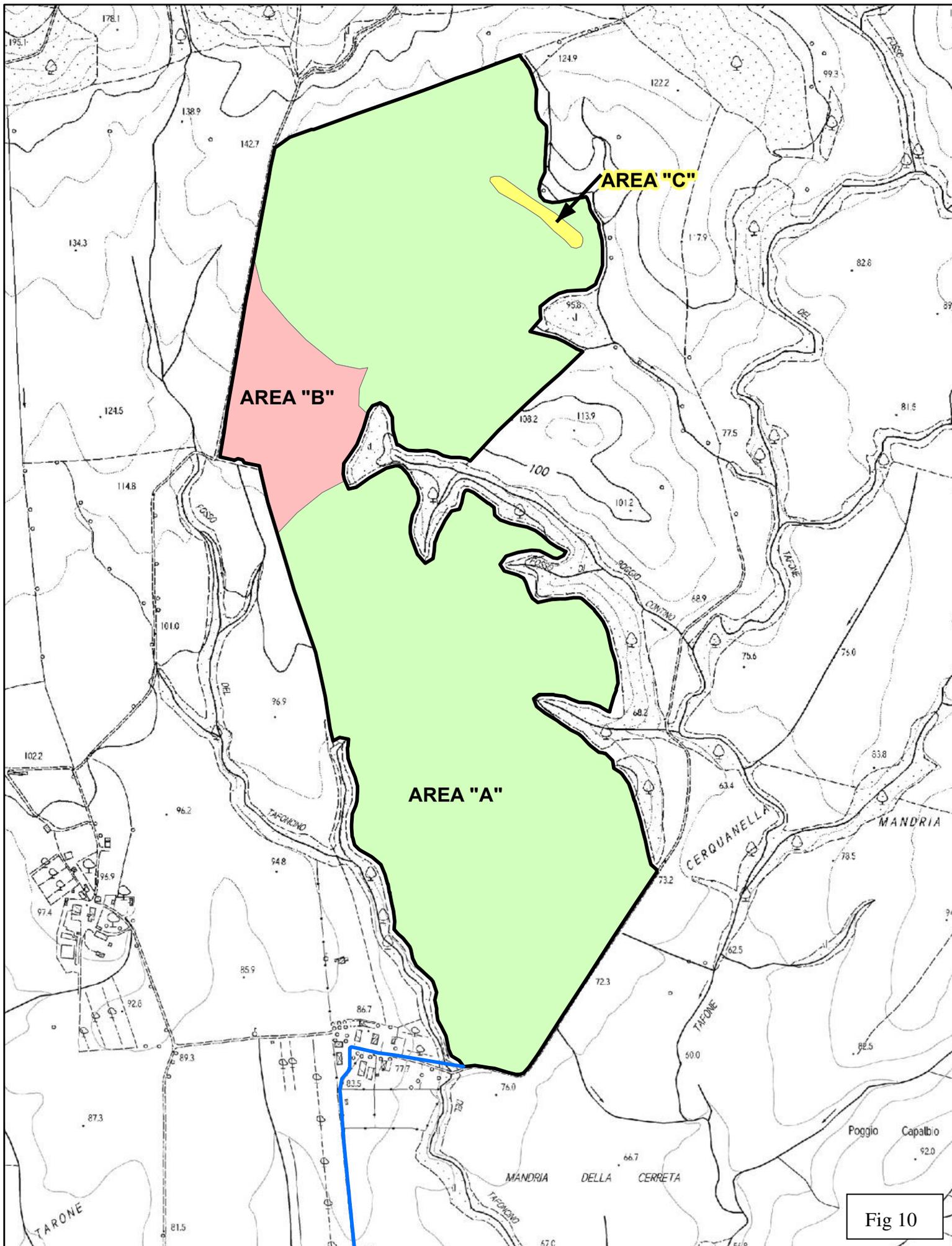


Fig 10

ALLEGATO 1

Prove penetrometriche dinamiche

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: Idrogeo srl Descrizione: Località: Montauto	
--	--

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH TG 63-200 PAGANI

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63,5 Kg
Altezza di caduta libera	0,75 m
Peso sistema di battuta	0,63 Kg
Diametro punta conica	51,00 mm
Area di base punta	20,43 cm ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6,31 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,40 m
Avanzamento punta	0,20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Coeff. Correlazione	1,47
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °

Signature 1

Signature 2

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE
(DYNAMIC PROBING)
DPSH – DPM (... scpt ecc.)

Note illustrative - Diverse tipologie di penetrometri dinamici

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infingere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi δ) misurando il numero di colpi N necessari.

Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di “catalogare e parametrizzare” il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno.

L'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- peso massa battente M;
- altezza libera caduta H;
- punta conica: diametro base cono D, area base A (angolo di apertura α);
- avanzamento (penetrazione) δ ;
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici).

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (vedi tabella sotto riportata) si rileva una prima suddivisione in quattro classi (in base al peso M della massa battente) :

- tipo LEGGERO (DPL);
- tipo MEDIO (DPM);
- tipo PESANTE (DPH);
- tipo SUPERPESANTE (DPSH).

Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:

Tipo	Sigla di riferimento	peso della massa M (kg)	prof. max indagine battente (m)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$	8

Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	20-25
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$	25
Super pesante (Super Heavy)	DPSH	$M \geq 60$	25

penetrometri in uso in Italia

In Italia risultano attualmente in uso i seguenti tipi di penetrometri dinamici (non rientranti però nello Standard ISSMFE):

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)
 massa battente $M = 30$ kg, altezza di caduta $H = 0.20$ m, avanzamento $\delta = 10$ cm, punta conica ($\alpha=60-90^\circ$), diametro $D = 35.7$ mm, area base cono $A=10$ cm² rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)
 massa battente $M = 20$ kg, altezza di caduta $H=0.20$ m, avanzamento $\delta = 10$ cm, punta conica ($\alpha= 60-90^\circ$), diametro $D = 35.7$ mm, area base cono $A=10$ cm² rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;

- DINAMICO PESANTE ITALIANO (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE)
 massa battente $M = 73$ kg, altezza di caduta $H=0.75$ m, avanzamento $\delta=30$ cm, punta conica ($\alpha = 60^\circ$), diametro $D = 50.8$ mm, area base cono $A=20.27$ cm² rivestimento: previsto secondo precise indicazioni;

- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA)
 massa battente $M=63.5$ kg, altezza caduta $H=0.75$ m, avanzamento $\delta=20-30$ cm, punta conica conica ($\alpha = 60^\circ-90^\circ$) diametro $D = 50.5$ mm, area base cono $A = 20$ cm², rivestimento / fango bentonitico : talora previsto.

Correlazione con N_{spt}

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi N_{spt} ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con N_{spt} . Il passaggio viene dato da:

$$N_{SPT} = \beta_i \cdot N$$

Dove:

$$\beta_i = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

in cui Q è l'energia specifica per colpo e Q_{spt} è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

in cui

M	peso massa battente.
M'	peso aste.
H	altezza di caduta.
A	area base punta conica.
δ	passo di avanzamento.

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd

Formula Olandesi

$$R_{pd} = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

Rpd	resistenza dinamica punta (area A).
e	infissione media per colpo (δ/N).
M	peso massa battente (altezza caduta H).
P	peso totale aste e sistema battuta.

Calcolo di $(N_1)_{60}$

$(N_1)_{60}$ è il numero di colpi normalizzato definito come segue:

$$(N_1)_{60} = CN \cdot N_{60} \text{ con } CN = \sqrt{(Pa/\sigma_{vo})} \quad CN < 1.7 \quad Pa = 101.32 \text{ kPa (Liao e Whitman 1986)}$$

$$N_{60} = N_{SPT} \cdot (ER/60) \cdot C_s \cdot C_r \cdot C_d$$

ER/60	rendimento del sistema di infissione normalizzato al 60%.
C_s	parametro funzione della controcamicia (1.2 se assente).
C_d	funzione del diametro del foro (1 se compreso tra 65-115mm).
C_r	parametro di correzione funzione della lunghezza delle aste.

Metodologia di Elaborazione.

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della *GeoStru Software*.

Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini (1983) - Meyerhof (1956) - Desai (1968) - Borowczyk-Frankowsky (1981).

Permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.

Una vasta esperienza acquisita, unitamente ad una buona interpretazione e correlazione, permettono spesso di ottenere dati utili alla progettazione e frequentemente dati maggiormente attendibili di tanti dati bibliografici sulle litologie e di dati geotecnici determinati sulle verticali litologiche da poche prove di

laboratorio eseguite come rappresentazione generale di una verticale eterogenea disuniforme e/o complessa.

In particolare consente di ottenere informazioni su:

- l'andamento verticale e orizzontale degli intervalli stratigrafici,
- la caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche,
- i parametri geotecnici suggeriti da vari autori in funzione dei valori del numero dei colpi e delle resistenza alla punta.

Valutazioni statistiche e correlazioni

Elaborazione Statistica

Permette l'elaborazione statistica dei dati numerici di Dynamic Probing, utilizzando nel calcolo dei valori rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato (dato comunque maggiormente utilizzato); i valori possibili in immissione sono :

Media

Media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media minima

Valore statistico inferiore alla media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Massimo

Valore massimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Minimo

Valore minimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Scarto quadratico medio

Valore statistico di scarto dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media deviata

Valore statistico di media deviata dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media (+ s)

Media + scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media (- s)

Media - scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Distribuzione normale R.C.

Il valore di $N_{spt,k}$ viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, secondo la seguente relazione:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{spt}})$$

dove σ_{Nspt} è la deviazione standard di $Nspt$

Distribuzione normale R.N.C.

Il valore di $Nspt,k$ viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, trattando i valori medi di $Nspt$ distribuiti normalmente:

$$Nspt,k = Nspt,medio - 1.645 \cdot (\sigma_{Nspt}) / \sqrt{n}$$

dove n è il numero di letture.

Pressione ammissibile

Pressione ammissibile specifica sull'interstrato (con effetto di riduzione energia per svergolamento aste o no) calcolata secondo le note elaborazioni proposte da Herminier, applicando un coefficiente di sicurezza (generalmente = 20-22) che corrisponde ad un coefficiente di sicurezza standard delle fondazioni pari a 4, con una geometria fondale standard di larghezza pari a 1 m ed immersione $d = 1$ m.

Correlazioni geotecniche terreni incoerenti

Liquefazione

Permette di calcolare utilizzando dati $Nspt$ il potenziale di liquefazione dei suoli (prevalentemente sabbiosi).

Attraverso la relazione di *SHI-MING (1982)*, applicabile a terreni sabbiosi, la liquefazione risulta possibile solamente se $Nspt$ dello strato considerato risulta inferiore a $Nspt$ critico calcolato con l'elaborazione di *SHI-MING*.

Correzione $Nspt$ in presenza di falda

$$Nspt\ corretto = 15 + 0.5 \cdot (Nspt - 15)$$

$Nspt$ è il valore medio nello strato

La correzione viene applicata in presenza di falda solo se il numero di colpi è maggiore di 15 (la correzione viene eseguita se tutto lo strato è in falda).

Angolo di Attrito

- Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof (1956) - Correlazione valida per terreni non molli a prof. < 5 m; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 m per terreni sopra falda e < 8 m per terreni in falda (tensioni < 8-10 t/mq)
- Meyerhof (1956) - Correlazioni valide per terreni argillosi ed argillosi-marnosi fessurati, terreni di riporto sciolti e coltri detritiche (da modifica sperimentale di dati).

- Sowers (1961)- Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. < 4 m. sopra falda e < 7 m per terreni in falda) $\sigma > 5$ t/mq.
- De Mello - Correlazione valida per terreni prevalentemente sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi (da modifica sperimentale di dati) con angolo di attrito < 38° .
- Malcev (1964) - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. > 2 m e per valori di angolo di attrito < 38°).
- Schmertmann (1977)- Angolo di attrito (gradi) per vari tipi litologici (valori massimi). N.B. valori spesso troppo ottimistici poiché desunti da correlazioni indirette da Dr %.
- Shioi-Fukuni (1982) - ROAD BRIDGE SPECIFICATION, Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi (cond. ottimali per prof. di prova > 8 m sopra falda e > 15 m per terreni in falda) $\sigma > 15$ t/mq.
- Shioi-Fukuni (1982) - JAPANESE NATIONALE RAILWAY, Angolo di attrito valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose.
- Angolo di attrito in gradi (Owasaki & Iwasaki) valido per sabbie - sabbie medie e grossolane-ghiaiose (cond. ottimali per prof. > 8 m sopra falda e > 15 m per terreni in falda) $s > 15$ t/mq.
- Meyerhof (1965) - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo < 5% a profondità < 5 m e con (%) di limo > 5% a profondità < 3 m.
- Mitchell e Katti (1965) - Correlazione valida per sabbie e ghiaie.

Densità relativa (%)

- Gibbs & Holtz (1957) correlazione valida per qualunque pressione efficace, per ghiaie Dr viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Skempton (1986) elaborazione valida per limi e sabbie e sabbie da fini a grossolane NC a qualunque pressione efficace, per ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Meyerhof (1957).
- Schultze & Menzenbach (1961) per sabbie fini e ghiaiose NC , metodo valido per qualunque valore di pressione efficace in depositi NC, per ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.

Modulo Di Young (E_y)

- Terzaghi - elaborazione valida per sabbia pulita e sabbia con ghiaia senza considerare la pressione efficace.
- Schmertmann (1978), correlazione valida per vari tipi litologici .
- Schultze-Menzenbach , correlazione valida per vari tipi litologici.
- D'Appollonia ed altri (1970) , correlazione valida per sabbia, sabbia SC, sabbia NC e ghiaia.

- Bowles (1982), correlazione valida per sabbia argillosa, sabbia limosa, limo sabbioso, sabbia media, sabbia e ghiaia.

Modulo Edometrico

Begemann (1974) elaborazione desunta da esperienze in Grecia, correlazione valida per limo con sabbia, sabbia e ghiaia

- Buismann-Sanglerat , correlazione valida per sabbia e sabbia argillosa.
- Farrent (1963) valida per sabbie, talora anche per sabbie con ghiaia (da modifica sperimentale di dati).
- Menzenbach e Malcev valida per sabbia fine, sabbia ghiaiosa e sabbia e ghiaia.

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977

Peso di Volume

- Meyerhof ed altri, valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

Peso di volume saturo

- Terzaghi-Peck (1948-1967)

Modulo di poisson

- Classificazione A.G.I.

Potenziale di liquefazione (Stress Ratio)

- Seed-Idriss (1978-1981) . Tale correlazione è valida solamente per sabbie, ghiaie e limi sabbiosi, rappresenta il rapporto tra lo sforzo dinamico medio τ e la tensione verticale di consolidazione per la valutazione del potenziale di liquefazione delle sabbie e terreni sabbio-ghiaiosi attraverso grafici degli autori.

Velocità onde di taglio V_s (m/s)

- Tale correlazione è valida solamente per terreni incoerenti sabbiosi e ghiaiosi.

Modulo di deformazione di taglio (G)

- Ohsaki & Iwasaki – elaborazione valida per sabbie con fine plastico e sabbie pulite.
- Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982) elaborazione valida soprattutto per sabbie e per tensioni litostatiche comprese tra 0,5 - 4,0 kg/cmq.

Modulo di reazione (K_0)

- Navfac (1971-1982) - elaborazione valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Q_c)

- Robertson (1983) - Q_c

Correlazioni geotecniche terreni coesivi

Coesione non drenata

- Benassi & Vannelli- correlazioni scaturite da esperienze ditta costruttrice Penetrometri SUNDA (1983).
- Terzaghi-Peck (1948-1967), correlazione valida per argille sabbiose-siltose NC con $N_{spt} < 8$, argille limose-siltose mediamente plastiche, argille marnose alterate-fessurate.
- Terzaghi-Peck (1948). C_u (min-max).
- Sanglerat , da dati Penetr. Statico per terreni coesivi saturi , tale correlazione non è valida per argille sensitive con sensitività > 5 , per argille sovraconsolidate fessurate e per i limi a bassa plasticità.
- Sanglerat , (per argille limose-sabbiose poco coerenti), valori validi per resistenze penetrometriche < 10 colpi, per resistenze penetrometriche > 10 l'elaborazione valida è comunque quella delle "argille plastiche " di Sanglerat.
- (U.S.D.M.S.M.) U.S. Design Manual Soil Mechanics Coesione non drenata per argille limose e argille di bassa media ed alta plasticità , (C_u - N_{spt} -grado di plasticità).
- Schmertmann (1975), C_u (Kg/cmq) (valori medi), valida per **argille e limi argillosi** con $N_c = 20$ e $Q_c/N_{spt} = 2$.
- Schmertmann (1975), C_u (Kg/cmq) (valori minimi), valida per argille NC .
- Fletcher (1965), (Argilla di Chicago) . Coesione non drenata C_u (Kg/cmq), colonna valori validi per argille a medio-bassa plasticità.
- Houston (1960) - argilla di media-alta plasticità.
- Shioi-Fukuni (1982), valida per suoli poco coerenti e plastici, argilla di media-alta plasticità.
- Begemann.
- De Beer.

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Q_c)

- Robertson (1983) - Q_c

Modulo Edometrico-Confinato (M_o)

- Stroud e Butler (1975),- per litotipi a media plasticità, valida per litotipi argillosi a media-medio-alta plasticità - da esperienze su argille glaciali.
- Stroud e Butler (1975), per litotipi a medio-bassa plasticità ($IP < 20$), valida per litotipi argillosi a medio-bassa plasticità ($IP < 20$) - da esperienze su argille glaciali .
- Vesic (1970), correlazione valida per argille molli (valori minimi e massimi).
- Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner Modulo Confinato - M_o (Eed) (Kg/cmq)-, valida per litotipi argillosi e limosi-argillosi (rapporto $Q_c/N_{spt}=1.5-2.0$).
- Buismann- Sanglerat, valida per argille compatte ($N_{spt} < 30$) medie e molli ($N_{spt} < 4$) e argille sabbiose ($N_{spt} = 6-12$).

Modulo Di Young (E_Y)

- Schultze-Menzenbach - (Min. e Max.), correlazione valida per limi coerenti e limi argillosi con $I.P. > 15$.
- D'Appollonia ed altri (1983), correlazione valida per argille sature-argille fessurate.

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977.

Peso di Volume

- Meyerhof ed altri, valida per argille, argille sabbiose e limose prevalentemente coerenti.

Peso di volume saturo

- Meyerhof ed altri.

PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI
 Prova eseguita in data 22/10/2020
 Profondità prova 4,20 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,20	19	0,805	160,64	199,64	8,03	9,98
0,40	10	0,851	89,39	105,07	4,47	5,25
0,60	3	0,847	24,50	28,93	1,23	1,45
0,80	3	0,843	24,40	28,93	1,22	1,45
1,00	2	0,840	16,20	19,29	0,81	0,96
1,20	2	0,836	16,13	19,29	0,81	0,96
1,40	2	0,833	16,06	19,29	0,80	0,96
1,60	3	0,830	22,18	26,73	1,11	1,34
1,80	3	0,826	22,09	26,73	1,10	1,34
2,00	3	0,823	22,01	26,73	1,10	1,34
2,20	3	0,820	21,92	26,73	1,10	1,34
2,40	3	0,817	21,84	26,73	1,09	1,34
2,60	3	0,814	20,23	24,85	1,01	1,24
2,80	3	0,811	20,16	24,85	1,01	1,24
3,00	3	0,809	20,09	24,85	1,00	1,24
3,20	5	0,806	33,38	41,41	1,67	2,07
3,40	5	0,803	33,27	41,41	1,66	2,07
3,60	6	0,801	37,17	46,41	1,86	2,32
3,80	7	0,798	43,23	54,15	2,16	2,71
4,00	6	0,796	36,95	46,41	1,85	2,32
4,20	6	0,794	36,84	46,41	1,84	2,32

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0,4	14,5	152,36	Incoerente - coesivo	0	2,1	2,13	0,04	1,47	21,32	
3	2,77	24,92	Incoerente - coesivo	0	1,7	1,87	0,31	1,47	4,07	
4,2	5,83	46,03	Incoerente - coesivo	0	1,92	2,11	0,64	1,47	8,57	

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Terzaghi-Peck	Sanglerat	Terzaghi-Peck (1948)	U.S.D. M.S.M	Schmertmann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begemann	De Beer
[1] -	21,32	0,40	1,44	2,67	1,00	0,82	2,11	4,57	1,80	2,21	1,07	3,75	2,67
[2] -	4,07	3,00	0,25	0,51	0,25	0,17	0,40	0,75	0,37	0,74	0,20	0,36	0,51
[3] -	8,57	4,20	0,58	1,07	0,50	0,34	0,84	1,38	0,76	1,08	0,43	0,95	1,07

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] -	21,32	0,40	Robertson (1983)	42,64
[2] -	4,07	3,00	Robertson (1983)	8,14
[3] -	8,57	4,20	Robertson (1983)	17,14

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] -	21,32	0,40	97,82	--	219,24	213,20
[2] -	4,07	3,00	18,67	61,05	43,30	50,88
[3] -	8,57	4,20	39,32	--	89,20	107,13

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] -	21,32	0,40	224,78	213,20
[2] -	4,07	3,00	26,41	40,70
[3] -	8,57	4,20	78,16	85,70

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] -	21,32	0,40	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
[2] -	4,07	3,00	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
[3] -	8,57	4,20	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
[1] -	21,32	0,40	Meyerhof	2,10
[2] -	4,07	3,00	Meyerhof	1,70
[3] -	8,57	4,20	Meyerhof	1,92

Peso unità di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
[1] -	21,32	0,40	Meyerhof	2,13
[2] -	4,07	3,00	Meyerhof	1,87
[3] -	8,57	4,20	Meyerhof	2,11

Velocità onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] -	21,32	0,40		0
[2] -	4,07	3,00		0
[3] -	8,57	4,20		0

TERRENI INCOERENTI**Densità relativa**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] -	21,32	0,40	58,82	100	100	53,14
[2] -	4,07	3,00	17,55	42,26	45,7	18,31
[3] -	8,57	4,20	26,24	53,08	53,69	29,74

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertman (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owaski & Iwaski
[1] -	21,32	0,40	21,32	33,09	26,09	33,97	36,84	37,46	42	30-32	32,88	33,4	45,55	35,65
[2] -	4,07	3,00	4,07	28,16	21,16	29,14	29,85	31,28	0	<30	22,81	28,22	30,09	24,02
[3] -	8,57	4,20	8,57	29,45	22,45	30,4	29,45	33,12	0	<30	26,34	29,57	35,32	28,09

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertman (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] -	21,32	0,40	21,32	329,58	170,56	252,28	339,90	181,60
[2] -	4,07	3,00	4,07	---	32,56	---	---	---
[3] -	8,57	4,20	8,57	---	68,56	101,83	---	---

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] -	21,32	0,40	21,32	127,92	71,26	151,37	133,09
[2] -	4,07	3,00	4,07	---	35,82	28,90	56,15
[3] -	8,57	4,20	8,57	---	45,07	60,85	76,22

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
--	------	------------------	----------------------------------	--------------	---------------------

[1] -	21,32	0,40	21,32	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[2] -	4,07	3,00	4,07	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[3] -	8,57	4,20	8,57	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO

Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
[1] -	21,32	0,40	21,32	Terzaghi-Peck 1948	1,61
[2] -	4,07	3,00	4,07	Terzaghi-Peck 1948	1,40
[3] -	8,57	4,20	8,57	Terzaghi-Peck 1948	1,46

Peso unità di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m ³)
[1] -	21,32	0,40	21,32	Terzaghi-Peck 1948	2,00
[2] -	4,07	3,00	4,07	Terzaghi-Peck 1948	1,87
[3] -	8,57	4,20	8,57	Terzaghi-Peck 1948	1,91

Modulo di Poisson

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] -	21,32	0,40	21,32	(A.G.I.)	0,31
[2] -	4,07	3,00	4,07	(A.G.I.)	0,35
[3] -	8,57	4,20	8,57	(A.G.I.)	0,34

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] -	21,32	0,40	21,32	1153,38	810,59
[2] -	4,07	3,00	4,07	243,18	294,69
[3] -	8,57	4,20	8,57	489,68	464,47

Velocità onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] -	21,32	0,40	21,32	Ohta & Goto (1978) Limi	85,13
[2] -	4,07	3,00	4,07	Ohta & Goto (1978) Limi	96,62

[3] -	8,57	4,20	8,57	Ohta & Goto (1978) Limi	127,03
-------	------	------	------	----------------------------	--------

Liquefazione

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1] -	21,32	0,40	21,32	Seed e Idriss (1971)	--
[2] -	4,07	3,00	4,07	Seed e Idriss (1971)	--
[3] -	8,57	4,20	8,57	Seed e Idriss (1971)	--

Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \sigma_H / P_0$

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K_0
[1] -	21,32	0,40	21,32		---
[2] -	4,07	3,00	4,07		---
[3] -	8,57	4,20	8,57		---

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] -	21,32	0,40	21,32		---
[2] -	4,07	3,00	4,07		---
[3] -	8,57	4,20	8,57		---

					(1948)			Benassi e Vannelli	Argilla di Chicago				
[1] -	1,47	0,40	0,09	0,18	0,00	0,06	0,14	0,32	0,14	0,55	0,07	0,22	0,18
[2] -	4,59	2,00	0,29	0,57	0,25	0,19	0,45	0,88	0,42	0,78	0,23	0,57	0,57
[3] -	8,33	3,20	0,56	1,04	0,50	0,34	0,82	1,44	0,74	1,07	0,42	1,05	1,04

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] -	1,47	0,40	Robertson (1983)	2,94
[2] -	4,59	2,00	Robertson (1983)	9,18
[3] -	8,33	3,20	Robertson (1983)	16,66

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] -	1,47	0,40	6,74	22,05	16,79	18,38
[2] -	4,59	2,00	21,06	68,85	48,61	57,38
[3] -	8,33	3,20	38,22	--	86,75	104,13

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] -	1,47	0,40	-3,50	14,70
[2] -	4,59	2,00	32,39	45,90
[3] -	8,33	3,20	75,40	83,30

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] -	1,47	0,40	A.G.I. (1977)	PRIVO DI CONSISTENZA
[2] -	4,59	2,00	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
[3] -	8,33	3,20	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
[1] -	1,47	0,40	Meyerhof	1,52
[2] -	4,59	2,00	Meyerhof	1,74
[3] -	8,33	3,20	Meyerhof	1,91

Peso unità di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
[1] -	1,47	0,40	Meyerhof	1,85
[2] -	4,59	2,00	Meyerhof	1,87
[3] -	8,33	3,20	Meyerhof	2,10

Velocità onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)

[1] -	1,47	0,40		0
[2] -	4,59	2,00		0
[3] -	8,33	3,20		0

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] -	1,47	0,40	5,82	29,79	51,39	10,79
[2] -	4,59	2,00	21,41	47,42	54,06	19,73
[3] -	8,33	3,20	28,41	56,43	57,99	29,18

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson Thornburn Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertman (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owaski & Iwasaki
[1] -	1,47	0,40	1,47	27,42	20,42	28,41	33,21	30,14	0	<30	19,7	27,44	22,25	20,42
[2] -	4,59	2,00	4,59	28,31	21,31	29,29	30,96	31,5	0	<30	23,3	28,38	31,54	24,58
[3] -	8,33	3,20	8,33	29,38	22,38	30,33	30,15	33,02	0	<30	26,18	29,5	35,78	27,91

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertman (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] -	1,47	0,40	1,47	---	11,76	---	---	---
[2] -	4,59	2,00	4,59	---	36,72	---	---	---
[3] -	8,33	3,20	8,33	---	66,64	98,99	---	---

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] -	1,47	0,40	1,47	---	30,48	10,44	44,56
[2] -	4,59	2,00	4,59	---	36,89	32,59	58,47
[3] -	8,33	3,20	8,33	---	44,57	59,14	75,15

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] -	1,47	0,40	1,47	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
[2] -	4,59	2,00	4,59	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[3] -	8,33	3,20	8,33	Classificazione	POCO

				A.G.I	ADDENSATO
--	--	--	--	-------	-----------

Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
[1] -	1,47	0,40	1,47	Terzaghi-Peck 1948	1,36
[2] -	4,59	2,00	4,59	Terzaghi-Peck 1948	1,41
[3] -	8,33	3,20	8,33	Terzaghi-Peck 1948	1,46

Peso unità di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m ³)
[1] -	1,47	0,40	1,47	Terzaghi-Peck 1948	1,85
[2] -	4,59	2,00	4,59	Terzaghi-Peck 1948	1,88
[3] -	8,33	3,20	8,33	Terzaghi-Peck 1948	1,91

Modulo di Poisson

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] -	1,47	0,40	1,47	(A.G.I.)	0,35
[2] -	4,59	2,00	4,59	(A.G.I.)	0,34
[3] -	8,33	3,20	8,33	(A.G.I.)	0,34

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] -	1,47	0,40	1,47	93,37	158,18
[2] -	4,59	2,00	4,59	272,28	317,16
[3] -	8,33	3,20	8,33	476,78	456,48

Velocità onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] -	1,47	0,40	1,47	Ohta & Goto (1978) Limi	53,6
[2] -	4,59	2,00	4,59	Ohta & Goto (1978) Limi	92,24
[3] -	8,33	3,20	8,33	Ohta & Goto (1978) Limi	118,71

Liquefazione

	NSPT	Prof. Strato	Nspt corretto per	Correlazione	Fs
--	------	--------------	-------------------	--------------	----

		(m)	presenza falda		Liquefazione
[1] -	1,47	0,40	1,47	Seed e Idriss (1971)	--
[2] -	4,59	2,00	4,59	Seed e Idriss (1971)	--
[3] -	8,33	3,20	8,33	Seed e Idriss (1971)	--

Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \sigma_H / P_0$

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K_0
[1] -	1,47	0,40	1,47		---
[2] -	4,59	2,00	4,59		---
[3] -	8,33	3,20	8,33		---

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] -	1,47	0,40	1,47		---
[2] -	4,59	2,00	4,59		---
[3] -	8,33	3,20	8,33		---

PROVA ... Nr.3

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI
 Prova eseguita in data 22/10/2020
 Profondità prova 4,20 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,20	1	0,855	8,98	10,51	0,45	0,53
0,40	2	0,851	17,88	21,01	0,89	1,05
0,60	3	0,847	24,50	28,93	1,23	1,45
0,80	4	0,843	32,53	38,57	1,63	1,93
1,00	6	0,840	48,59	57,86	2,43	2,89
1,20	3	0,836	24,19	28,93	1,21	1,45
1,40	3	0,833	24,10	28,93	1,20	1,45
1,60	3	0,830	22,18	26,73	1,11	1,34
1,80	4	0,826	29,45	35,64	1,47	1,78
2,00	5	0,823	36,68	44,55	1,83	2,23
2,20	4	0,820	29,23	35,64	1,46	1,78
2,40	4	0,817	29,13	35,64	1,46	1,78
2,60	5	0,814	33,72	41,41	1,69	2,07
2,80	5	0,811	33,60	41,41	1,68	2,07
3,00	5	0,809	33,49	41,41	1,67	2,07
3,20	4	0,806	26,70	33,13	1,34	1,66
3,40	4	0,803	26,61	33,13	1,33	1,66
3,60	5	0,801	30,98	38,68	1,55	1,93
3,80	5	0,798	30,88	38,68	1,54	1,93
4,00	4	0,796	24,63	30,94	1,23	1,55
4,20	6	0,794	36,84	46,41	1,84	2,32

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0,4	1,5	15,76	Incoerente - coesivo	0	1,58	1,85	0,03	1,47	2,2	
4,2	4,32	37,19	Incoerente - coesivo	0	1,83	1,89	0,41	1,47	6,35	

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.3**TERRENI COESIVI****Coesione non drenata (Kg/cm²)**

NSPT	Prof.	Terzag	Sangle	Terzag	U.S.D.	Schme	SUND	Fletche	Housto	Shioi -	Begem	De
------	-------	--------	--------	--------	--------	-------	------	---------	--------	---------	-------	----

		Strato (m)	hi- Peck	rat	hi- Peck (1948)	M.S.M	rtmann 1975	A (1983) Benassi e Vannelli	r (1965) Argilla di Chicago	n (1960)	Fukui 1982	ann	Beer
[1] -	2,2	0,40	0,14	0,28	0,15	0,09	0,21	0,47	0,20	0,60	0,11	0,35	0,28
[2] -	6,35	4,20	0,40	0,79	0,25	0,26	0,62	1,12	0,57	0,91	0,32	0,59	0,79

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] -	2,2	0,40	Robertson (1983)	4,40
[2] -	6,35	4,20	Robertson (1983)	12,70

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman- Sanglerat
[1] -	2,2	0,40	10,09	33,00	24,23	27,50
[2] -	6,35	4,20	29,13	--	66,56	79,38

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] -	2,2	0,40	4,90	22,00
[2] -	6,35	4,20	52,63	63,50

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] -	2,2	0,40	A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
[2] -	6,35	4,20	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE

Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
[1] -	2,2	0,40	Meyerhof	1,58
[2] -	6,35	4,20	Meyerhof	1,83

Peso unità di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
[1] -	2,2	0,40	Meyerhof	1,85
[2] -	6,35	4,20	Meyerhof	1,89

Velocità onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] -	2,2	0,40		0
[2] -	6,35	4,20		0

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] -	2,2	0,40	11,96	36,42	61,68	12,98
[2] -	6,35	4,20	23,89	50,21	52,28	24,34

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owaski & Owaski
[1] -	2,2	0,40	2,2	27,63	20,63	28,62	33,78	30,46	0	<30	20,74	27,66	25,76	21,63
[2] -	6,35	4,20	6,35	28,81	21,81	29,78	29,93	32,23	0	<30	24,76	28,91	33,58	26,27

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] -	2,2	0,40	2,2	---	17,60	---	---	---
[2] -	6,35	4,20	6,35	---	50,80	---	---	---

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] -	2,2	0,40	2,2	---	31,98	15,62	47,81
[2] -	6,35	4,20	6,35	---	40,51	45,08	66,32

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] -	2,2	0,40	2,2	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
[2] -	6,35	4,20	6,35	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO

Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
[1] -	2,2	0,40	2,2	Terzaghi-Peck 1948	1,37
[2] -	6,35	4,20	6,35	Terzaghi-Peck 1948	1,43

Peso unità di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m³)
[1] -	2,2	0,40	2,2	Terzaghi-Peck 1948	1,86
[2] -	6,35	4,20	6,35	Terzaghi-Peck 1948	1,89

Modulo di Poisson

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] -	2,2	0,40	2,2	(A.G.I.)	0,35
[2] -	6,35	4,20	6,35	(A.G.I.)	0,34

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] -	2,2	0,40	2,2	136,39	202,36
[2] -	6,35	4,20	6,35	369,42	386,73

Velocità onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] -	2,2	0,40	2,2	Ohta & Goto (1978) Limi	57,47
[2] -	6,35	4,20	6,35	Ohta & Goto (1978) Limi	110,62

Liquefazione

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1] -	2,2	0,40	2,2	Seed e Idriss (1971)	--
[2] -	6,35	4,20	6,35	Seed e Idriss (1971)	--

Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \sigma_H / P_0$

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K_0
[1] -	2,2	0,40	2,2		---
[2] -	6,35	4,20	6,35		---

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[1] -	2,2	0,40	2,2		---
[2] -	6,35	4,20	6,35		---

								i e Vannel li	di Chicag o				
[1] -	2,2	0,40	0,14	0,28	0,15	0,09	0,21	0,47	0,20	0,60	0,11	0,35	0,28
[2] -	19,11	1,60	1,29	2,39	1,00	0,74	1,89	3,71	1,63	2,00	0,96	3,17	2,39
[3] -	25,97	2,20	1,75	3,25	1,00	0,99	2,58	4,72	2,15	2,67	1,30	4,26	3,25
[4] -	73,5	2,40	4,96	9,19	0,00	2,36	7,39	13,37	4,78	8,94	3,68	12,70	9,19

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] -	2,2	0,40	Robertson (1983)	4,40
[2] -	19,11	1,60	Robertson (1983)	38,22
[3] -	25,97	2,20	Robertson (1983)	51,94
[4] -	73,5	2,40	Robertson (1983)	147,00

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman- Sanglerat
[1] -	2,2	0,40	10,09	33,00	24,23	27,50
[2] -	19,11	1,60	87,68	--	196,70	191,10
[3] -	25,97	2,20	119,15	--	266,67	259,70
[4] -	73,5	2,40	337,22	--	751,45	735,00

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] -	2,2	0,40	4,90	22,00
[2] -	19,11	1,60	199,37	191,10
[3] -	25,97	2,20	278,26	259,70
[4] -	73,5	2,40	824,85	735,00

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] -	2,2	0,40	A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
[2] -	19,11	1,60	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
[3] -	25,97	2,20	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
[4] -	73,5	2,40	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
[1] -	2,2	0,40	Meyerhof	1,58
[2] -	19,11	1,60	Meyerhof	2,10
[3] -	25,97	2,20	Meyerhof	2,12
[4] -	73,5	2,40	Meyerhof	2,50

Peso unità di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
[1] -	2,2	0,40	Meyerhof	1,85

[2] -	19,11	1,60	Meyerhof	2,31
[3] -	25,97	2,20	Meyerhof	2,25
[4] -	73,5	2,40	Meyerhof	2,50

Velocità onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] -	2,2	0,40		0
[2] -	19,11	1,60		0
[3] -	25,97	2,20		0
[4] -	73,5	2,40		0

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] -	2,2	0,40	11,96	36,42	61,68	12,98
[2] -	19,11	1,60	52	97,35	100	49,89
[3] -	25,97	2,20	55,18	100	100	59,11
[4] -	73,5	2,40	82,59	100	100	100

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertman (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasa ki & Iwasa ki
[1] -	2,2	0,40	2,2	27,63	20,63	28,62	33,78	30,46	0	<30	20,74	27,66	25,76	21,63
[2] -	19,11	1,60	19,11	32,46	25,46	33,35	33,39	36,8	41,63	30-32	31,93	32,73	44,04	34,55
[3] -	25,97	2,20	25,97	34,42	27,42	35,27	32,33	38,72	42	32-35	34,74	34,79	45,96	37,79
[4] -	73,5	2,40	73,5	48	41	48,58	33,53	41,67	42	>38	48,2	49,05	54,67	53,34

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertman (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] -	2,2	0,40	2,2	---	17,60	---	---	---
[2] -	19,11	1,60	19,11	312,03	152,88	226,20	323,33	170,55
[3] -	25,97	2,20	25,97	363,75	207,76	307,15	374,77	204,85
[4] -	73,5	2,40	73,5	611,95	588,00	868,00	731,25	442,50

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] -	2,2	0,40	2,2	---	31,98	15,62	47,81

[2] -	19,11	1,60	19,11	114,66	66,72	135,68	123,23
[3] -	25,97	2,20	25,97	155,82	80,81	184,39	153,83
[4] -	73,5	2,40	73,5	441,00	178,44	521,85	365,81

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] -	2,2	0,40	2,2	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
[2] -	19,11	1,60	19,11	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[3] -	25,97	2,20	25,97	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[4] -	73,5	2,40	73,5	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
[1] -	2,2	0,40	2,2	Terzaghi-Peck 1948	1,37
[2] -	19,11	1,60	19,11	Terzaghi-Peck 1948	1,59
[3] -	25,97	2,20	25,97	Terzaghi-Peck 1948	1,66
[4] -	73,5	2,40	73,5	Terzaghi-Peck 1948	1,95

Peso unità di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m ³)
[1] -	2,2	0,40	2,2	Terzaghi-Peck 1948	1,86
[2] -	19,11	1,60	19,11	Terzaghi-Peck 1948	1,99
[3] -	25,97	2,20	25,97	Terzaghi-Peck 1948	2,03
[4] -	73,5	2,40	73,5	Terzaghi-Peck 1948	2,21

Modulo di Poisson

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] -	2,2	0,40	2,2	(A.G.I.)	0,35
[2] -	19,11	1,60	19,11	(A.G.I.)	0,32
[3] -	25,97	2,20	25,97	(A.G.I.)	0,3
[4] -	73,5	2,40	73,5	(A.G.I.)	0,2

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato	Nspt corretto per	Ohsaki (Sabbie)	Robertson e
--	------	--------------	-------------------	-----------------	-------------

		(m)	presenza falda	pulite)	Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] -	2,2	0,40	2,2	136,39	202,36
[2] -	19,11	1,60	19,11	1040,64	758,16
[3] -	25,97	2,20	25,97	1388,41	914,43
[4] -	73,5	2,40	73,5	3691,68	1726,68

Velocità onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] -	2,2	0,40	2,2	Ohta & Goto (1978) Limi	57,47
[2] -	19,11	1,60	19,11	Ohta & Goto (1978) Limi	113,97
[3] -	25,97	2,20	25,97	Ohta & Goto (1978) Limi	136,03
[4] -	73,5	2,40	73,5	Ohta & Goto (1978) Limi	168,97

Liquefazione

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1] -	2,2	0,40	2,2	Seed e Idriss (1971)	--
[2] -	19,11	1,60	19,11	Seed e Idriss (1971)	--
[3] -	25,97	2,20	25,97	Seed e Idriss (1971)	--
[4] -	73,5	2,40	73,5	Seed e Idriss (1971)	--

Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \sigma_H / P_0$

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K_0
[1] -	2,2	0,40	2,2		---
[2] -	19,11	1,60	19,11		---
[3] -	25,97	2,20	25,97		---
[4] -	73,5	2,40	73,5		---

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] -	2,2	0,40	2,2		---
[2] -	19,11	1,60	19,11		---
[3] -	25,97	2,20	25,97		---
[4] -	73,5	2,40	73,5		---

PROVA ... Nr.5

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI
 Prova eseguita in data 22/10/2020
 Profondità prova 3,20 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,20	1	0,855	8,98	10,51	0,45	0,53
0,40	1	0,851	8,94	10,51	0,45	0,53
0,60	3	0,847	24,50	28,93	1,23	1,45
0,80	2	0,843	16,27	19,29	0,81	0,96
1,00	3	0,840	24,29	28,93	1,21	1,45
1,20	8	0,836	64,52	77,15	3,23	3,86
1,40	7	0,833	56,22	67,50	2,81	3,38
1,60	10	0,830	73,92	89,11	3,70	4,46
1,80	11	0,826	81,00	98,02	4,05	4,90
2,00	11	0,823	80,69	98,02	4,03	4,90
2,20	9	0,820	65,77	80,20	3,29	4,01
2,40	13	0,767	88,87	115,84	4,44	5,79
2,60	15	0,764	94,94	124,23	4,75	6,21
2,80	15	0,761	94,59	124,23	4,73	6,21
3,00	17	0,759	106,81	140,79	5,34	7,04
3,20	14	0,756	87,65	115,94	4,38	5,80

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0,4	1	10,51	Incoerente - coesivo	0	1,52	1,85	0,03	1,47	1,47	
1	2,67	25,72	Incoerente - coesivo	0	1,69	1,87	0,11	1,47	3,92	
2,2	9,33	85	Incoerente - coesivo	0	2,05	2,25	0,29	1,47	13,72	
3,2	14,8	124,21	Incoerente - coesivo	0	2,11	2,14	0,51	1,47	21,76	

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.5

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Terzaghi-Peck	Sanglerat	Terzaghi-Peck (1948)	U.S.D. M.S.M	Schmertmann 1975	SUND A (1983) Benassi e Vanneli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begemann	De Beer
[1] -	1,47	0,40	0,09	0,18	0,00	0,06	0,14	0,32	0,14	0,55	0,07	0,22	0,18
[2] -	3,92	1,00	0,25	0,49	0,15	0,16	0,38	0,77	0,36	0,73	0,20	0,58	0,49
[3] -	13,72	2,20	0,93	1,72	0,50	0,54	1,35	2,55	1,20	1,51	0,69	2,13	1,72
[4] -	21,76	3,20	1,47	2,72	1,00	0,84	2,16	3,73	1,83	2,25	1,09	3,40	2,72

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] -	1,47	0,40	Robertson (1983)	2,94
[2] -	3,92	1,00	Robertson (1983)	7,84
[3] -	13,72	2,20	Robertson (1983)	27,44
[4] -	21,76	3,20	Robertson (1983)	43,52

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] -	1,47	0,40	6,74	22,05	16,79	18,38
[2] -	3,92	1,00	17,99	58,80	41,77	49,00
[3] -	13,72	2,20	62,95	--	141,73	137,20
[4] -	21,76	3,20	99,84	--	223,73	217,60

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] -	1,47	0,40	-3,50	14,70
[2] -	3,92	1,00	24,68	39,20
[3] -	13,72	2,20	137,38	137,20
[4] -	21,76	3,20	229,84	217,60

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] -	1,47	0,40	A.G.I. (1977)	PRIVO DI CONSISTENZA
[2] -	3,92	1,00	A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
[3] -	13,72	2,20	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
[4] -	21,76	3,20	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
[1] -	1,47	0,40	Meyerhof	1,52
[2] -	3,92	1,00	Meyerhof	1,69
[3] -	13,72	2,20	Meyerhof	2,05
[4] -	21,76	3,20	Meyerhof	2,11

Peso unità di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m³)
[1] -	1,47	0,40	Meyerhof	1,85
[2] -	3,92	1,00	Meyerhof	1,87
[3] -	13,72	2,20	Meyerhof	2,25
[4] -	21,76	3,20	Meyerhof	2,14

Velocità onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] -	1,47	0,40		0
[2] -	3,92	1,00		0
[3] -	13,72	2,20		0
[4] -	21,76	3,20		0

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] -	1,47	0,40	5,82	29,79	51,39	10,79
[2] -	3,92	1,00	20,21	46,15	58,43	17,9
[3] -	13,72	2,20	41,98	78,37	83,14	40,64
[4] -	21,76	3,20	48,29	88,92	88,84	53,75

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owaski & Iwasaki
[1] -	1,47	0,40	1,47	27,42	20,42	28,41	33,21	30,14	0	<30	19,7	27,44	22,25	20,42
[2] -	3,92	1,00	3,92	28,12	21,12	29,1	31,98	31,21	0	<30	22,67	28,18	30,5	23,85
[3] -	13,72	2,20	13,72	30,92	23,92	31,84	31,97	35,03	38,97	30-32	29,35	31,12	40,78	31,57
[4] -	21,76	3,20	21,76	33,22	26,22	34,09	31,44	37,59	40,45	30-32	33,07	33,53	43,94	35,86

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] -	1,47	0,40	1,47	---	11,76	---	---	---
[2] -	3,92	1,00	3,92	---	31,36	---	---	---
[3] -	13,72	2,20	13,72	264,39	109,76	162,60	282,90	143,60
[4] -	21,76	3,20	21,76	332,97	174,08	257,47	343,20	183,80

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato	Nspt corretto	Buisman-	Begemann	Farrent 1963	Menzenbach
--	------	--------------	---------------	----------	----------	--------------	------------

		(m)	per presenza falda	Sanglerat (sabbie)	1974 (Ghiaia con sabbia)		e Malcev (Sabbia media)
[1] -	1,47	0,40	1,47	---	30,48	10,44	44,56
[2] -	3,92	1,00	3,92	---	35,52	27,83	55,48
[3] -	13,72	2,20	13,72	82,32	55,65	97,41	99,19
[4] -	21,76	3,20	21,76	130,56	72,16	154,50	135,05

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] -	1,47	0,40	1,47	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
[2] -	3,92	1,00	3,92	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
[3] -	13,72	2,20	13,72	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[4] -	21,76	3,20	21,76	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m³)
[1] -	1,47	0,40	1,47	Terzaghi-Peck 1948	1,36
[2] -	3,92	1,00	3,92	Terzaghi-Peck 1948	1,40
[3] -	13,72	2,20	13,72	Terzaghi-Peck 1948	1,52
[4] -	21,76	3,20	21,76	Terzaghi-Peck 1948	1,61

Peso unità di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m³)
[1] -	1,47	0,40	1,47	Terzaghi-Peck 1948	1,85
[2] -	3,92	1,00	3,92	Terzaghi-Peck 1948	1,87
[3] -	13,72	2,20	13,72	Terzaghi-Peck 1948	1,95
[4] -	21,76	3,20	21,76	Terzaghi-Peck 1948	2,00

Modulo di Poisson

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] -	1,47	0,40	1,47	(A.G.I.)	0,35
[2] -	3,92	1,00	3,92	(A.G.I.)	0,35
[3] -	13,72	2,20	13,72	(A.G.I.)	0,33
[4] -	21,76	3,20	21,76	(A.G.I.)	0,31

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] -	1,47	0,40	1,47	93,37	158,18
[2] -	3,92	1,00	3,92	234,75	288,01
[3] -	13,72	2,20	13,72	762,13	619,20
[4] -	21,76	3,20	21,76	1175,74	820,77

Velocità onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] -	1,47	0,40	1,47	Ohta & Goto (1978) Limi	53,6
[2] -	3,92	1,00	3,92	Ohta & Goto (1978) Limi	80,88
[3] -	13,72	2,20	13,72	Ohta & Goto (1978) Limi	117,84
[4] -	21,76	3,20	21,76	Ohta & Goto (1978) Limi	141,19

Liquefazione

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1] -	1,47	0,40	1,47	Seed e Idriss (1971)	--
[2] -	3,92	1,00	3,92	Seed e Idriss (1971)	--
[3] -	13,72	2,20	13,72	Seed e Idriss (1971)	--
[4] -	21,76	3,20	21,76	Seed e Idriss (1971)	--

Coefficiente spinta a Riposo K0=SigmaH/P0

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K0
[1] -	1,47	0,40	1,47		---
[2] -	3,92	1,00	3,92		---
[3] -	13,72	2,20	13,72		---
[4] -	21,76	3,20	21,76		---

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] -	1,47	0,40	1,47		---
[2] -	3,92	1,00	3,92		---
[3] -	13,72	2,20	13,72		---
[4] -	21,76	3,20	21,76		---

PROVA ... Nr.6

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI
 Prova eseguita in data 22/10/2020
 Profondità prova 4,20 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,20	1	0,855	8,98	10,51	0,45	0,53
0,40	2	0,851	17,88	21,01	0,89	1,05
0,60	2	0,847	16,34	19,29	0,82	0,96
0,80	10	0,843	81,33	96,43	4,07	4,82
1,00	11	0,840	89,08	106,08	4,45	5,30
1,20	10	0,836	80,64	96,43	4,03	4,82
1,40	13	0,783	98,14	125,36	4,91	6,27
1,60	11	0,830	81,31	98,02	4,07	4,90
1,80	9	0,826	66,27	80,20	3,31	4,01
2,00	10	0,823	73,35	89,11	3,67	4,46
2,20	12	0,820	87,70	106,93	4,38	5,35
2,40	15	0,767	102,54	133,66	5,13	6,68
2,60	16	0,764	101,27	132,51	5,06	6,63
2,80	18	0,761	113,51	149,07	5,68	7,45
3,00	13	0,759	81,68	107,66	4,08	5,38
3,20	12	0,806	80,10	99,38	4,01	4,97
3,40	14	0,753	87,35	115,94	4,37	5,80
3,60	14	0,751	81,32	108,30	4,07	5,41
3,80	12	0,798	74,11	92,83	3,71	4,64
4,00	18	0,746	103,88	139,24	5,19	6,96
4,20	18	0,744	103,55	139,24	5,18	6,96

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0,6	1,67	16,94	Incoerente - coesivo	0	1,6	1,86	0,05	1,47	2,45	
2	10,57	98,81	Incoerente - coesivo	0	2,07	2,28	0,24	1,47	15,54	
3	14,8	125,97	Incoerente - coesivo	0	2,11	2,14	0,49	1,47	21,76	
3,8	13	104,11	Incoerente - coesivo	0	2,1	2,31	0,68	1,47	19,11	
4,2	18	139,24	Incoerente - coesivo	0	2,13	2,27	0,81	1,47	26,46	

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.6

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Terzaghi-Peck	Sanglerat	Terzaghi-Peck (1948)	U.S.D. M.S.M	Schmertmann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begemann	De Beer
[1] -	2,45	0,60	0,15	0,31	0,15	0,10	0,24	0,51	0,22	0,62	0,12	0,37	0,31
[2] -	15,54	2,00	1,05	1,94	1,00	0,61	1,53	2,96	1,34	1,67	0,78	2,48	1,94
[3] -	21,76	3,00	1,47	2,72	1,00	0,84	2,16	3,78	1,83	2,25	1,09	3,43	2,72
[4] -	19,11	3,80	1,29	2,39	1,00	0,74	1,89	3,12	1,63	2,00	0,96	2,84	2,39
[5] -	26,46	4,20	1,79	3,31	1,00	1,00	2,63	4,18	2,18	2,72	1,32	4,09	3,31

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] -	2,45	0,60	Robertson (1983)	4,90
[2] -	15,54	2,00	Robertson (1983)	31,08
[3] -	21,76	3,00	Robertson (1983)	43,52
[4] -	19,11	3,80	Robertson (1983)	38,22
[5] -	26,46	4,20	Robertson (1983)	52,92

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] -	2,45	0,60	11,24	36,75	26,78	30,63
[2] -	15,54	2,00	71,30	--	160,29	155,40
[3] -	21,76	3,00	99,84	--	223,73	217,60
[4] -	19,11	3,80	87,68	--	196,70	191,10
[5] -	26,46	4,20	121,40	--	271,67	264,60

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] -	2,45	0,60	7,78	24,50
[2] -	15,54	2,00	158,31	155,40
[3] -	21,76	3,00	229,84	217,60
[4] -	19,11	3,80	199,37	191,10
[5] -	26,46	4,20	283,89	264,60

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] -	2,45	0,60	A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
[2] -	15,54	2,00	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
[3] -	21,76	3,00	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

[4] -	19,11	3,80	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
[5] -	26,46	4,20	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
[1] -	2,45	0,60	Meyerhof	1,60
[2] -	15,54	2,00	Meyerhof	2,07
[3] -	21,76	3,00	Meyerhof	2,11
[4] -	19,11	3,80	Meyerhof	2,10
[5] -	26,46	4,20	Meyerhof	2,13

Peso unità di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
[1] -	2,45	0,60	Meyerhof	1,86
[2] -	15,54	2,00	Meyerhof	2,28
[3] -	21,76	3,00	Meyerhof	2,14
[4] -	19,11	3,80	Meyerhof	2,31
[5] -	26,46	4,20	Meyerhof	2,27

Velocità onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] -	2,45	0,60		0
[2] -	15,54	2,00		0
[3] -	21,76	3,00		0
[4] -	19,11	3,80		0
[5] -	26,46	4,20		0

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] -	2,45	0,60	13,39	38,01	58,2	13,71
[2] -	15,54	2,00	45,8	85,34	92,23	43,99
[3] -	21,76	3,00	48,71	89,75	89,88	53,75
[4] -	19,11	3,80	42,42	78,12	77,55	49,89
[5] -	26,46	4,20	48,06	87,98	86,64	59,68

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corrett o per presen za falda	Peck- Hanso n- Thorn burn- Meyer hof 1956	Meyer hof (1956)	Sower s (1961)	Malce v (1964)	Meyer hof (1965)	Schme rtman n (1977) Sabbie	Mitch ell & Katti (1981)	Shioi- Fukun i 1982 (ROA D BRID GE SPECI FICA TION)	Japane se Nation al Railw ay	De Mello	Owasa ki & Iwasa ki
[1] -	2,45	0,60	2,45	27,7	20,7	28,69	33,05	30,57	0	<30	21,06	27,74	26,64	22

[2] -	15,54	2,00	15,54	31,44	24,44	32,35	32,53	35,65	39,95	30-32	30,27	31,66	42,03	32,63
[3] -	21,76	3,00	21,76	33,22	26,22	34,09	31,53	37,59	40,56	30-32	33,07	33,53	44,02	35,86
[4] -	19,11	3,80	19,11	32,46	25,46	33,35	30,61	36,8	38,94	30-32	31,93	32,73	42,17	34,55
[5] -	26,46	4,20	26,46	34,56	27,56	35,41	30,77	38,84	40,32	32-35	34,92	34,94	44,53	38

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] -	2,45	0,60	2,45	---	19,60	---	---	---
[2] -	15,54	2,00	15,54	281,38	124,32	184,07	296,55	152,70
[3] -	21,76	3,00	21,76	332,97	174,08	257,47	343,20	183,80
[4] -	19,11	3,80	19,11	312,03	152,88	226,20	323,33	170,55
[5] -	26,46	4,20	26,46	367,17	211,68	312,93	378,45	207,30

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] -	2,45	0,60	2,45	---	32,50	17,40	48,93
[2] -	15,54	2,00	15,54	93,24	59,38	110,33	107,31
[3] -	21,76	3,00	21,76	130,56	72,16	154,50	135,05
[4] -	19,11	3,80	19,11	114,66	66,72	135,68	123,23
[5] -	26,46	4,20	26,46	158,76	81,81	187,87	156,01

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] -	2,45	0,60	2,45	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
[2] -	15,54	2,00	15,54	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[3] -	21,76	3,00	21,76	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[4] -	19,11	3,80	19,11	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[5] -	26,46	4,20	26,46	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
[1] -	2,45	0,60	2,45	Terzaghi-Peck 1948	1,38
[2] -	15,54	2,00	15,54	Terzaghi-Peck 1948	1,55
[3] -	21,76	3,00	21,76	Terzaghi-Peck 1948	1,61

[4] -	19,11	3,80	19,11	Terzaghi-Peck 1948	1,59
[5] -	26,46	4,20	26,46	Terzaghi-Peck 1948	1,66

Peso unità di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m ³)
[1] -	2,45	0,60	2,45	Terzaghi-Peck 1948	1,86
[2] -	15,54	2,00	15,54	Terzaghi-Peck 1948	1,96
[3] -	21,76	3,00	21,76	Terzaghi-Peck 1948	2,00
[4] -	19,11	3,80	19,11	Terzaghi-Peck 1948	1,99
[5] -	26,46	4,20	26,46	Terzaghi-Peck 1948	2,03

Modulo di Poisson

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] -	2,45	0,60	2,45	(A.G.I.)	0,35
[2] -	15,54	2,00	15,54	(A.G.I.)	0,32
[3] -	21,76	3,00	21,76	(A.G.I.)	0,31
[4] -	19,11	3,80	19,11	(A.G.I.)	0,32
[5] -	26,46	4,20	26,46	(A.G.I.)	0,3

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] -	2,45	0,60	2,45	150,91	216,12
[2] -	15,54	2,00	15,54	856,80	668,17
[3] -	21,76	3,00	21,76	1175,74	820,77
[4] -	19,11	3,80	19,11	1040,64	758,16
[5] -	26,46	4,20	26,46	1413,02	924,94

Velocità onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] -	2,45	0,60	2,45	Ohta & Goto (1978) Limi	63,32
[2] -	15,54	2,00	15,54	Ohta & Goto (1978) Limi	115,67
[3] -	21,76	3,00	21,76	Ohta & Goto (1978) Limi	139,1
[4] -	19,11	3,80	19,11	Ohta & Goto (1978) Limi	144,33
[5] -	26,46	4,20	26,46	Ohta & Goto (1978) Limi	157,55

Liquefazione

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1] -	2,45	0,60	2,45	Seed e Idriss (1971)	--
[2] -	15,54	2,00	15,54	Seed e Idriss (1971)	--
[3] -	21,76	3,00	21,76	Seed e Idriss (1971)	--
[4] -	19,11	3,80	19,11	Seed e Idriss (1971)	--
[5] -	26,46	4,20	26,46	Seed e Idriss (1971)	--

Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \sigma_H / P_0$

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K_0
[1] -	2,45	0,60	2,45		---
[2] -	15,54	2,00	15,54		---
[3] -	21,76	3,00	21,76		---
[4] -	19,11	3,80	19,11		---
[5] -	26,46	4,20	26,46		---

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] -	2,45	0,60	2,45		---
[2] -	15,54	2,00	15,54		---
[3] -	21,76	3,00	21,76		---
[4] -	19,11	3,80	19,11		---
[5] -	26,46	4,20	26,46		---

PROVA ... Nr.7

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI
 Prova eseguita in data 22/10/2020
 Profondità prova 4,20 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,20	1	0,855	8,98	10,51	0,45	0,53
0,40	1	0,851	8,94	10,51	0,45	0,53
0,60	2	0,847	16,34	19,29	0,82	0,96
0,80	4	0,843	32,53	38,57	1,63	1,93
1,00	5	0,840	40,49	48,22	2,02	2,41
1,20	6	0,836	48,39	57,86	2,42	2,89
1,40	6	0,833	48,19	57,86	2,41	2,89
1,60	9	0,830	66,53	80,20	3,33	4,01
1,80	7	0,826	51,54	62,38	2,58	3,12
2,00	6	0,823	44,01	53,47	2,20	2,67
2,20	7	0,820	51,16	62,38	2,56	3,12
2,40	9	0,817	65,53	80,20	3,28	4,01
2,60	12	0,814	80,92	99,38	4,05	4,97
2,80	9	0,811	60,48	74,54	3,02	3,73
3,00	10	0,809	66,97	82,82	3,35	4,14
3,20	10	0,806	66,75	82,82	3,34	4,14
3,40	9	0,803	59,88	74,54	2,99	3,73
3,60	11	0,801	68,15	85,09	3,41	4,25
3,80	13	0,748	75,26	100,56	3,76	5,03
4,00	16	0,746	92,33	123,77	4,62	6,19
4,20	16	0,744	92,05	123,77	4,60	6,19

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0,6	1,33	13,43	Incoerente - coesivo	0	1,56	1,85	0,05	1,47	1,96	
1	4,5	43,4	Incoerente - coesivo	0	1,84	1,89	0,13	1,47	6,62	
2,2	6,83	62,36	Incoerente - coesivo	0	1,97	2,17	0,29	1,47	10,04	
3,8	10,38	84,99	Incoerente - coesivo	0	2,07	2,28	0,57	1,47	15,26	
4,2	16	123,77	Incoerente - coesivo	0	2,11	2,18	0,78	1,47	23,52	

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.7

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Terzaghi-Peck	Sanglerat	Terzaghi-Peck (1948)	U.S.D. M.S.M	Schmertmann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begemann	De Beer
[1] -	1,96	0,60	0,12	0,25	0,00	0,08	0,19	0,40	0,18	0,58	0,10	0,28	0,25
[2] -	6,62	1,00	0,41	0,83	0,25	0,27	0,65	1,30	0,59	0,93	0,33	1,05	0,83
[3] -	10,04	2,20	0,68	1,26	0,50	0,40	0,99	1,87	0,89	1,20	0,50	1,48	1,26
[4] -	15,26	3,80	1,03	1,91	1,00	0,60	1,51	2,55	1,32	1,65	0,76	2,16	1,91
[5] -	23,52	4,20	1,59	2,94	1,00	0,90	2,33	3,71	1,96	2,42	1,18	3,57	2,94

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] -	1,96	0,60	Robertson (1983)	3,92
[2] -	6,62	1,00	Robertson (1983)	13,24
[3] -	10,04	2,20	Robertson (1983)	20,08
[4] -	15,26	3,80	Robertson (1983)	30,52
[5] -	23,52	4,20	Robertson (1983)	47,04

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] -	1,96	0,60	8,99	29,40	21,78	24,50
[2] -	6,62	1,00	30,37	--	69,31	82,75
[3] -	10,04	2,20	46,06	--	104,19	100,40
[4] -	15,26	3,80	70,01	--	157,44	152,60
[5] -	23,52	4,20	107,91	--	241,68	235,20

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] -	1,96	0,60	2,14	19,60
[2] -	6,62	1,00	55,73	66,20
[3] -	10,04	2,20	95,06	100,40
[4] -	15,26	3,80	155,09	152,60
[5] -	23,52	4,20	250,08	235,20

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] -	1,96	0,60	A.G.I. (1977)	PRIVO DI CONSISTENZA
[2] -	6,62	1,00	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
[3] -	10,04	2,20	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
[4] -	15,26	3,80	A.G.I. (1977)	MOLTO

				CONSISTENTE
[5] -	23,52	4,20	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
[1] -	1,96	0,60	Meyerhof	1,56
[2] -	6,62	1,00	Meyerhof	1,84
[3] -	10,04	2,20	Meyerhof	1,97
[4] -	15,26	3,80	Meyerhof	2,07
[5] -	23,52	4,20	Meyerhof	2,11

Peso unità di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
[1] -	1,96	0,60	Meyerhof	1,85
[2] -	6,62	1,00	Meyerhof	1,89
[3] -	10,04	2,20	Meyerhof	2,17
[4] -	15,26	3,80	Meyerhof	2,28
[5] -	23,52	4,20	Meyerhof	2,18

Velocità onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] -	1,96	0,60		0
[2] -	6,62	1,00		0
[3] -	10,04	2,20		0
[4] -	15,26	3,80		0
[5] -	23,52	4,20		0

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] -	1,96	0,60	9,86	34,02	52,66	12,27
[2] -	6,62	1,00	29,7	59,29	72,04	25,03
[3] -	10,04	2,20	35,14	67,03	71,6	33,08
[4] -	15,26	3,80	39,16	72,82	72,99	43,49
[5] -	23,52	4,20	45,73	83,8	82,73	56,1

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corrett o per presen za falda	Peck- Hanso n- Thorn burn- Meyer hof 1956	Meyer hof (1956)	Sower s (1961)	Malce v (1964)	Meyer hof (1965)	Schme rtman n (1977) Sabbie	Mitch ell & Katti (1981)	Shioi- Fukun i 1982 (ROA D BRID GE SPECI FICA TION)	Japane se Nation al Railw ay	De Mello	Owasa ki & Iwasa ki
[1] -	1,96	0,60	1,96	27,56	20,56	28,55	32,74	30,36	0	<30	20,42	27,59	24,7	21,26
[2] -	6,62	1,00	6,62	28,89	21,89	29,85	32,49	32,34	0	<30	24,96	28,99	35,01	26,51

[3] -	10,04	2,20	10,04	29,87	22,87	30,81	31,46	33,69	37,38	<30	27,27	30,01	38,05	29,17
[4] -	15,26	3,80	15,26	31,36	24,36	32,27	30,64	35,56	38,19	30-32	30,13	31,58	40,63	32,47
[5] -	23,52	4,20	23,52	33,72	26,72	34,59	30,66	38,08	39,73	30-32	33,78	34,06	43,62	36,69

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] -	1,96	0,60	1,96	---	15,68	---	---	---
[2] -	6,62	1,00	6,62	---	52,96	---	---	---
[3] -	10,04	2,20	10,04	226,17	80,32	119,17	255,30	125,20
[4] -	15,26	3,80	15,26	278,84	122,08	180,77	294,45	151,30
[5] -	23,52	4,20	23,52	346,17	188,16	278,24	356,40	192,60

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] -	1,96	0,60	1,96	---	31,49	13,92	46,74
[2] -	6,62	1,00	6,62	---	41,06	47,00	67,53
[3] -	10,04	2,20	10,04	60,24	48,09	71,28	82,78
[4] -	15,26	3,80	15,26	91,56	58,81	108,35	106,06
[5] -	23,52	4,20	23,52	141,12	75,78	166,99	142,90

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] -	1,96	0,60	1,96	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
[2] -	6,62	1,00	6,62	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[3] -	10,04	2,20	10,04	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[4] -	15,26	3,80	15,26	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[5] -	23,52	4,20	23,52	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
[1] -	1,96	0,60	1,96	Terzaghi-Peck 1948	1,37
[2] -	6,62	1,00	6,62	Terzaghi-Peck 1948	1,43
[3] -	10,04	2,20	10,04	Terzaghi-Peck 1948	1,48
[4] -	15,26	3,80	15,26	Terzaghi-Peck 1948	1,54

[5] -	23,52	4,20	23,52	Terzaghi-Peck 1948	1,63
-------	-------	------	-------	-----------------------	------

Peso unità di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m ³)
[1] -	1,96	0,60	1,96	Terzaghi-Peck 1948	1,85
[2] -	6,62	1,00	6,62	Terzaghi-Peck 1948	1,89
[3] -	10,04	2,20	10,04	Terzaghi-Peck 1948	1,92
[4] -	15,26	3,80	15,26	Terzaghi-Peck 1948	1,96
[5] -	23,52	4,20	23,52	Terzaghi-Peck 1948	2,02

Modulo di Poisson

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] -	1,96	0,60	1,96	(A.G.I.)	0,35
[2] -	6,62	1,00	6,62	(A.G.I.)	0,34
[3] -	10,04	2,20	10,04	(A.G.I.)	0,33
[4] -	15,26	3,80	15,26	(A.G.I.)	0,32
[5] -	23,52	4,20	23,52	(A.G.I.)	0,31

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] -	1,96	0,60	1,96	122,36	188,57
[2] -	6,62	1,00	6,62	384,17	396,69
[3] -	10,04	2,20	10,04	568,25	511,65
[4] -	15,26	3,80	15,26	842,28	660,79
[5] -	23,52	4,20	23,52	1264,92	860,71

Velocità onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] -	1,96	0,60	1,96	Ohta & Goto (1978) Limi	60,92
[2] -	6,62	1,00	6,62	Ohta & Goto (1978) Limi	90,87
[3] -	10,04	2,20	10,04	Ohta & Goto (1978) Limi	111,64
[4] -	15,26	3,80	15,26	Ohta & Goto (1978) Limi	135,51
[5] -	23,52	4,20	23,52	Ohta & Goto (1978) Limi	154,38

Liquefazione

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1] -	1,96	0,60	1,96	Seed e Idriss (1971)	--
[2] -	6,62	1,00	6,62	Seed e Idriss (1971)	--
[3] -	10,04	2,20	10,04	Seed e Idriss (1971)	--
[4] -	15,26	3,80	15,26	Seed e Idriss (1971)	--
[5] -	23,52	4,20	23,52	Seed e Idriss (1971)	--

Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \sigma_H / P_0$

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K_0
[1] -	1,96	0,60	1,96		---
[2] -	6,62	1,00	6,62		---
[3] -	10,04	2,20	10,04		---
[4] -	15,26	3,80	15,26		---
[5] -	23,52	4,20	23,52		---

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] -	1,96	0,60	1,96		---
[2] -	6,62	1,00	6,62		---
[3] -	10,04	2,20	10,04		---
[4] -	15,26	3,80	15,26		---
[5] -	23,52	4,20	23,52		---

PROVA ... Nr.8

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI
 Prova eseguita in data 22/10/2020
 Profondità prova 4,20 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,20	1	0,855	8,98	10,51	0,45	0,53
0,40	1	0,851	8,94	10,51	0,45	0,53
0,60	1	0,847	8,17	9,64	0,41	0,48
0,80	2	0,843	16,27	19,29	0,81	0,96
1,00	3	0,840	24,29	28,93	1,21	1,45
1,20	4	0,836	32,26	38,57	1,61	1,93
1,40	3	0,833	24,10	28,93	1,20	1,45
1,60	4	0,830	29,57	35,64	1,48	1,78
1,80	10	0,826	73,63	89,11	3,68	4,46
2,00	15	0,773	103,35	133,66	5,17	6,68
2,20	15	0,770	102,94	133,66	5,15	6,68
2,40	15	0,767	102,54	133,66	5,13	6,68
2,60	15	0,764	94,94	124,23	4,75	6,21
2,80	15	0,761	94,59	124,23	4,73	6,21
3,00	18	0,759	113,10	149,07	5,65	7,45
3,20	18	0,756	112,70	149,07	5,63	7,45
3,40	17	0,753	106,07	140,79	5,30	7,04
3,60	16	0,751	92,93	123,77	4,65	6,19
3,80	16	0,748	92,63	123,77	4,63	6,19
4,00	18	0,746	103,88	139,24	5,19	6,96
4,20	17	0,744	97,80	131,50	4,89	6,58

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0,6	1	10,22	Incoerente - coesivo	0	1,52	1,85	0,05	1,47	1,47	
1,6	3,2	30,27	Incoerente - coesivo	0	1,74	1,88	0,18	1,47	4,7	
1,8	10	89,11	Incoerente - coesivo	0	2,06	2,27	0,29	1,47	14,7	
4,2	16,25	133,89	Incoerente - coesivo	0	2,11	2,19	0,56	1,47	23,89	

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.8

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Terzaghi-Peck	Sanglerat	Terzaghi-Peck (1948)	U.S.D. M.S.M	Schmertmann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begemann	De Beer
[1] -	1,47	0,60	0,09	0,18	0,00	0,06	0,14	0,31	0,14	0,55	0,07	0,20	0,18
[2] -	4,7	1,60	0,29	0,59	0,25	0,19	0,46	0,91	0,43	0,78	0,24	0,64	0,59
[3] -	14,7	1,80	0,99	1,84	0,50	0,58	1,45	2,67	1,28	1,60	0,74	2,36	1,84
[4] -	23,89	4,20	1,61	2,99	1,00	0,91	2,37	4,02	1,99	2,46	1,19	3,63	2,99

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] -	1,47	0,60	Robertson (1983)	2,94
[2] -	4,7	1,60	Robertson (1983)	9,40
[3] -	14,7	1,80	Robertson (1983)	29,40
[4] -	23,89	4,20	Robertson (1983)	47,78

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] -	1,47	0,60	6,74	22,05	16,79	18,38
[2] -	4,7	1,60	21,56	70,50	49,73	58,75
[3] -	14,7	1,80	67,44	--	151,72	147,00
[4] -	23,89	4,20	109,61	--	245,46	238,90

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] -	1,47	0,60	-3,50	14,70
[2] -	4,7	1,60	33,65	47,00
[3] -	14,7	1,80	148,65	147,00
[4] -	23,89	4,20	254,34	238,90

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] -	1,47	0,60	A.G.I. (1977)	PRIVO DI CONSISTENZA
[2] -	4,7	1,60	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
[3] -	14,7	1,80	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
[4] -	23,89	4,20	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
[1] -	1,47	0,60	Meyerhof	1,52
[2] -	4,7	1,60	Meyerhof	1,74

[3] -	14,7	1,80	Meyerhof	2,06
[4] -	23,89	4,20	Meyerhof	2,11

Peso unità di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
[1] -	1,47	0,60	Meyerhof	1,85
[2] -	4,7	1,60	Meyerhof	1,88
[3] -	14,7	1,80	Meyerhof	2,27
[4] -	23,89	4,20	Meyerhof	2,19

Velocità onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] -	1,47	0,60		0
[2] -	4,7	1,60		0
[3] -	14,7	1,80		0
[4] -	23,89	4,20		0

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] -	1,47	0,60	5,56	29,49	46,21	10,79
[2] -	4,7	1,60	22,23	48,58	56,35	20,03
[3] -	14,7	1,80	43,54	81,09	85,88	42,47
[4] -	23,89	4,20	49,71	91,46	90,83	56,58

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertman (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owaski & Iwaski
[1] -	1,47	0,60	1,47	27,42	20,42	28,41	32,33	30,14	0	<30	19,7	27,44	22,19	20,42
[2] -	4,7	1,60	4,7	28,34	21,34	29,32	31,25	31,54	0	<30	23,4	28,41	31,83	24,7
[3] -	14,7	1,80	14,7	31,2	24,2	32,12	32,07	35,37	39,35	30-32	29,85	31,41	41,38	32,15
[4] -	23,89	4,20	23,89	33,83	26,83	34,69	31,4	38,18	40,8	30-32	33,93	34,17	44,58	36,86

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertman (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] -	1,47	0,60	1,47	---	11,76	---	---	---
[2] -	4,7	1,60	4,7	---	37,60	---	---	---
[3] -	14,7	1,80	14,7	273,67	117,60	174,16	290,25	148,50
[4] -	23,89	4,20	23,89	348,88	191,12	282,60	359,17	194,45

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] -	1,47	0,60	1,47	---	30,48	10,44	44,56
[2] -	4,7	1,60	4,7	---	37,12	33,37	58,96
[3] -	14,7	1,80	14,7	88,20	57,66	104,37	103,56
[4] -	23,89	4,20	23,89	143,34	76,54	169,62	144,55

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] -	1,47	0,60	1,47	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
[2] -	4,7	1,60	4,7	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[3] -	14,7	1,80	14,7	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[4] -	23,89	4,20	23,89	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
[1] -	1,47	0,60	1,47	Terzaghi-Peck 1948	1,36
[2] -	4,7	1,60	4,7	Terzaghi-Peck 1948	1,41
[3] -	14,7	1,80	14,7	Terzaghi-Peck 1948	1,54
[4] -	23,89	4,20	23,89	Terzaghi-Peck 1948	1,64

Peso unità di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m ³)
[1] -	1,47	0,60	1,47	Terzaghi-Peck 1948	1,85
[2] -	4,7	1,60	4,7	Terzaghi-Peck 1948	1,88
[3] -	14,7	1,80	14,7	Terzaghi-Peck 1948	1,96
[4] -	23,89	4,20	23,89	Terzaghi-Peck 1948	2,02

Modulo di Poisson

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
--	------	------------------	----------------------------------	--------------	---------

[1] -	1,47	0,60	1,47	(A.G.I.)	0,35
[2] -	4,7	1,60	4,7	(A.G.I.)	0,34
[3] -	14,7	1,80	14,7	(A.G.I.)	0,33
[4] -	23,89	4,20	23,89	(A.G.I.)	0,31

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] -	1,47	0,60	1,47	93,37	158,18
[2] -	4,7	1,60	4,7	278,41	321,78
[3] -	14,7	1,80	14,7	813,19	645,86
[4] -	23,89	4,20	23,89	1283,62	868,96

Velocità onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] -	1,47	0,60	1,47	Ohta & Goto (1978) Limi	57,96
[2] -	4,7	1,60	4,7	Ohta & Goto (1978) Limi	91,07
[3] -	14,7	1,80	14,7	Ohta & Goto (1978) Limi	120,65
[4] -	23,89	4,20	23,89	Ohta & Goto (1978) Limi	146,43

Liquefazione

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1] -	1,47	0,60	1,47	Seed e Idriss (1971)	--
[2] -	4,7	1,60	4,7	Seed e Idriss (1971)	--
[3] -	14,7	1,80	14,7	Seed e Idriss (1971)	--
[4] -	23,89	4,20	23,89	Seed e Idriss (1971)	--

Coefficiente spinta a Riposo K0=SigmaH/P0

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K0
[1] -	1,47	0,60	1,47		---
[2] -	4,7	1,60	4,7		---
[3] -	14,7	1,80	14,7		---
[4] -	23,89	4,20	23,89		---

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] -	1,47	0,60	1,47		---
[2] -	4,7	1,60	4,7		---
[3] -	14,7	1,80	14,7		---

[4] -	23,89	4,20	23,89		---
-------	-------	------	-------	--	-----

PROVA ... Nr.9

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI
 Prova eseguita in data 22/10/2020
 Profondità prova 2,80 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,20	1	0,855	8,98	10,51	0,45	0,53
0,40	1	0,851	8,94	10,51	0,45	0,53
0,60	3	0,847	24,50	28,93	1,23	1,45
0,80	4	0,843	32,53	38,57	1,63	1,93
1,00	6	0,840	48,59	57,86	2,43	2,89
1,20	8	0,836	64,52	77,15	3,23	3,86
1,40	13	0,783	98,14	125,36	4,91	6,27
1,60	11	0,830	81,31	98,02	4,07	4,90
1,80	11	0,826	81,00	98,02	4,05	4,90
2,00	13	0,773	89,57	115,84	4,48	5,79
2,20	18	0,770	123,52	160,40	6,18	8,02
2,40	22	0,717	140,59	196,04	7,03	9,80
2,60	16	0,764	101,27	132,51	5,06	6,63
2,80	50	0,611	253,18	414,08	12,66	20,70

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspst	NSPT	Descrizione
0,4	1	10,51	Incoerente - coesivo	0	1,52	1,85	0,03	1,47	1,47	
0,8	3,5	33,75	Incoerente - coesivo	0	1,77	1,88	0,1	1,47	5,14	
1,2	7	67,5	Incoerente - coesivo	0	1,98	2,18	0,17	1,47	10,29	
2	12	109,31	Incoerente - coesivo	0	2,09	2,3	0,29	1,47	17,64	
2,6	18,67	162,98	Incoerente - coesivo	0	2,13	2,29	0,44	1,47	27,44	
2,8	50	414,08	Incoerente - coesivo	0	2,5	2,5	0,53	1,47	73,5	

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.9

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Terzaghi-Peck	Sanglerat	Terzaghi-Peck (1948)	U.S.D. M.S.M	Schmertmann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begemann	De Beer
[1] -	1,47	0,40	0,09	0,18	0,00	0,06	0,14	0,32	0,14	0,55	0,07	0,22	0,18
[2] -	5,14	0,80	0,32	0,64	0,25	0,21	0,50	1,01	0,46	0,82	0,26	0,82	0,64
[3] -	10,29	1,20	0,70	1,29	0,50	0,41	1,01	2,03	0,91	1,22	0,52	1,67	1,29
[4] -	17,64	2,00	1,19	2,21	1,00	0,69	1,74	3,28	1,51	1,86	0,88	2,85	2,21
[5] -	27,44	2,60	1,85	3,43	1,00	1,04	2,73	4,89	2,25	2,82	1,37	4,50	3,43
[6] -	73,5	2,80	4,96	9,19	0,00	2,36	7,39	12,42	4,78	8,94	3,68	12,63	9,19

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] -	1,47	0,40	Robertson (1983)	2,94
[2] -	5,14	0,80	Robertson (1983)	10,28
[3] -	10,29	1,20	Robertson (1983)	20,58
[4] -	17,64	2,00	Robertson (1983)	35,28
[5] -	27,44	2,60	Robertson (1983)	54,88
[6] -	73,5	2,80	Robertson (1983)	147,00

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] -	1,47	0,40	6,74	22,05	16,79	18,38
[2] -	5,14	0,80	23,58	77,10	54,22	64,25
[3] -	10,29	1,20	47,21	--	106,74	102,90
[4] -	17,64	2,00	80,93	--	181,71	176,40
[5] -	27,44	2,60	125,90	--	281,66	274,40
[6] -	73,5	2,80	337,22	--	751,45	735,00

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] -	1,47	0,40	-3,50	14,70
[2] -	5,14	0,80	38,71	51,40
[3] -	10,29	1,20	97,94	102,90
[4] -	17,64	2,00	182,46	176,40
[5] -	27,44	2,60	295,16	274,40
[6] -	73,5	2,80	824,85	735,00

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] -	1,47	0,40	A.G.I. (1977)	PRIVO DI CONSISTENZA
[2] -	5,14	0,80	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
[3] -	10,29	1,20	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
[4] -	17,64	2,00	A.G.I. (1977)	MOLTO

				hof 1956							GE SPECI FICA TION)			
[1] -	1,47	0,40	1,47	27,42	20,42	28,41	33,21	30,14	0	<30	19,7	27,44	22,25	20,42
[2] -	5,14	0,80	5,14	28,47	21,47	29,44	32,74	31,73	0	<30	23,78	28,54	32,93	25,14
[3] -	10,29	1,20	10,29	29,94	22,94	30,88	32,61	33,78	38,1	<30	27,42	30,09	38,7	29,35
[4] -	17,64	2,00	17,64	32,04	25,04	32,94	32,3	36,34	40,38	30-32	31,27	32,29	42,94	33,78
[5] -	27,44	2,60	27,44	34,84	27,84	35,68	32,14	39,08	42	32-35	35,29	35,23	46,23	38,43
[6] -	73,5	2,80	73,5	48	41	48,58	33,34	41,67	42	>38	48,2	49,05	54,5	53,34

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertma nn (1978) (Sabbie)	Schultze- Menzenbac h (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollon ia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] -	1,47	0,40	1,47	---	11,76	---	---	---
[2] -	5,14	0,80	5,14	---	41,12	---	---	---
[3] -	10,29	1,20	10,29	228,97	82,32	122,12	257,17	126,45
[4] -	17,64	2,00	17,64	299,79	141,12	208,85	312,30	163,20
[5] -	27,44	2,60	27,44	373,91	219,52	324,49	385,80	212,20
[6] -	73,5	2,80	73,5	611,95	588,00	868,00	731,25	442,50

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman- Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] -	1,47	0,40	1,47	---	30,48	10,44	44,56
[2] -	5,14	0,80	5,14	---	38,02	36,49	60,92
[3] -	10,29	1,20	10,29	61,74	48,60	73,06	83,89
[4] -	17,64	2,00	17,64	105,84	63,70	125,24	116,67
[5] -	27,44	2,60	27,44	164,64	83,83	194,82	160,38
[6] -	73,5	2,80	73,5	441,00	178,44	521,85	365,81

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] -	1,47	0,40	1,47	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
[2] -	5,14	0,80	5,14	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[3] -	10,29	1,20	10,29	Classificazione A.G.I	MODERATAME NTE ADDENSATO
[4] -	17,64	2,00	17,64	Classificazione A.G.I	MODERATAME NTE ADDENSATO
[5] -	27,44	2,60	27,44	Classificazione A.G.I	MODERATAME NTE ADDENSATO
[6] -	73,5	2,80	73,5	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m³)
[1] -	1,47	0,40	1,47	Terzaghi-Peck 1948	1,36
[2] -	5,14	0,80	5,14	Terzaghi-Peck 1948	1,41
[3] -	10,29	1,20	10,29	Terzaghi-Peck 1948	1,48
[4] -	17,64	2,00	17,64	Terzaghi-Peck 1948	1,57
[5] -	27,44	2,60	27,44	Terzaghi-Peck 1948	1,67
[6] -	73,5	2,80	73,5	Terzaghi-Peck 1948	1,95

Peso unità di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m³)
[1] -	1,47	0,40	1,47	Terzaghi-Peck 1948	1,85
[2] -	5,14	0,80	5,14	Terzaghi-Peck 1948	1,88
[3] -	10,29	1,20	10,29	Terzaghi-Peck 1948	1,92
[4] -	17,64	2,00	17,64	Terzaghi-Peck 1948	1,98
[5] -	27,44	2,60	27,44	Terzaghi-Peck 1948	2,04
[6] -	73,5	2,80	73,5	Terzaghi-Peck 1948	2,21

Modulo di Poisson

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] -	1,47	0,40	1,47	(A.G.I.)	0,35
[2] -	5,14	0,80	5,14	(A.G.I.)	0,34
[3] -	10,29	1,20	10,29	(A.G.I.)	0,33
[4] -	17,64	2,00	17,64	(A.G.I.)	0,32
[5] -	27,44	2,60	27,44	(A.G.I.)	0,3
[6] -	73,5	2,80	73,5	(A.G.I.)	0,2

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] -	1,47	0,40	1,47	93,37	158,18
[2] -	5,14	0,80	5,14	302,84	339,87
[3] -	10,29	1,20	10,29	581,55	519,39
[4] -	17,64	2,00	17,64	965,21	721,97
[5] -	27,44	2,60	27,44	1462,16	945,72
[6] -	73,5	2,80	73,5	3691,68	1726,68

Velocità onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] -	1,47	0,40	1,47	Ohta & Goto (1978) Limi	53,6
[2] -	5,14	0,80	5,14	Ohta & Goto (1978) Limi	82,28
[3] -	10,29	1,20	10,29	Ohta & Goto (1978) Limi	102,39
[4] -	17,64	2,00	17,64	Ohta & Goto (1978) Limi	123,07
[5] -	27,44	2,60	27,44	Ohta & Goto (1978) Limi	142,49
[6] -	73,5	2,80	73,5	Ohta & Goto (1978) Limi	174,28

Liquefazione

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1] -	1,47	0,40	1,47	Seed e Idriss (1971)	--
[2] -	5,14	0,80	5,14	Seed e Idriss (1971)	--
[3] -	10,29	1,20	10,29	Seed e Idriss (1971)	--
[4] -	17,64	2,00	17,64	Seed e Idriss (1971)	--
[5] -	27,44	2,60	27,44	Seed e Idriss (1971)	--
[6] -	73,5	2,80	73,5	Seed e Idriss (1971)	--

Coefficiente spinta a Riposo K0=SigmaH/P0

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K0
[1] -	1,47	0,40	1,47		---
[2] -	5,14	0,80	5,14		---
[3] -	10,29	1,20	10,29		---
[4] -	17,64	2,00	17,64		---
[5] -	27,44	2,60	27,44		---
[6] -	73,5	2,80	73,5		---

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] -	1,47	0,40	1,47		---
[2] -	5,14	0,80	5,14		---
[3] -	10,29	1,20	10,29		---
[4] -	17,64	2,00	17,64		---
[5] -	27,44	2,60	27,44		---
[6] -	73,5	2,80	73,5		---

PROVA ... Nr.10

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI
 Prova eseguita in data 22/10/2020
 Profondità prova 3,20 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,20	1	0,855	8,98	10,51	0,45	0,53
0,40	1	0,851	8,94	10,51	0,45	0,53
0,60	2	0,847	16,34	19,29	0,82	0,96
0,80	5	0,843	40,66	48,22	2,03	2,41
1,00	4	0,840	32,39	38,57	1,62	1,93
1,20	7	0,836	56,45	67,50	2,82	3,38
1,40	10	0,833	80,32	96,43	4,02	4,82
1,60	10	0,830	73,92	89,11	3,70	4,46
1,80	14	0,776	96,85	124,75	4,84	6,24
2,00	11	0,823	80,69	98,02	4,03	4,90
2,20	12	0,820	87,70	106,93	4,38	5,35
2,40	11	0,817	80,10	98,02	4,00	4,90
2,60	13	0,764	82,28	107,66	4,11	5,38
2,80	12	0,811	80,64	99,38	4,03	4,97
3,00	12	0,809	80,37	99,38	4,02	4,97
3,20	13	0,756	81,39	107,66	4,07	5,38

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0,4	1	10,51	Incoerente - coesivo	0	1,52	1,85	0,03	1,47	1,47	
0,6	2	19,29	Incoerente - coesivo	0	1,63	1,86	0,08	1,47	2,94	
1	4,5	43,4	Incoerente - coesivo	0	1,84	1,89	0,13	1,47	6,62	
1,2	7	67,5	Incoerente - coesivo	0	1,98	2,18	0,19	1,47	10,29	
3,2	11,8	102,73	Incoerente - coesivo	0	2,09	2,3	0,42	1,47	17,35	

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.10

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Terzaghi-Peck	Sanglerat	Terzaghi-Peck (1948)	U.S.D. M.S.M	Schmertmann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vanneli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begemann	De Beer
[1] -	1,47	0,40	0,09	0,18	0,00	0,06	0,14	0,32	0,14	0,55	0,07	0,22	0,18
[2] -	2,94	0,60	0,18	0,37	0,15	0,12	0,28	0,58	0,27	0,65	0,15	0,46	0,37
[3] -	6,62	1,00	0,41	0,83	0,25	0,27	0,65	1,30	0,59	0,93	0,33	1,05	0,83
[4] -	10,29	1,20	0,70	1,29	0,50	0,41	1,01	2,03	0,91	1,22	0,52	1,67	1,29
[5] -	17,35	3,20	1,17	2,17	1,00	0,68	1,71	3,08	1,49	1,84	0,87	2,62	2,17

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] -	1,47	0,40	Robertson (1983)	2,94
[2] -	2,94	0,60	Robertson (1983)	5,88
[3] -	6,62	1,00	Robertson (1983)	13,24
[4] -	10,29	1,20	Robertson (1983)	20,58
[5] -	17,35	3,20	Robertson (1983)	34,70

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] -	1,47	0,40	6,74	22,05	16,79	18,38
[2] -	2,94	0,60	13,49	44,10	31,78	36,75
[3] -	6,62	1,00	30,37	--	69,31	82,75
[4] -	10,29	1,20	47,21	--	106,74	102,90
[5] -	17,35	3,20	79,60	--	178,75	173,50

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] -	1,47	0,40	-3,50	14,70
[2] -	2,94	0,60	13,41	29,40
[3] -	6,62	1,00	55,73	66,20
[4] -	10,29	1,20	97,94	102,90
[5] -	17,35	3,20	179,13	173,50

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] -	1,47	0,40	A.G.I. (1977)	PRIVO DI CONSISTENZA
[2] -	2,94	0,60	A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
[3] -	6,62	1,00	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
[4] -	10,29	1,20	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
[5] -	17,35	3,20	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
[1] -	1,47	0,40	Meyerhof	1,52
[2] -	2,94	0,60	Meyerhof	1,63
[3] -	6,62	1,00	Meyerhof	1,84
[4] -	10,29	1,20	Meyerhof	1,98
[5] -	17,35	3,20	Meyerhof	2,09

Peso unità di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
[1] -	1,47	0,40	Meyerhof	1,85
[2] -	2,94	0,60	Meyerhof	1,86
[3] -	6,62	1,00	Meyerhof	1,89
[4] -	10,29	1,20	Meyerhof	2,18
[5] -	17,35	3,20	Meyerhof	2,30

Velocità onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] -	1,47	0,40		0
[2] -	2,94	0,60		0
[3] -	6,62	1,00		0
[4] -	10,29	1,20		0
[5] -	17,35	3,20		0

TERRENI INCOERENTI**Densità relativa**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] -	1,47	0,40	5,82	29,79	51,39	10,79
[2] -	2,94	0,60	15,87	40,85	56,09	15,13
[3] -	6,62	1,00	29,71	59,3	72,07	25,03
[4] -	10,29	1,20	37,67	71,53	80,95	33,63
[5] -	17,35	3,20	44,77	82,82	84,27	47,08

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertman (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasa ki & Iwasaki
[1] -	1,47	0,40	1,47	27,42	20,42	28,41	33,21	30,14	0	<30	19,7	27,44	22,25	20,42
[2] -	2,94	0,60	2,94	27,84	20,84	28,82	32,31	30,79	0	<30	21,64	27,88	28,12	22,67
[3] -	6,62	1,00	6,62	28,89	21,89	29,85	32,49	32,34	0	<30	24,96	28,99	35,01	26,51
[4] -	10,29	1,20	10,29	29,94	22,94	30,88	32,42	33,78	38,01	<30	27,42	30,09	38,64	29,35
[5] -	17,35	3,20	17,35	31,96	24,96	32,86	31,53	36,25	39,59	30-32	31,13	32,21	42,33	33,63

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] -	1,47	0,40	1,47	---	11,76	---	---	---
[2] -	2,94	0,60	2,94	---	23,52	---	---	---
[3] -	6,62	1,00	6,62	---	52,96	---	---	---
[4] -	10,29	1,20	10,29	228,97	82,32	122,12	257,17	126,45
[5] -	17,35	3,20	17,35	297,32	138,80	205,43	310,12	161,75

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] -	1,47	0,40	1,47	---	30,48	10,44	44,56
[2] -	2,94	0,60	2,94	---	33,50	20,87	51,11
[3] -	6,62	1,00	6,62	---	41,06	47,00	67,53
[4] -	10,29	1,20	10,29	61,74	48,60	73,06	83,89
[5] -	17,35	3,20	17,35	104,10	63,10	123,19	115,38

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] -	1,47	0,40	1,47	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
[2] -	2,94	0,60	2,94	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
[3] -	6,62	1,00	6,62	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[4] -	10,29	1,20	10,29	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[5] -	17,35	3,20	17,35	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
[1] -	1,47	0,40	1,47	Terzaghi-Peck 1948	1,36
[2] -	2,94	0,60	2,94	Terzaghi-Peck 1948	1,38
[3] -	6,62	1,00	6,62	Terzaghi-Peck 1948	1,43
[4] -	10,29	1,20	10,29	Terzaghi-Peck 1948	1,48
[5] -	17,35	3,20	17,35	Terzaghi-Peck 1948	1,57

Peso unità di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m³)
[1] -	1,47	0,40	1,47	Terzaghi-Peck 1948	1,85
[2] -	2,94	0,60	2,94	Terzaghi-Peck 1948	1,86
[3] -	6,62	1,00	6,62	Terzaghi-Peck 1948	1,89
[4] -	10,29	1,20	10,29	Terzaghi-Peck 1948	1,92
[5] -	17,35	3,20	17,35	Terzaghi-Peck 1948	1,97

Modulo di Poisson

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] -	1,47	0,40	1,47	(A.G.I.)	0,35
[2] -	2,94	0,60	2,94	(A.G.I.)	0,35
[3] -	6,62	1,00	6,62	(A.G.I.)	0,34
[4] -	10,29	1,20	10,29	(A.G.I.)	0,33
[5] -	17,35	3,20	17,35	(A.G.I.)	0,32

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] -	1,47	0,40	1,47	93,37	158,18
[2] -	2,94	0,60	2,94	179,13	241,59
[3] -	6,62	1,00	6,62	384,17	396,69
[4] -	10,29	1,20	10,29	581,55	519,39
[5] -	17,35	3,20	17,35	950,29	714,70

Velocità onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] -	1,47	0,40	1,47	Ohta & Goto (1978) Limi	53,6
[2] -	2,94	0,60	2,94	Ohta & Goto (1978) Limi	72,12
[3] -	6,62	1,00	6,62	Ohta & Goto (1978) Limi	90,87
[4] -	10,29	1,20	10,29	Ohta & Goto (1978) Limi	104,29
[5] -	17,35	3,20	17,35	Ohta & Goto (1978) Limi	130,5

Liquefazione

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1] -	1,47	0,40	1,47	Seed e Idriss (1971)	--

[2] -	2,94	0,60	2,94	Seed e Idriss (1971)	--
[3] -	6,62	1,00	6,62	Seed e Idriss (1971)	--
[4] -	10,29	1,20	10,29	Seed e Idriss (1971)	--
[5] -	17,35	3,20	17,35	Seed e Idriss (1971)	--

Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \sigma_H / P_0$

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K_0
[1] -	1,47	0,40	1,47		---
[2] -	2,94	0,60	2,94		---
[3] -	6,62	1,00	6,62		---
[4] -	10,29	1,20	10,29		---
[5] -	17,35	3,20	17,35		---

Q_c (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Q_c (Kg/cm ²)
[1] -	1,47	0,40	1,47		---
[2] -	2,94	0,60	2,94		---
[3] -	6,62	1,00	6,62		---
[4] -	10,29	1,20	10,29		---
[5] -	17,35	3,20	17,35		---

Indice

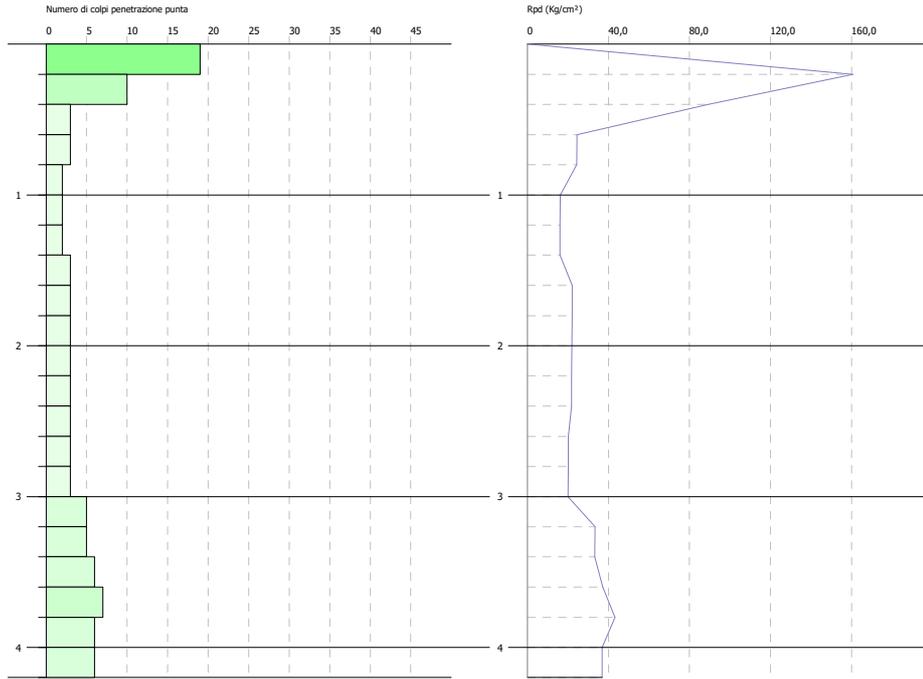
1.PROVA ... Nr.1	10
2.PROVA ... Nr.2	14
3.PROVA ... Nr.3	17
4.PROVA ... Nr.4	20
5.PROVA ... Nr.5	24
6.PROVA ... Nr.6	28
7.PROVA ... Nr.7	32
8.PROVA ... Nr.8	36
9.PROVA ... Nr.9	39
10.PROVA ... Nr.10	44
Indice	48

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Idrogeo srl
 Descrizione:
 Località: Montauto

Data: 22/10/2020

Scala 1:50



Interpretazione Stratigrafica

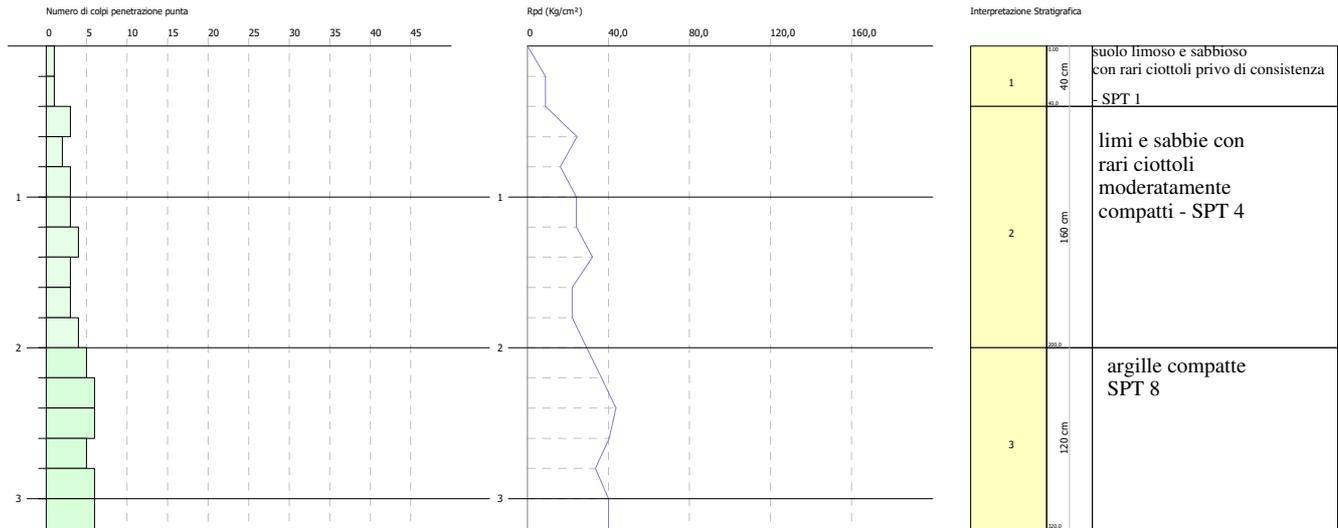
1	0.00 - 0.40 40 cm	riporto con ciottoli e ghiaia - SPT - 15
2	0.40 - 3.00 260 cm	limi e argille con rari ciottoli moderatamente compatti - SPT 5
3	3.00 - 4.00 120 cm	argille consistenti - SPT 9

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Idrogeo srl
 Descrizione:
 Località: Montauto

Data: 22/10/2020

Scala 1:50

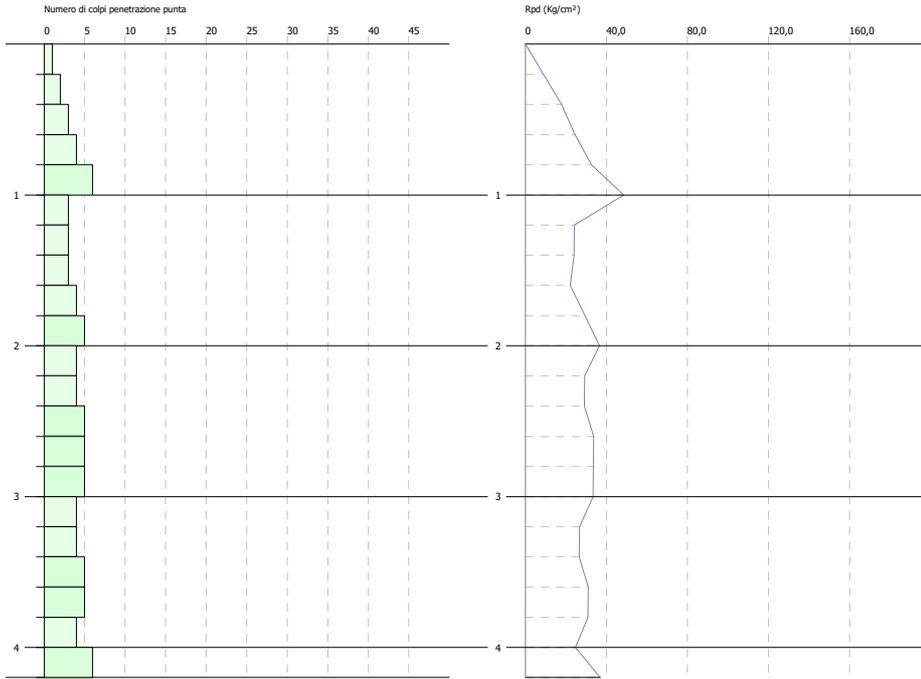


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.3
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Idrogeo srl
Descrizione:
Località: Montauto

Data: 22/10/2020

Scala 1:50



Interpretazione Stratigrafica

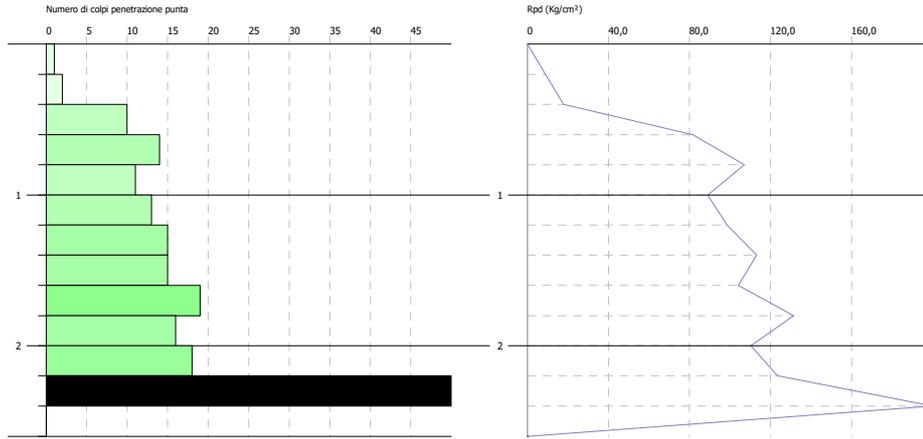
1	0.00 40.00	suolo limoso e sabbioso con rari ciottoli poco compatti - SPT 2
2	3.80 6.00	limi e sabbie con rari ciottoli moderatamente compatti - SPT 6

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.4
Strumento utilizzato... DPHS TG 63-200 PAGANI

Committente: Idrogeo srl
 Descrizione:
 Località: Montauto

Data: 22/10/2020

Scala 1:50



Interpretazione Stratigrafica

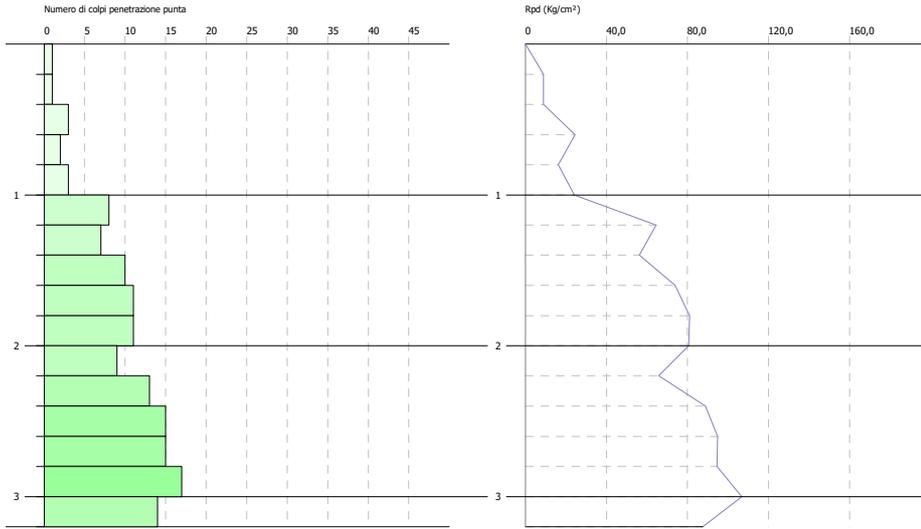
1	0,00 40,00	suolo con argilliti alterate sciolto - SPT 2
2	40,00 120,00	argilliti e calcilutiti mediamente alterate e moderatamente compatte - SPT 22
3	120,00 160,00	argilliti e calcilutiti mediamente alterate e moderatamente compatte - SPT 25
4	160,00 200,00	argilliti e calcilutiti non alterate e molto compatte - SPT RIF.

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.5
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Idrogeo srl
 Descrizione:
 Località: Montauto

Data: 22/10/2020

Scala 1:50



Interpretazione Stratigrafica

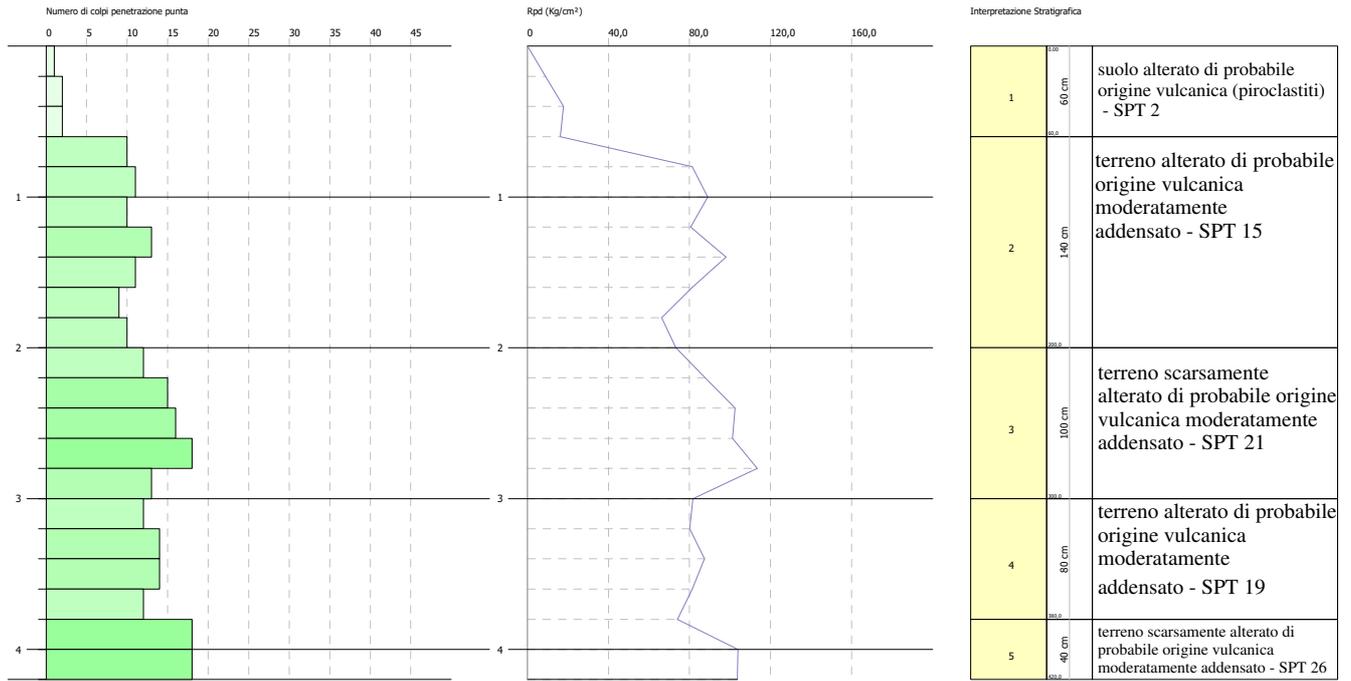
1	0.00 - 40.00 cm	suolo argilloso con elementi litici arenacei sciolti SPT 1
2	40.00 - 60.00 cm	argille con frequenti arenarie poco compatte - SPT 4
3	60.00 - 120.00 cm	arenaria alterata con livelli di argilla moderatamente addensata - SPT 13
4	120.00 - 300.00 cm	arenaria scarsamente alterata con livelli di argilla moderatamente addensata SPT 22

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.6
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Idrogeo srl
 Descrizione:
 Località: Montauto

Data: 22/10/2020

Scala 1:50

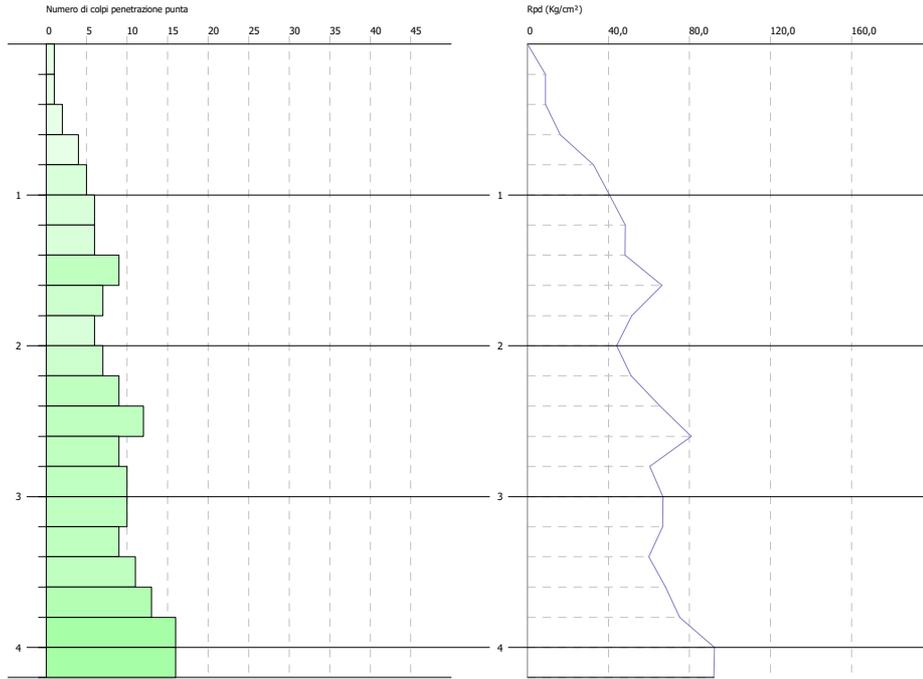


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.7
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Idrogeo srl
 Descrizione:
 Località: Montauto

Data: 22/10/2020

Scala 1:50



Interpretazione Stratigrafica

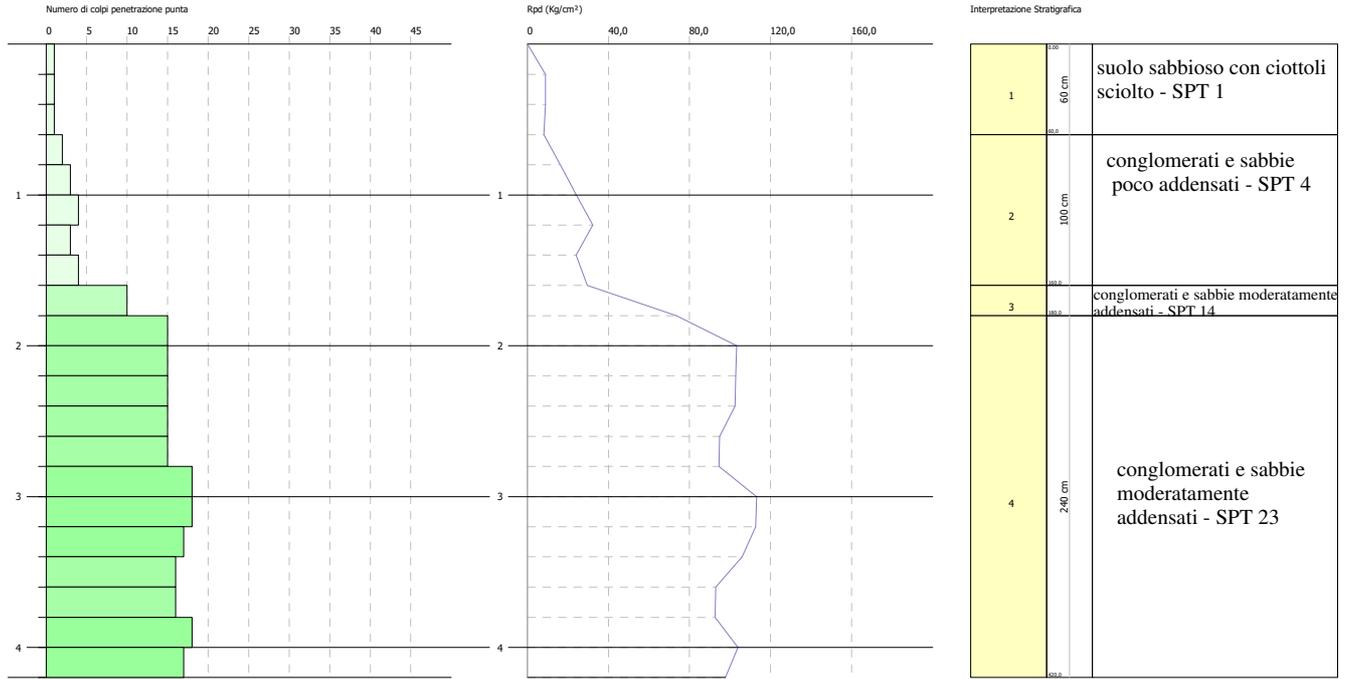
1	0.00 - 30.00 cm	suolo sabbioso con ciottoli sciolto - SPT 2
2	30.00 - 45.00 cm	conglomerati e sabbie poco addensati - SPT 6
3	45.00 - 120.00 cm	conglomerati e sabbie moderatamente addensati - SPT 10
4	120.00 - 150.00 cm	conglomerati e sabbie moderatamente addensati - SPT 15
5	150.00 - 160.00 cm	conglomerati e sabbie moderatamente addensati - SPT 23

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.8
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Idrogeo srl
 Descrizione:
 Località: Montauto

Data: 22/10/2020

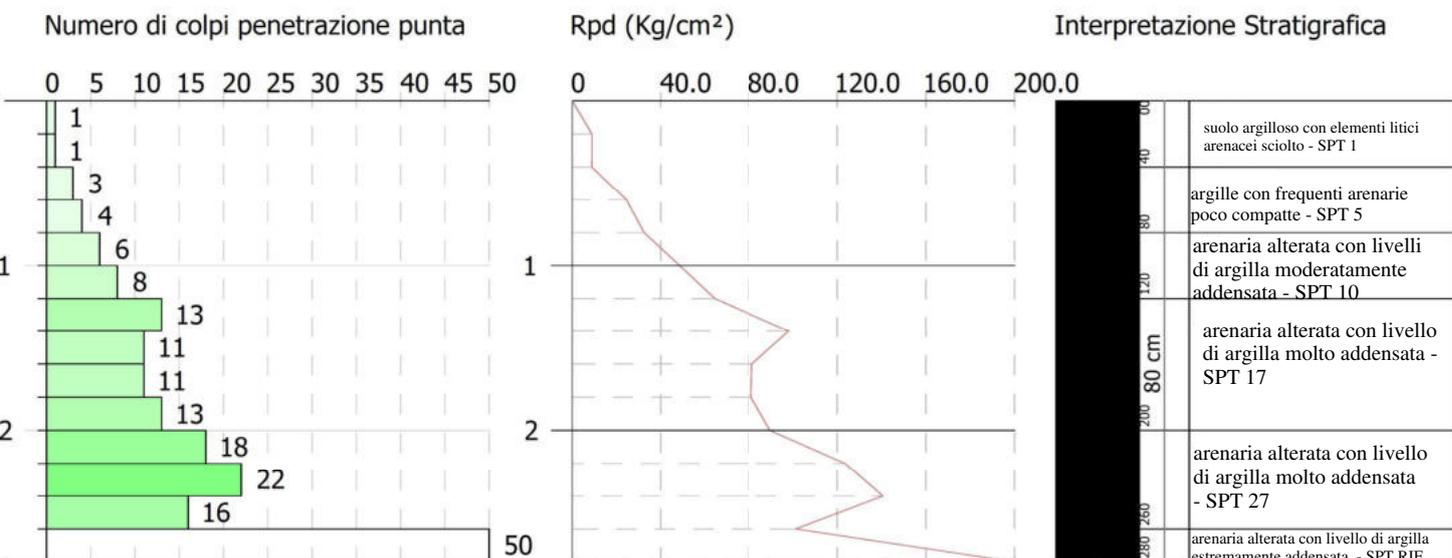
Scala 1:50



Committente: Idrogeo srl
 Descrizione:
 Località: Montauto

22/10/2020

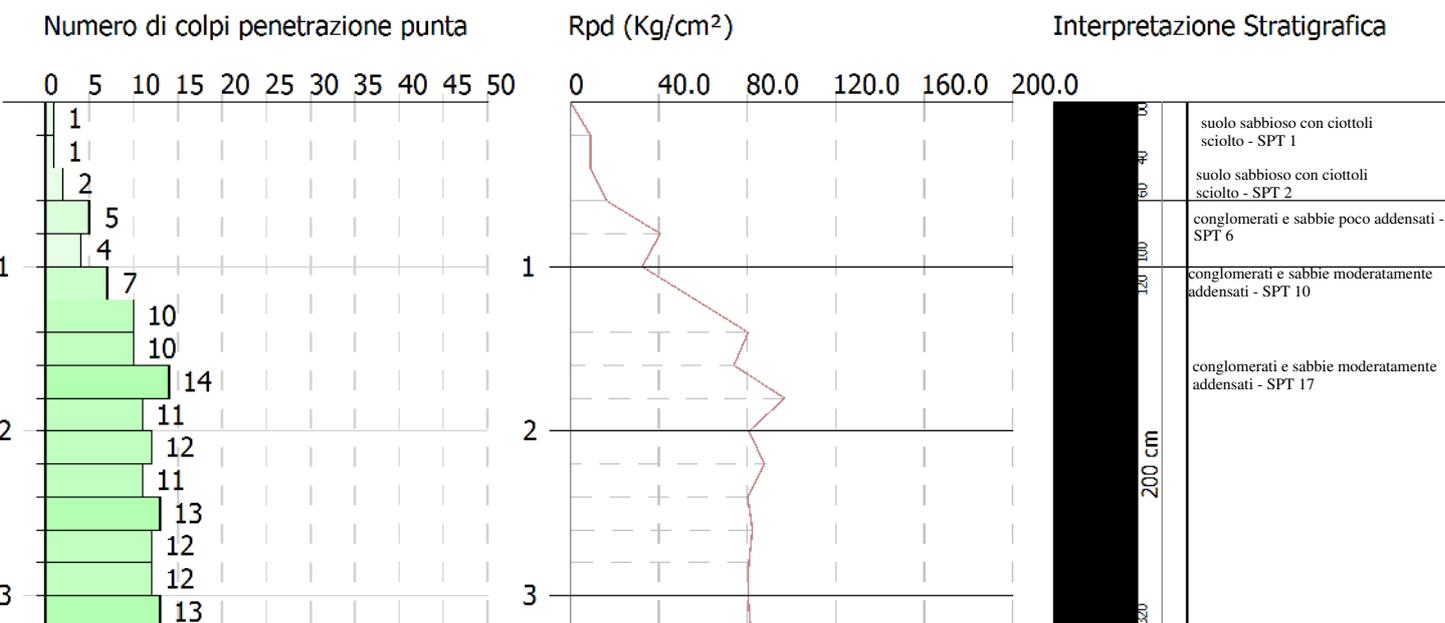
Scala 1:50



Committente: Idrogeo srl
 Descrizione:
 Località: Montauto

22/10/2020

Scala 1:50



ALLEGATO 2
Indagine sismica M.A.S.W.

COMUNE DI MANCIANO
Loc. Montauto

INDAGINE MASW

Committente: Idrogeo Service

Ottobre 2020

COMUNE DI MANCIANO

Loc. Montauto

INDAGINE GEOFISICA MASW

1. PREMESSA

Su incarico della Soc. Idrogeo Service, la Gamma Geoservizi S.r.l. ha condotto un'indagine geofisica in due aree in loc. Montauto nel comune di Manciano (Gr).

Sull'area sono stati realizzati due stendimenti di sismica sul quale sono stati acquisiti segnali per la definizione della V_{s30} ed della $V_{s\text{ equ}}$ con metodologia di analisi MASW (vedi **Figura 1**).

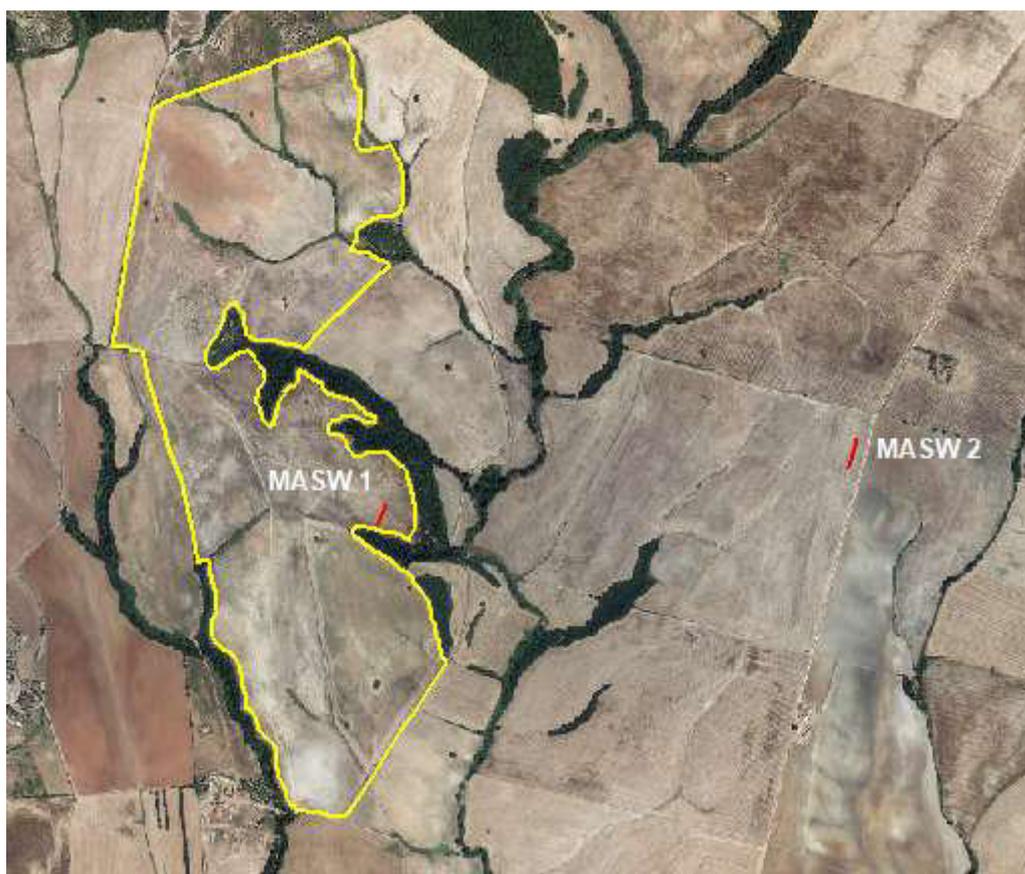


Figura 1: Ubicazione foto aerea.

2. INDAGINE MASW

L'indagine eseguita è articolata in:

-Realizzazione di n° 2 stendimenti sismici dove sono stati acquisiti i segnali delle onde superficiali per la definizione del profilo di Vs30 e della $V_{s\text{equ}}$ con prospezione MASW con passo intergeofonico di 1 m. Per la realizzazione degli stendimenti (vedi **Figura 2** e **Figura 3**) infatti si è tenuto conto delle finalità dell'indagine e delle condizioni logistiche dell'area (spazio disponibile e fattibilità dello stendimento).



Figura 2: Documentazione fotografica indagine geofisica_MASW 1.



Figura 3: Documentazione fotografica indagine geofisica_MASW 2.

L'array degli stendimenti presentano le seguenti caratteristiche:

- Lunghezza stendimento 12 m
- distanza intergeofonica di metri 1 m
- n. geofoni = 12

3. STRUMENTAZIONE E PROGRAMMI DI ELABORAZIONE

La strumentazione utilizzata per realizzare la campagna geofisica è costituita da:

- Sismografo PASI Mod. 16SG24 a 24 canali con convertitore analogico-digitale a 24 Bit;
- Un sistema di amplificatori e filtri multicanale per migliorare il rapporto segnale/rumore;
- Cavi di collegamento della strumentazione schermati con attacchi ogni 7 m;
- 24 rilevatori di movimento del terreno (geofoni) per le onde P;
- Rotelle metriche metalliche utilizzate per posizionare i geofoni alle distanze prestabilite e per localizzare le distanze dei vari scoppi;

- Sorgente di energia costituita da una mazza di battuta kg 8 che batte su una piastra collegata al trigger del sismografo, che ci consente di aumentare il rapporto segnale / rumore sommando più battute;
- Piattello di battuta in alluminio.

4. ANALISI MASW

Sull'area di studio sono state realizzate n°2 indagini sismiche con acquisizione in tecnica MASW, finalizzata alla stima della velocità di propagazione delle onde sismiche nei primi 30 m di suolo (V_{s30}) sul sito di indagine ed al valore della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio $V_{s,eq}$ (in m/s).

Nelle prospezioni eseguite sono stati realizzati due stendimenti a 12 geofoni da 4,5 Hz con distanza intergeofonica di 1,0 metri.

L'utilizzo di geofoni a bassa frequenza (4,5 Hz) serve a caratterizzare in profondità per evitare eccessivo abbattimento delle ampiezze.

Sono state realizzate acquisizioni con punti di energizzazione posti a distanze diverse seguendo un criterio geometrico; le acquisizioni sono state realizzate sia sul lato sinistro dello stendimento sismico (esterne al geofono 1) che sul lato destro (esterne al geofono 24) con tecnica stacking per sommare algebricamente i segnali ottenuti cercando di rendere in tal modo la potenza del segnale superiore a quella del rumore di fondo.

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves), è una tecnica di indagine non invasiva, che consente la definizione del profilo di velocità delle onde di taglio V_s , basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi geofoni (in questa prospezione sono stati utilizzati 12 geofoni da 4,5 Hz) posti sulla superficie del suolo.

Durante l'indagine sono stati acquisiti ed analizzati i segnali relativi alle onde di Rayleigh.

Il contributo predominante delle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh (descritta in **Figura 4**), la cui velocità è strettamente correlata con la rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde.

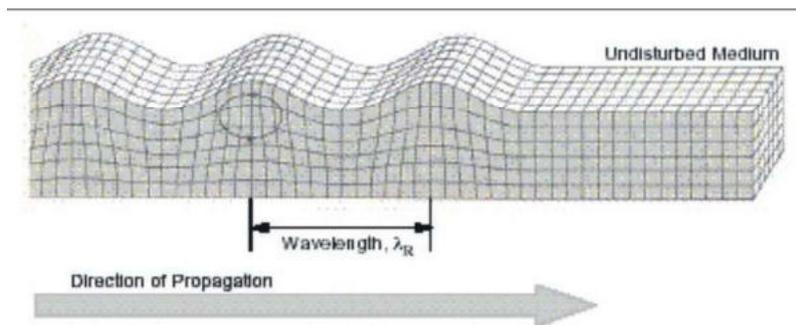


Figura 4: Onda di Rayleigh sulla superficie libera di un semispazio omogeneo.

La natura dispersiva delle onde superficiali implica che onde ad alta frequenza, quindi con lunghezza d'onda ridotta, si propagano negli strati più superficiali e danno di conseguenza informazioni relative alla parte più superficiale del sottosuolo; viceversa onde con bassa frequenza, si propagano in strati a maggior profondità di cui forniranno le relative informazioni sulle velocità di propagazione a tali profondità.

L'elaborazione dei dati è stata implementata attraverso l'analisi congiunta delle onde di Rayleigh e di Love con l'ausilio del programma win MASW Academy 2018.

Il metodo d'interpretazione si sviluppa in due fasi:

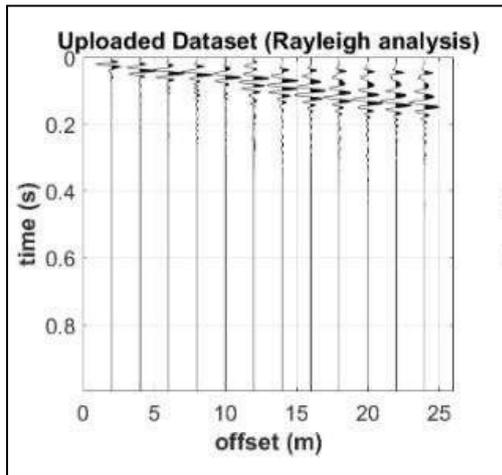
- Determinazione degli spettri di velocità sui quali valutare un modello di riferimento attraverso la modellazione diretta per la generazione ed il calcolo dei sismogrammi sintetici;
- Inversione dello spettro di velocità attraverso l'utilizzo di algoritmi genetici.

4.1 ANALISI E RISULTATI CONSEGUITI

Fase 1 - Determinazione dello spettro di velocità.

In prima analisi sono stati studiati tutti i dataset di campagna per verificare la qualità delle tracce e degli spettri risultanti (riportati nelle **Figure 5 e 6**). Dopo questa prima fase di "scrematura", abbiamo elaborato i segnali della componente radiale delle Onde di Rayleigh ed ottenuto gli spettri corrispondenti.

MASW 1



MASW 2

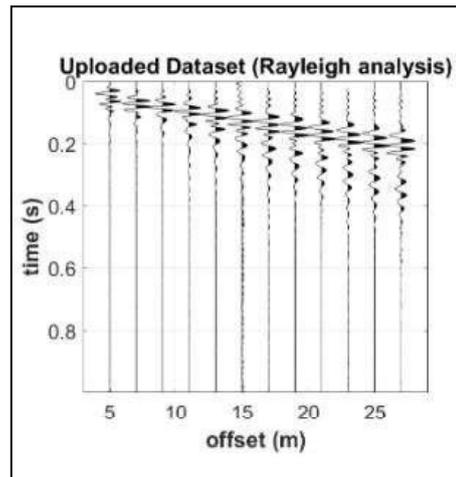


Figura 5: Tracce del segnale acquisito, onde Rayleigh componente radiale MASW 1 (sulla sx), MASW 2 (sulla dx).

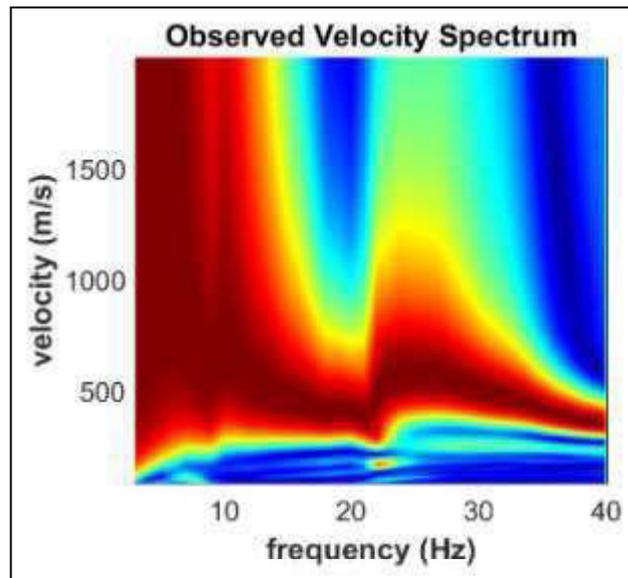


Figura 6a: Spettro di coerenza, onde Rayleigh componente radiale MASW 1.

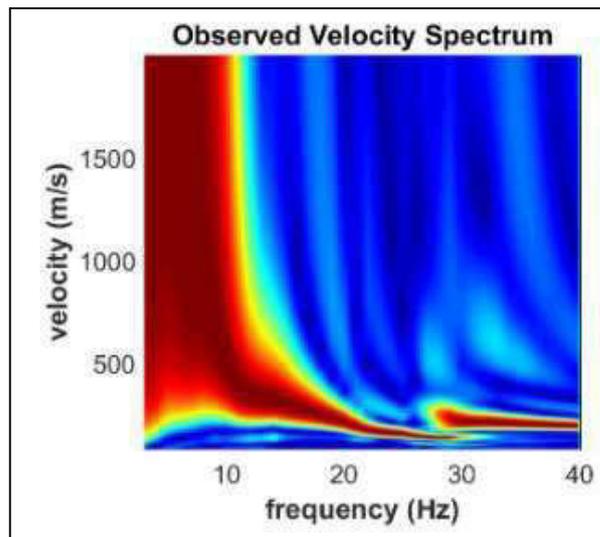


Figura 6b: Spettro di coerenza, onde Rayleigh componente radiale MASW 2.

Fase 2 - Inversione attraverso il metodo FVS

Una volta definito lo spettro si è proceduto alla fase di inversione settando i parametri richiesti dal software per lo sviluppo dei modelli attraverso gli algoritmi genetici.

A questo punto, lo spettro di dispersione deve essere confrontato con quello relativo ad un modello sintetico che verrà successivamente alterato in base alle differenze riscontrate tra i due, fino ad ottenere un modello sintetico a cui è associato uno spettro sintetico approssimativamente coincidente con lo spettro sperimentale. Questa delicata fase di interpretazione è comunemente detta fase di inversione.

In questo caso abbiamo fatto un'inversione congiunta gli spettri ottenuti con le onde Rayleigh.

Al termine delle operazioni di calcolo descritte, si ottiene un modello del profilo di velocità delle onde di taglio verticali Vs nei primi 30 metri di sottosuolo.

Di seguito si riporta l'output delle varie fasi di interpretazione dei dati di campagna (Figure 7 e 8), utilizzando il software winMASW academy 2018.

MASW 1

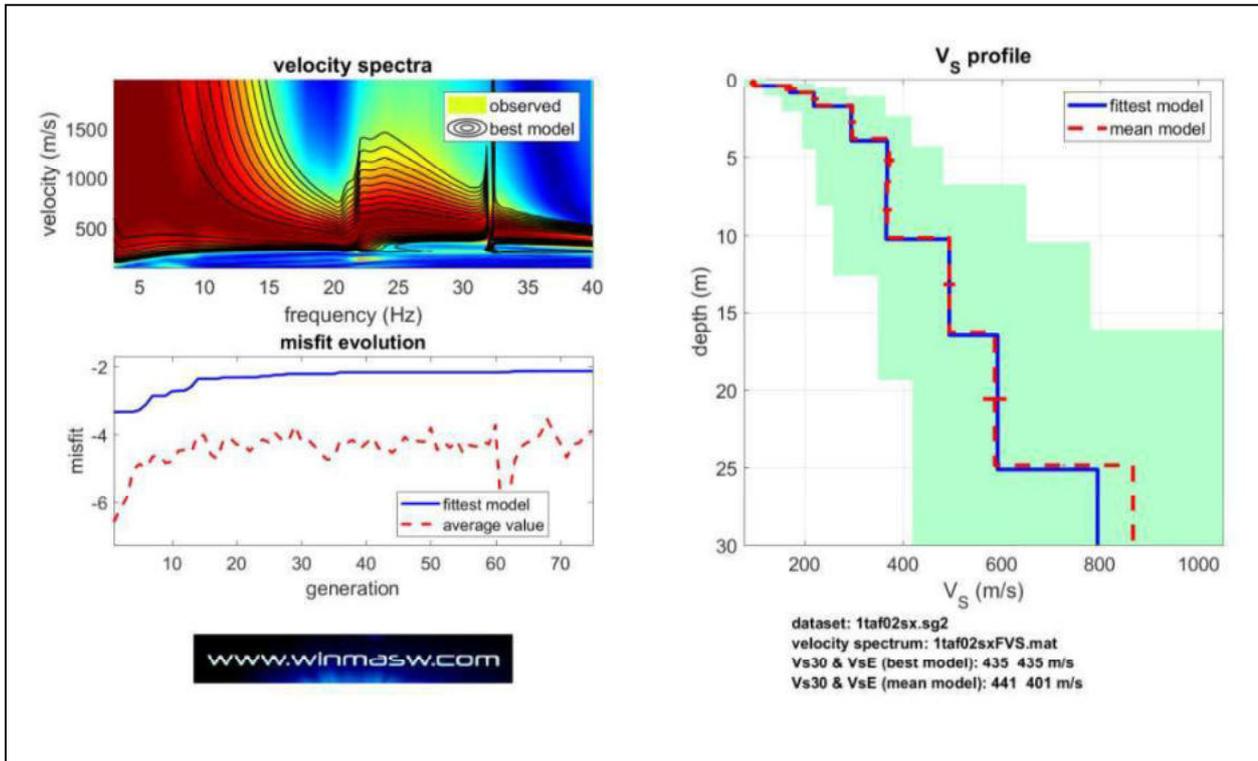


Figura 7: Risultati elaborazione MASW 1.

Modello migliore MASW 1

Vs (m/s): 96, 170, 219, 295, 368, 366, 494, 592, 795, 896, 1380, 3391

Thickness (m): 0.4, 0.4, 0.9, 2.2, 2.7, 3.6, 6.3, 8.6, 49.7, 80.5, 237.1

Vp (m/s): 260, 284, 964, 1465, 1399, 689, 1194, 3610, 1342, 1436, 2183, 5284

Poisson: 0.42 0.22 0.47 0.48 0.46 0.30 0.40 0.49 0.23 0.18 0.17 0.15

Vs E ricavata dalla MASW	velocità	categoria suolo
	435 m/sec	B

MASW 2

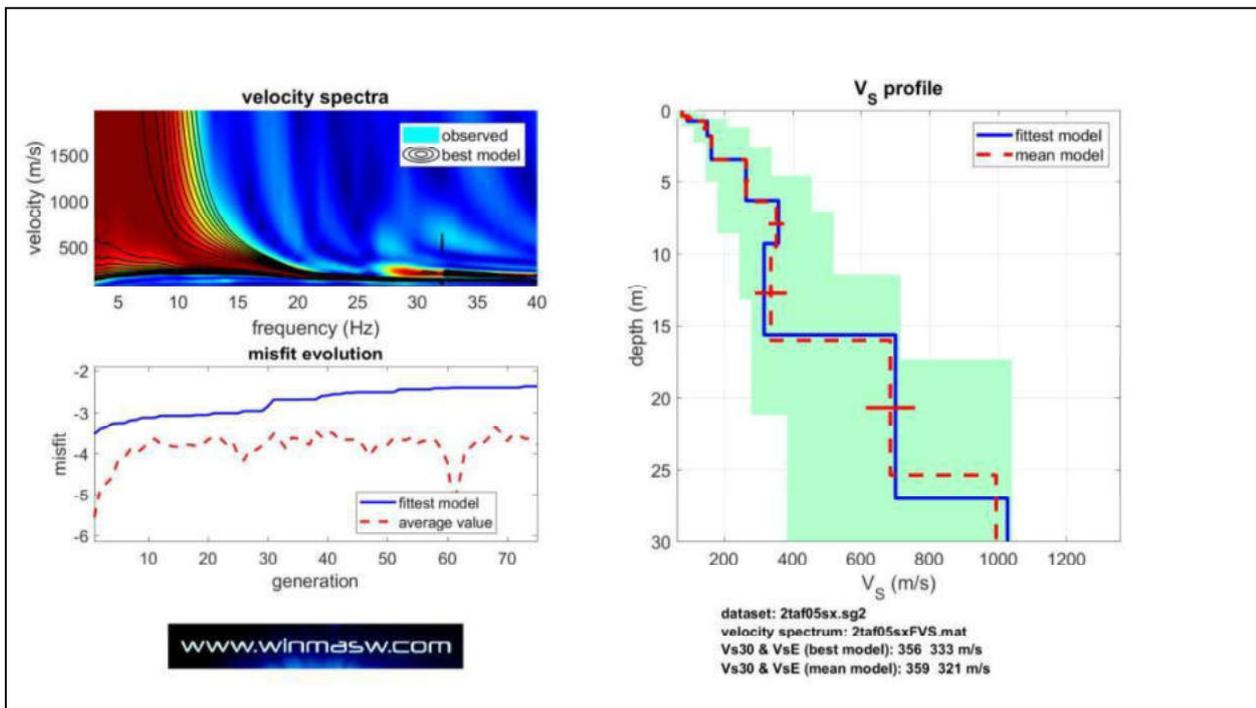


Figura 8: Risultati elaborazione MASW 2.

Modello migliore MASW 2

Vs (m/s): 78, 93, 151, 163, 264, 359, 317, 701, 1028, 1183, 1927, 2977

Thickness (m): 0.4, 0.4, 1.0, 1.7, 2.8, 3.0, 6.4, 11.4, 52.9, 107.2, 189.8

Vp (m/s): 327, 169, 1952, 786, 566, 705, 937, 1681, 1749, 1844, 3003, 4640

Poisson: 0.47 0.28 0.50 0.48 0.36 0.32 0.44 0.39 0.24 0.15 0.15 0.15

Vs E ricavata dalla MASW	velocità	categoria suolo
	321 m/sec	C

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{S,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

con:

h_i spessore dell'i-esimo strato;

$V_{S,i}$ velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;

N numero di strati;

H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da VS non inferiore a 800 m/s

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S,eq}$ è definita dal parametro $VS,30$, ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

A: Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.

B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

C: Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

D: Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.

E: Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.