

# COMUNI DI TORRE SANTA SUSANNA-MESAGNE-ERCHIE

## PROVINCIA DI BRINDISI



PROGETTO

**Ingveprogetti** s.r.l.s.

via Geofilo n.7-72023, Mesagne (BR)  
email: info@ingveprogetti.it

RESPONSABILE DEL PROGETTO  
Ing. Giorgio Vece

**COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE FOTOVOLTAICA DENOMINATO "SPARPAGLIATA", DELLE OPERE ED INFRASTRUTTURE CONNESSE, SITO NEI COMUNI DI TORRE SANTA SUSANNA, MESAGNE E ERCHIE (BR), CON POTENZA NOMINALE PARI A 30.000,00 KWN E POTENZA DI PICCO PARI A 33.888,78 KWP.**

### Oggetto: Relazione Geologica-Idrogeologica

**ELABORATO:**

C9DVVB4\_RelazioneGeologica\_Rev2

**Il Tecnico:**

Dott. Geologo Dario Fischetto

**TIMBRO E FIRMA**



**STATO DEL PROGETTO**

**PROGETTO DEFINITIVO PER V.I.A.**

N.	DATA	DESCRIZIONE	VERIFICATO	APPROVATO
00	AGOSTO 2020	Prima emissione	Ing. Giorgio Vece	
01	NOVEMBRE 2020	Integrazione	Ing. Giorgio Vece	
02	MARZO 2021	Integrazione	Ing. Giorgio Vece	

# PowerTis

Luminora Sparpagliata S.r.l  
Via Venti Settembre 1, 00187 Roma  
C.F. e P.IVA 15954411003

# INDICE

1. PREMESSA .....	3
2. RIFERIMENTI NORMATIVI.....	4
3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA INVESTIGATA.....	5
4. INQUADRAMENTO MORFOLOGICO E GEOLITOLOGICO .....	7
4.1 ASSETTO GEOLOGICO.....	7
4.2 ASSETTO GEOLOGICO LOCALE .....	11
4.3 ASSETTO MORFOLOGICO .....	11
4.4 ASSETTO MORFOLOGICO .....	12
4.4.1 Area campi fotovoltaici .....	12
4.4.1.1 Lotto 1 .....	12
4.4.1.2 Lotto 2 .....	13
4.4.1.3 Lotto 3 .....	14
4.4.1.4 Lotto 4 .....	14
4.4.1.5 Lotto 5 .....	15
4.4.2 Area sottostazione .....	16
5. IDROGRAFIA ED IDROGEOLOGIA DELL'AREA INDAGATA .....	18
5.1 LINEAMENTI IDROGEOLOGICI REGIONALE .....	18
5.2 LINEAMENTI IDROGRAFICI DELL'AREA INDAGATA.....	19
5.3 LINEAMENTI IDROGEOLOGICI DELL'AREA INDAGATA .....	20
6. PERICOLOSITA' GEOLOGICHE, ASSETTO IDROGEOLOGICO ED IDROGRAFICO.....	22
6.1 VALUTAZIONE VINCOLO IDROGRAFICO .....	24
6.2 VALUTAZIONE PERICOLOSITA' IDRAULICA E GEOMORFOLOGICA.....	24
7. COMPATIBILITA' DELLE PREVISIONI PROGETTUALI CON LE CODIZIONI GEOMORFOLOGICHE DEL TERRITORIO .....	30
7.1 IMPIANTO FOTOVOLTAICO .....	30
7.2 OPERE DI CONNESSIONE .....	31
7.3 CABINA DI CONSEGNA/SOTTOSTAZIONE.....	32
7.4 CONCLUSIONI.....	32
8. INDAGINI GEOGNOSTICHE .....	33
9. DEFINIZIONE CATEGORIE DI SOTTOSUOLO, CONDIZIONI TOPOGRAFICHE E PARAMETRI SISMICI LOCALI .....	36
9.1 DEFINIZIONE CATEGORIA DI SOTTOSUOLO .....	39

9.1.1 Definizione categoria di sottosuolo locale .....	40
9.1.1.1 Area interessata dalla realizzazione del campo fotovoltaico.....	43
9.1.1.2 Area interessata dalla realizzazione della cabina di consegna/sottostazione .....	52
9.2 CONDIZIONI TOPOGRAFICHE .....	54
9.2.1 Definizione condizioni topografiche locali .....	54
9.3 PARAMETRI E COEFFICIENTI SISMICI LOCALI .....	55
9.3.1 Area interessata dalla realizzazione del campo fotovoltaico.....	55
9.3.2 Area interessata dalla realizzazione della cabina di consegna/sottostazione .....	60
10. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI DEPOSITI INDAGATI.....	61
10.1 SISMICA A RIFRAZIONE.....	61
10.2 RISULTANZE INDAGINI.....	65
10.2.1 Indagine n° 1 (LOTTO SP_1).....	65
10.2.2 Indagine n° 2 (LOTTO SP_2 assimilato al LOTTO SP_3 per conformazione geo-litologica- morfologica) .....	75
10.2.3 Indagine n° 3 (LOTTO SP_4 assimilato al LOTTO SP_5 per conformazione geo-litologica- morfologica) .....	85
10.1 DINAMIC PROBING SUPER HEAVY (DPSH) .....	95
11. PARAMETRI GEOTECNICI DEI DEPOSITI INDAGATI.....	103
12. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE .....	107

## 1. PREMESSA

La **POWER TIS S.r.l.** (P. Iva: 15448121002) con sede in Roma alla via XX Settembre civ. 1, ha affidato allo scrivente Geologo dott. Dario FISCHETTO, iscritto all'Ordine Regionale dei Geologi di Puglia con il N° 475 con studio in Brindisi (BR) al Corso Garibaldi civ. 27, l'incarico di effettuare uno studio geologico-geotecnico preliminare sui terreni interessati dalla *"realizzazione di impianto di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica denominato "SPARPAGLIATA", delle recinzioni e relative opere di connessione fino alla più vicina cabina MT di consegna"*.

Il progetto da realizzarsi su aree agricole entro i territori dei comuni di Torre Santa Susanna, Mesagne ed Erchie nella provincia di Brindisi su una superficie di circa mq 580.591,00 come di seguito sintetizzato:

- Generatore fotovoltaico, che a sua volta si articola in 5 lotti di impianto:
  1. Lotto SP\_1 (potenza DC 11.727,18 KWp, potenza AC 10.350,00 KWn, numero tracker 381)
  2. Lotto SP\_2 (potenza DC 2.277,72 KWp, potenza AC 2.050,00 KWn, numero tracker 74)
  3. Lotto SP\_3 (potenza DC 4.124,52 KWp, potenza AC 3.600,00 KWn, numero tracker 134)
  4. Lotto SP\_4 (potenza DC 1.138,86 KWp, potenza AC 1.000,00 KWn, numero tracker 37)
  5. Lotto SP\_5 (potenza DC 14.620,50 KWp, potenza AC 13.000,00 KWn, numero tracker 475)
- Cavidotto di connessione, realizzato in cavidotto interrato con cavo isolato in XLPE tipo cordato ad elica visibile
- N° 2 Cabine di Sezionamento, di tipo unificato ENEL, realizzate al fine di rendere meglio gestibili sicurezza e manutenzione, ubicate entrambe nel comune di Erchie.
- Stazione di elevazione 150/20 kV, localizzata nel comune di Erchie.

Lo studio dell'area che sarà interessata dai lavori per la realizzazione del parco fotovoltaico ed annessa stazione di utenza (le aree interessate dai diversi lotti si sviluppano senza soluzione di continuità), secondo quanto previsto dal D.M. 14.01.2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni" come aggiornate dal D.M. 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni", è finalizzato alla definizione:

- a. della caratterizzazione e modellazione geologica al fine della ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio indagato onde verificare la fattibilità tecnica delle opere in progetto;
- b. della caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni indagati, definire il modello geotecnico e la categoria sismica di sottosuolo ed i parametri e coefficienti sismici locali.

L'indagine, svolta in conformità alle normative tecniche vigenti, è stata articolata nelle seguenti fasi di studio:

- raccolta e consultazione della documentazione geologica e geomorfologica esistente relativa a studi ed analisi effettuate nella stessa area, in aree limitrofe o in situazioni del tutto analoghe;
- raccolta ed analisi accurata della cartografia dell'area;

- rilievi di superficie, effettuati allo scopo di definire le forme e l'estensione delle strutture di superficie e di descrivere l'idrografia superficiale (Rilievo geomorfologico), di riconoscere l'estensione areale ed i limiti dei litotipi presenti nell'area (Rilievo geolitologico), di individuare eventuali strutture di tipo fragile e di tipo duttile (Rilievo geologico - strutturale);
- campagna di indagine di prospezione geologica e sismica dei terreni eseguita dallo scrivente, in relazione alle caratteristiche tecnico-dimensionali delle opere in progetto, della complessità geologica e della vulnerabilità ambientale del sito, per mezzo di:
  - ✓ n° 2 Prove Penetrometriche Dinamiche Super Pesanti (DYNAMIC PROBING SUPER HEAVY),
  - ✓ n° 3 stendimenti sismici in onda S a tecnica MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves),
  - ✓ n° 3 stendimenti sismici in onda S a tecnica RE.MI. (Refraction Microtremor),
  - ✓ n° 3 stendimenti sismici tomografici a rifrazione in onda P (Rifrazione);
 all'interno delle aree interessate dalla realizzazione dei campi fotovoltaici;
  - ✓ n° 2 Prove Penetrometriche Dinamiche Super Pesanti (DYNAMIC PROBING SUPER HEAVY),
  - ✓ n° 1 stendimento sismico in onda S a tecnica MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves),
  - ✓ n° 1 stendimento sismico in onda S a tecnica RE.MI. (Refraction Microtremor),
 all'interno dell'area interessata dalla realizzazione della cabina di consegna/sottostazione;
- elaborazione dei dati e stesura della presente relazione geologico – tecnica.

La Committenza, con la presente e con quanto altro dovesse rendersi necessario, intende adempiere alle prescrizioni legislative in vigore secondo la prassi corrente.

## **2. RIFERIMENTI NORMATIVI**

- D.M. 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni".
- Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.
- D.M. 14.01.2008 – "Norme Tecniche per le Costruzioni".
- D.M. 11.03.1988 - "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione", applicabile per le costruzioni di tipo 1 e 2 e Classe d'uso I e II, limitatamente a siti ricadenti in Zona 4 (CAPITOLO 2.7 del D.M. 14.01.2008).
- Legge Regionale 9 dicembre 2002, n. 19 "Istituzione dell'Autorità di bacino della Puglia"
- Piano di Bacino Stralcio Assetto Idrogeologico (PAI) approvato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino con delibera n° 39 della seduta del 30.11.2005 e relative Norme Tecniche di Attuazione
- D.M. 25 ottobre 2016 "Disciplina dell'attribuzione e del trasferimento alle Autorità di bacino distrettuali del personale e delle risorse strumentali, ivi comprese le sedi, e finanziarie delle Autorità di bacino, di cui alla legge 18 maggio 1989, n. 183.

### 3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA INVESTIGATA

L'area interessata dalla realizzazione dell'impianto in progetto, ubicata nella Provincia di Brindisi a cavallo dei territori comunali di Torre Santa Susanna, Mesagne ed Erchie, è cartografata nel II quadrante del foglio n° 203 della Carta Geologica d'Italia scala 1:100.000 denominata "Brindisi" più precisamente sulle tavolette I.G.M. scala 1:25.000 N.O. denominata "Torre Santa Susanna" e S.O. denominata "Avetrana" (Tav. 1 Ortofoto dell'area oggetto dell'intervento progettuale e Tav. 2 "Corografia dell'area indagata" allegata in calce alla presente relazione).

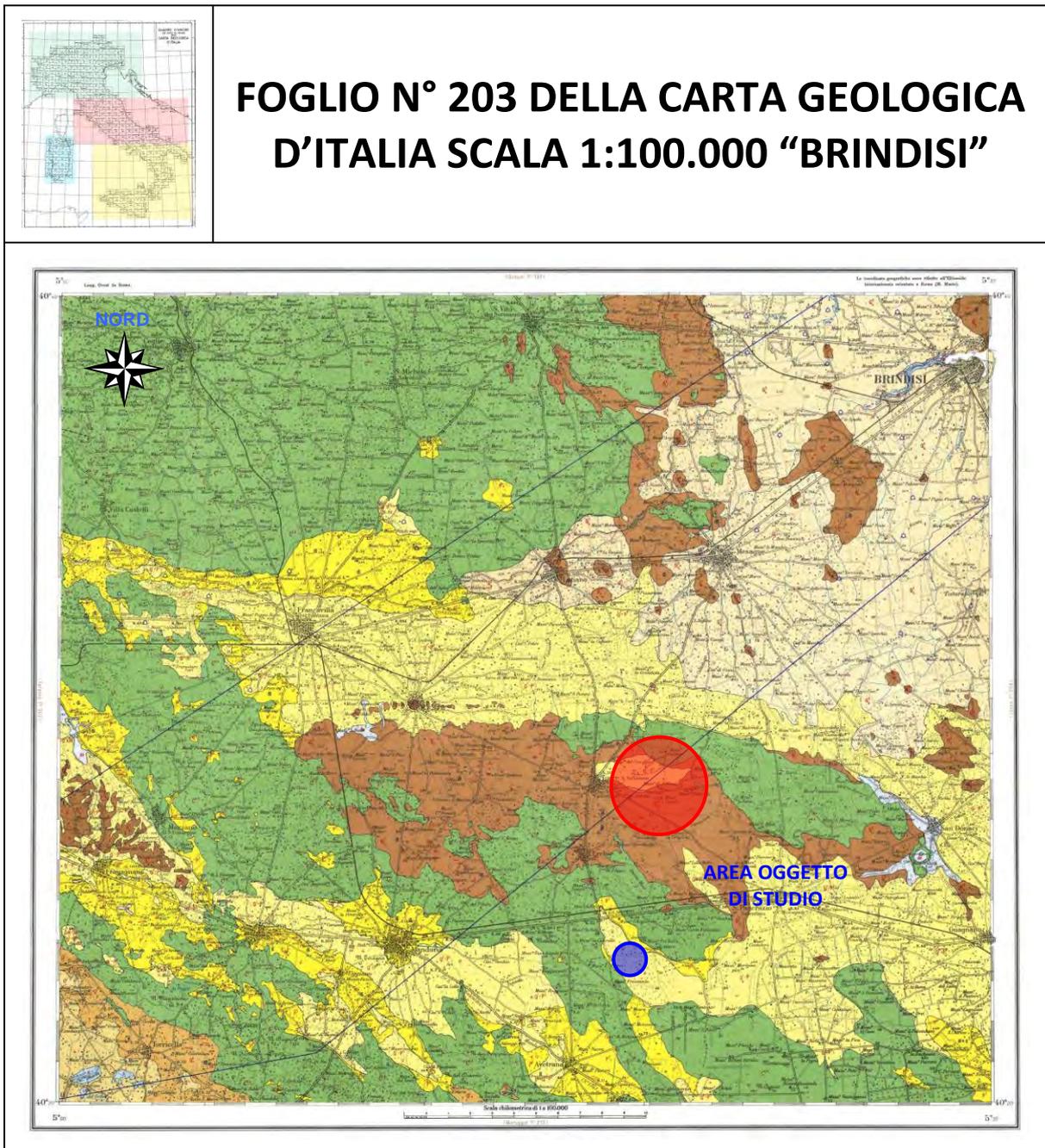


FIG. 3.1: Foglio n° 203 della Carta D'Italia Scala 1:100.000 "BRINDISI" - Ubicazione dell'area indagata



Area interessata dall'impianto



Area interessata dalla sottostazione

**LEGENDA:**



Depositi eluviali principali e di "terra rossa".



Sabbie, sabbie argillose e limi grigi lagunari-palustri recenti.



Sabbie argillose giallastre, talora debolmente cementate, in strati di qualche cm. di spessore, che passano inferiormente a sabbie argillose e argille grigio-azzurre (q<sub>2</sub>); spesso l'unità ha intercalati banchi arenacei e calcarenitici ben cementati (q<sub>1</sub>). Nelle sabbie più elevate si notano talora *Cassidulina laevigata* D'ORB., *carinata* SILV., *Bulinina marginata* D'ORB., *Ammonia beccarii* (LIN.), *Ammonia perlucida* (HER. ALL. EARL.) (PLEISTOCENE). Nelle sabbie argillose ed argille sottostanti, accanto a *Arctica islandica* (LIN.), *Chlamys septemradiata* MULL. ed altri molluschi, sono frequenti *Hyalina balthica* (SCHR.), *Cassidulina laevigata* D'ORB., *carinata* SILV., *Bulinina marginata* D'ORB., *Bolivina catanensis* SEG. (CALABRIANO). FORMAZIONE DI GALLIPOLI.



(q<sup>1</sup>) Calcareniti e calcari tipo panchina, con ricca fauna non indicativa a *Elphidium crispum* (LIN.), *Bulinina marginata* D'ORB., *Cassidulina laevigata* D'ORB. var. *carinata* SILV., *Uvigerina peregrina* CUSH., *Sphaeroidina bulloides* D'ORB., *Cibicides bouanensis* (D'ORB.), *Cibicides floridanus* (CUSH.). In trasgressione su (q<sup>1</sup>), oppure sulle formazioni cretetiche. In base ai rapporti stratigrafici, questo livello è attribuibile al Pleistocene.

Livelli appartenenti alle CALCARENITI DEL SALENTO, aventi le seguenti caratteristiche:



(q<sup>3</sup>) Sabbie calcaree poco cementate, con intercalati banchi di panchina; sabbie argillose grigio-azzurre. Verso l'alto associazione calabrona: *Hyalina balthica* (SCHR.), *Cassidulina laevigata* D'ORB. var. *carinata* SILV., *Bulinina marginata* D'ORB., *Ammonia beccarii* (LIN.) (CALABRIANO-PLIOCENE SUP.?) In trasgressione sulle formazioni più antiche.



(q<sup>4</sup>) Calcareniti, calcari tipo panchina, calcareniti argillose giallastre. Macrofauna a Coralli, Cirripedi, Molluschi, Echinidi, Crostacei tra cui *Cancer simonoidi* MEY. var. *antiatina* MAX. Microfauna ad Ostracodi e Foraminiferi: *Bulinina marginata* D'ORB., *Cassidulina laevigata* D'ORB. var. *carinata* SILV., *Discorbis orbicularis* (TERQ.), *Cibicides ungerianus* (D'ORB.), *C. lobatulus* (WALK. & JAC.), *Globigerinoides ruber* (D'ORB.), *G. succulifer* (BRADY), *Orbulina universa* D'ORB., *Hastigerina aequilateralis* (BRADY) (PLIOCENE SUP.-MEDIO?) In trasgressione sulle formazioni più antiche.

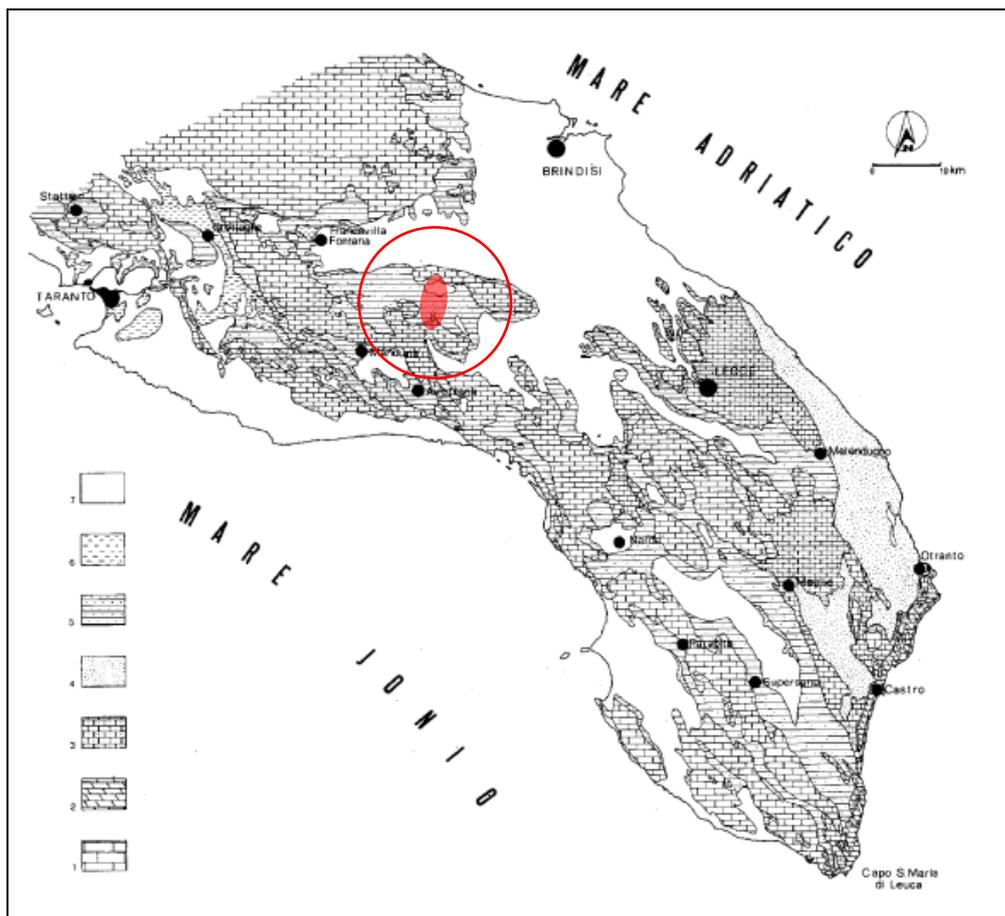
Calcari dolomitici e dolomie grigio-nocciola, a frattura irregolare, calcari grigio-chiaro. Microfossili non molto frequenti: *Thaumatoporella* sp., *Præglabotruncana stephani stephani* (GAND.), *P. stephani turbinata* (REICH.), *Rotulipora appenninica appenninica* (RENZ), *R. c. reicheli* (MORN.), *Nannoluculina* sp. (CENOMANIANO SUP. e forse TURONIANO). DOLOMIE DI GALATINA con passaggio graduale al CALCARE DI ALTAMURA (verso Nord e verso Ovest).

## 4. INQUADRAMENTO MORFOLOGICO E GEOLITOLOGICO

### 4.1 ASSETTO GEOLOGICO

L'area oggetto dell'intervento progettuale, situata nella penisola salentina è caratterizzata da una serie di "Horst" e "Graben", di varia estensione, generalmente orientati in direzione NO e SE.

In particolare, l'area rappresenta il tratto meridionale dell'altopiano delle Murge, potente complesso calcareo di età cretacea in facies di piattaforma epiocanica caratterizzata da piatti fondali e acque limpide profonde da qualche metro ad alcune decine di metri a confine con la zona centro-settentrionale della "Piana di Brindisi" (nota anche come Conca di Brindisi), una vasta depressione di origine tettonica distensiva delle rocce carbonatiche mesozoiche che, dall'entroterra intorno a Francavilla Fontana, si apre verso il mare Adriatico; tale depressione, a "gradinata", colmata dai depositi del "Ciclo della Fossa Bradanica" e dai "Depositi marini" terrazzati (Ciaranfi et al, 1992) riveste nel contesto degli eventi orogenetici cenozoici, un ruolo di avampase debolmente piegato ma in linea di massima stabile.

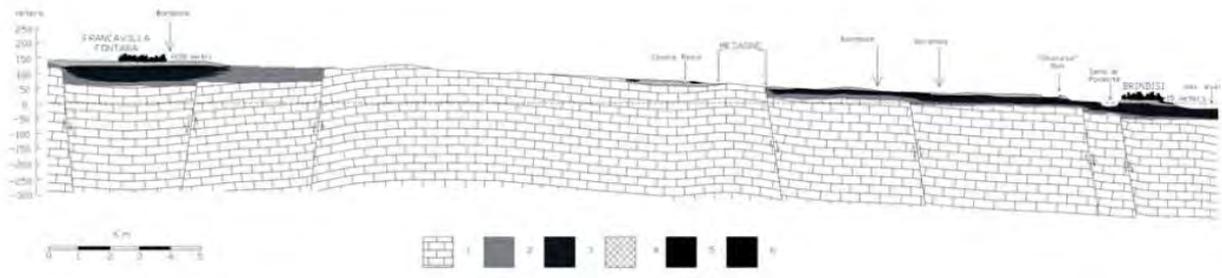


**Figura 4.1: Carta geologica schematica del Salento (da Mastronuzzi & Sansò, 1991):** 1 Calcari mesozoici; 2 Unità paleogeniche; 3 Unità mioceniche; Unità plioceniche; 5 Calcareniti di Gravina (Pleistocene inferiore); 6 Argille Subappenniniche (Pleistocene inferiore); 7 Depositi marini terrazzati (Pleistocene medio e superiore)

Come mostrato nelle Fig. 4.1 e 4.2, il substrato del territorio brindisino in esame afferisce alla formazione carbonatica nota come il *Calcarea di Altamura* (Cretaceo sup.), la quale dislocata da faglie, di direzione NO-SE ed E-O, tende a digradare verso costa, ove il tetto della formazione raggiunge profondità superiori a 40 mt dal l.m.m. (Ciaranfi et al, 1983). Essa è costituita da calcari prevalentemente micritici, talora detritici, calcari dolomitici e dolomie, organizzati in strati dello spessore variabile dal decimetro a qualche metro. L'ambiente deposizionale dei *Calcari di Altamura* corrisponde alla zona interna di una piattaforma carbonatica (laguna) caratterizzata da debole energia idrodinamica.

Questa formazione cretacea affiora diffusamente a NO della "Piana di Brindisi", ove presenta un grado di fratturazione e carsismo variabile, maggiormente intenso in corrispondenza dei principali lineamenti tettonici che dislocano il settore pugliese di esame.

Infine, la successione carbonatica cretacea è sede della cosiddetta falda profonda abbondantemente sfruttata.



**Figura 4.2: Sezione geologica**

Legenda: 1) Calcari di Altamura (Cretaceo); 2) Calcareniti di Gravina (Pliocene sup. Pleistocene inf.); 3) Argille Subappenniniche (Calabrian); 4) Depositi marini terrazzati (Pleistocene medio – sup.); 5) Calcareniti (Pleistocene medio – sup.); 6) Falda superficiale

In trasgressione sulla formazione carbonatica mesozoica, poggiano i termini inferiori del ciclo sedimentario della "Fossa Bradanica", ascrivibili alle *Calcareniti di Gravina* (Pliocene–Pleistocene inf.; Figs. 4.1 e 4.2). Esse sono formate da livelli calcarenitici e calciruditi con orizzonti a diverso contenuto fossilifero, che presentano un grado di diagenesi variabile, passando da litotipi compatti e porosi, noti come "tufi", a litotipi non litificati localmente definiti "tufine". Gli strati, orizzontali o con rara pendenza in direzione NNE, presentano degli spessori variabili da 40 cm a 2 m, talora separati tra loro da livelli riferibili a probabili regressioni marine.

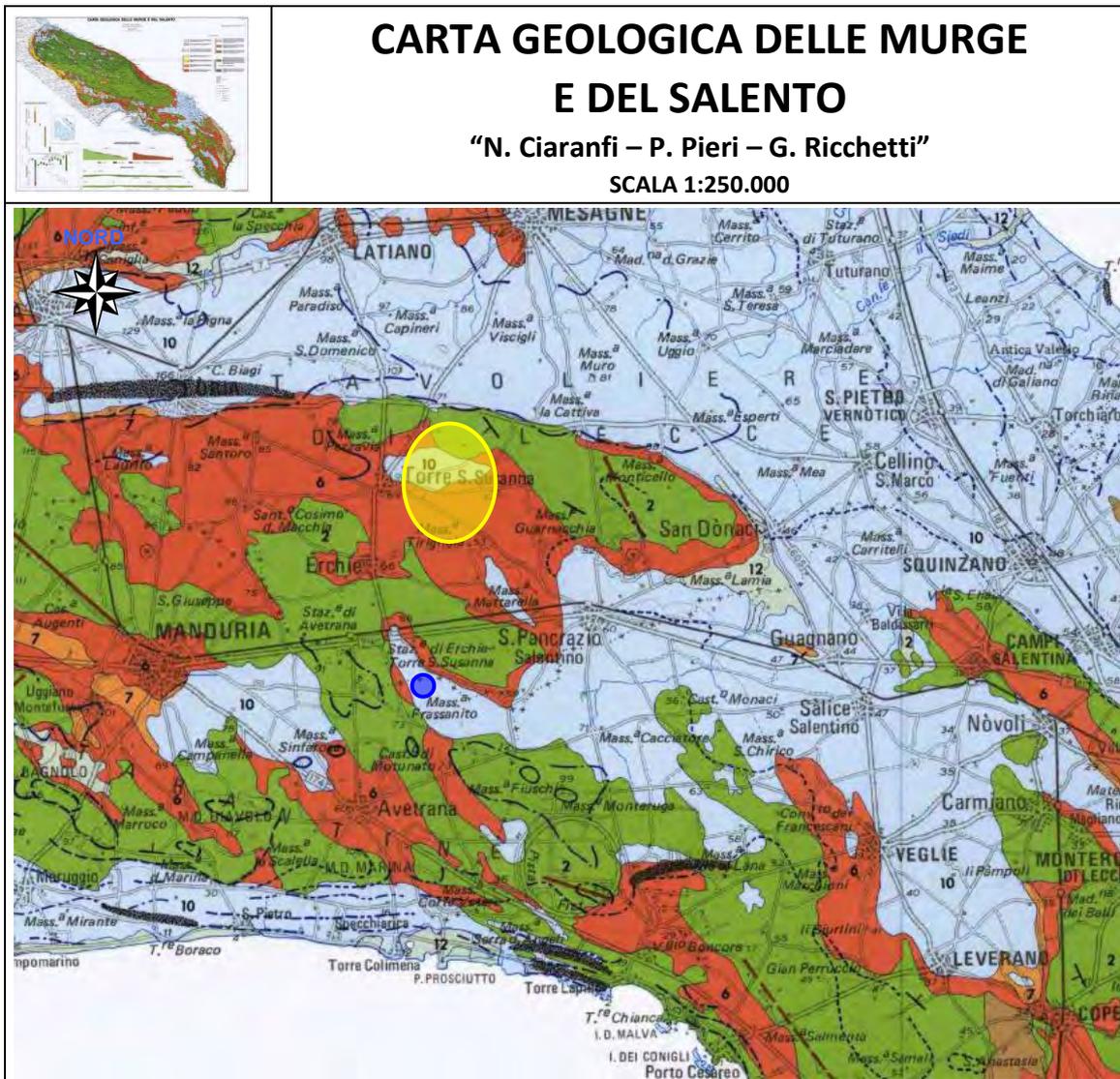
In continuità di sedimentazione, in quasi tutta l'area indagata (Fig. 4.2), sono presenti banchi non stratificati di argille grigio-azzurre (*Argille subappenniniche*; Pleistocene inf.) caratterizzati da intercalazioni di marne e/o sabbie calcaree. Incrementi di sabbia si rinvengono al letto ed al tetto di questa formazione. Il tetto delle *Argille subappenniniche*, spesso localizzato sopra il livello del mare, raggiunge, invece, profondità comprese tra 10 ÷ 20 m sotto il l.m.m. nell'area oggetto di esame e lungo quasi tutta la fascia costiera attorno alla città di Brindisi. In particolare, nel territorio esaminato, questa formazione geologica costituisce il deposito sedimentario più rilevante della "Piana di Brindisi" che tende a livellare la Piana stessa. Con spessori variabili da punto a punto della Piana di Brindisi, raggiunge i 45-50 mt nella zona di Capo Bianco lungo la linea di costa mentre tende a ridursi verso l'entroterra.

Sulle *Argille subappenniniche* giacciono i *Depositi marini terrazzati* (Pleistocene; Fig. 4.1 e 4.2) definiti dall'alternanza di livelli sabbiosi e di calcare organogeno riferibili a brevi cicli sedimentari post-calabrieri in seguito a regressione marina. I loro spessori sono limitati, comunque non eccedenti i  $20 \div 25$  m. Essi presentano giaciture sub-orizzontali e trasgressive su distinte superfici di abrasione poste a quote differenti. Queste superfici di terrazzamento sono incise sia nelle formazioni del Ciclo Bradanico sia negli stessi *Depositi marini terrazzati*. Con riferimento ai depositi marini pleistocenici, nell'intorno di Brindisi, in letteratura sono state distinte due facies principali: la prima, affiorante a sud di Brindisi, è costituita da sabbie calcaree talora argillose passanti verso il basso ad argille grigio-azzurrognole, debolmente cementate, con intercalazioni di calcare tipo "panchina"; la seconda facies, affiorante diffusamente nella piana attorno alla città di Brindisi ed a nord della stessa, è costituita da sabbie argillose e argille grigio-azzurrine, con intercalazioni di banchi calcarenitici e arenacei bioclastici.

In particolare, secondo quanto emerso dall'indagine eseguita, la prima facies è data da un'alternanza dei livelli sabbiosi e di calcare organogeno, depositatasi in un ambiente di tipo neritico-sublitorale. Essa è sede di una falda freatica che solo localmente può assumere portate significative e che il più delle volte si presenta molto scarsa o, addirittura, come semplici essudazioni. Nella porzione superiore, questa facies è costituita essenzialmente da una sabbia giallastra a grana piuttosto grossolana, indistintamente stratificata ed inglobante noduli arenacei eterometrici. Al di sotto di questa porzione sabbiosa, sono presenti banchi arenacei, spessi da 5 a 15 cm, fortemente fratturati con intercalazioni di sabbia fine, giallastra, monogranulare, dello spessore medio di 20-30 cm. Il deposito si presenta piuttosto tenace poiché i vari componenti granulometrici sono legati da un abbondante cemento calcitico e la frazione pelitica è essenzialmente costituita da minerali pesanti quali il quarzo ed i feldspati. La porzione inferiore della facies in esame è definita da bancate, leggermente più potenti, di un calcare arenaceo a grana molto fine, lastrificato ed anisotropicamente fessurato, con contenuto in sabbia variabile da strato a strato ed assenza di macrofossili. Questo calcare arenaceo risulta essere piuttosto tenace anche se è maggiore la frazione pelitica, costituita da minerali argillosi, ed è minore la percentuale di cemento di origine calcitica.

La seconda facies dei depositi marini, è rappresentata essenzialmente da terreni sciolti, costituiti da limi più o meno argillosi di colore prevalentemente marrone, sabbie più o meno limose di colore rossastro o giallognolo con frequenti inclusioni di noduli lapidei arenacei dalle dimensioni di una ghiaia.

Infine, sui *Depositi marini terrazzati* affiorano, localmente e con spessori esigui, i *Depositi recenti ed attuali* (alluvionali e costieri; Fig. 4.1 e 4.2). Essi sono costituiti da limi argillosi e/o sabbiosi, giallastri o nerastri, con intercalazioni di sostanze organiche che rappresentano il riempimento delle lagune e degli stagni costieri formatisi all'interno dei cordoni litorali, nonché da sabbie fluviali e di duna. I depositi alluvionali caratterizzano tutta la costa più meridionale del territorio di Brindisi là dove, appunto, si rinvergono aree umide.



**LEGENDA:**

- 10 Complesso di depositi di spiaggia e di piana costiera, riferibili a numerose unità litostratigrafiche terrazzate in vari ordini collegate a distinte fasi eustatico – tettoniche: sabbie, conglomerati, calcareniti e calcari coralgali. PLEISTOCENE MEDIO-SUPERIORE.
  - 2 Calcare di Altamura: successione carbonatica di piattaforma interna caratterizzata da ripetute sequenze cicliche di mare sottile (tidale, lagunare), con sedimentazione compensata da subsidenza; micriti e dolomicriti ad alche, calcareniti a foraminiferi e frequenti livelli con rudiste. CRETACEO.
  - 6 Calcareniti di Gravina: depositi calcarenitici e calciruditi in facies litorale, con foraminiferi, alghe, molluschi ed echini. PLEISTOCENE MEDIO-INFERIORE.
- Area interessata dall'impianto     
  Area interessata dalla sottostazione

Figura 4.3: Carta geologica dell'area indagata (Carta geologica delle Murge e del Salento "Ciaranfi N. – Pieri P. – Ricchetti G.")

Schematizzando pertanto la stratigrafia locale si può affermare che al di sotto di una più o meno spessa copertura vegetale di terreno alterato, si evidenziano condizioni geologiche piuttosto semplici ed uniformi; nelle sue linee essenziali lo schema stratigrafico dell'area indagata, può essere distinta, in ordine cronologico dalla più antica alla più recente, come segue:

- a. *Calcare di Altamura (Cretacico sup.: Turoniano sup. - Maastrichtiano)*

- b. *Calcareniti di Gravina (Pleistocene sup. – Pleistocene inf.)*
- c. *Argille subappenniniche (Pleistocene inf.)*
- d. *Depositi marini terrazzati (Pleistocene medio-superiore)*
  - d1. *Alternanza di livelli sabbiosi e di calcare organogeno definito "Panchina"*
  - d2. *Sabbie e limi più o meno argillosi*
- e. *Depositi recenti ed attuali (alluvionali e costieri)*

## 4.2 ASSETTO GEOLOGICO LOCALE

L'area oggetto di interesse progettuale, in relazione all'estensione areale occupata, al di sotto di una più o meno spessa copertura vegetale di terreno alterato, è caratterizzata dalla presenza in affioramento di tre diverse litologie del substrato come di seguito specificato:

AREA	LITOLOGIA DEL SUBSTRATO
LOTTO SP_1	UNITÀ PREVALENTEMENTE CALCAREA O DOLOMITICA CORRISPONDENTE AI CALCARI DI ALTAMURA
LOTTO SP_2	UNITÀ A PREVALENTE COMPONENTE SILTOSO-SABBIOSA E/O ARENITICA
LOTTO SP_3	UNITÀ A PREVALENTE COMPONENTE SILTOSO-SABBIOSA E/O ARENITICA
LOTTO SP_4	UNITÀ A PREVALENTE COMPONENTE ARENITICA CORRISPONDENTE ALLE CALCARENITI DI GRAVINA
LOTTO SP_5	UNITÀ A PREVALENTE COMPONENTE ARENITICA CORRISPONDENTE ALLE CALCARENITI DI GRAVINA
STAZIONE DI UTENZA	UNITÀ A PREVALENTE COMPONENTE SILTOSO-SABBIOSA
OPERE DI CONNESSIONE	INTERESSA TUTTE LE UNITÀ SOPRA CITATE

Si veda Tav. 3 "Carta degli elementi geostrutturali dell'area oggetto dell'intervento progettuale: litologia superficiale" estratta dal sito internet dell'Autorità di Bacino della Puglia <http://www.adb.puglia.it> ed allegata in calce alla presente relazione.

## 4.3 ASSETTO MORFOLOGICO

Dal punto di vista morfologico l'area oggetto dell'intervento progettuale, ubicata ad una quota topografica variabile compresa tra 55 ÷ 65 mt s.l.m.m. come specificatamente dettagliato nella tabella seguente, si presenta generalmente pianeggiante e caratterizzata da deboli pendenze 0,5 ÷ 2 % molto lievi alle volte poco apprezzabili.

Dai rilievi di superficie eseguiti si evince come l'area in oggetto non mostri evidenze strutturali che lascino intendere alla presenza di aree di instabilità morfologica e/o possibili forme dovute a fenomeni carsici di qualche interesse (cavità, ...).

CAMPO	QUOTA TOPOGRAFICA (mt s.l.m.m.)
LOTTO SP_1	61 ÷ 63
LOTTO SP_2	63 ÷ 64
LOTTO SP_3	63 ÷ 65
LOTTO SP_4	60 ÷ 61
LOTTO SP_5	55 ÷ 58
STAZIONE DI UTENZA	65

## 4.4 ASSETTO MORFOLOGICO

### 4.4.1 Area campi fotovoltaici

#### 4.4.1.1 Lotto 1

Dal punto di vista morfologico l'area interessata dalla realizzazione del Lotto 1 del campo fotovoltaico, ubicata ad una quota topografica media compresa tra 62,00 ÷ 63,00 mt s.l.m.m., si presenta generalmente pianeggiante e caratterizzata da deboli pendenze con percentuale media compresa tra 1,3 ÷ -1,6 da est ad ovest,



e percentuale media compresa tra 1,5 ÷ -1,8 da nord a sud,



Dai rilievi di superficie eseguiti si evince come l'area in oggetto non mostri evidenze strutturali che lascino intendere alla presenza di aree di instabilità morfologica e/o possibili forme dovute a fenomeni carsici di qualche interesse (cavità, ...).

#### 4.4.1.2 Lotto 2

Dal punto di vista morfologico l'area interessata dalla realizzazione del Lotto 1 del campo fotovoltaico, ubicata ad una quota topografica media compresa tra 62,00 ÷ 64,00 mt s.l.m.m., si presenta generalmente pianeggiante e caratterizzata da deboli pendenze con percentuale media compresa tra 1,4 ÷ -0,6 da est ad ovest,



e percentuale media compresa tra 1,9 ÷ -0,7 da nord a sud,



Dai rilievi di superficie eseguiti si evince come l'area in oggetto non mostri evidenze strutturali che lascino intendere alla presenza di aree di instabilità morfologica e/o possibili forme dovute a fenomeni carsici di qualche interesse (cavità, ...).

#### 4.4.1.3 Lotto 3

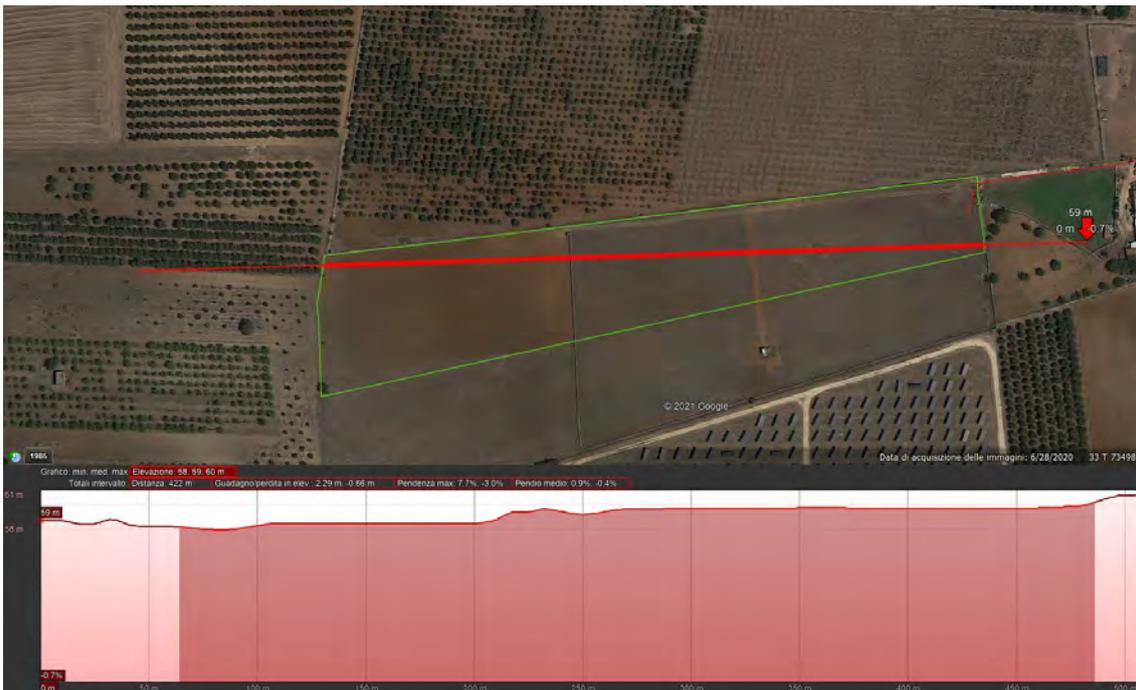
Dal punto di vista morfologico l'area interessata dalla realizzazione del Lotto 3 del campo fotovoltaico, ubicata ad una quota topografica media compresa tra 63,00 ÷ 65,00 mt s.l.m.m., si presenta generalmente pianeggiante e caratterizzata da deboli pendenze con percentuale media compresa tra 1,6 ÷ -1,5,



Dai rilievi di superficie eseguiti si evince come l'area in oggetto non mostri evidenze strutturali che lascino intendere alla presenza di aree di instabilità morfologica e/o possibili forme dovute a fenomeni carsici di qualche interesse (cavità, ...).

#### 4.4.1.4 Lotto 4

Dal punto di vista morfologico l'area interessata dalla realizzazione del Lotto 1 del campo fotovoltaico, ubicata ad una quota topografica media compresa tra 59,00 ÷ 60,00 mt s.l.m.m., si presenta generalmente pianeggiante e caratterizzata da deboli pendenze con percentuale media compresa tra 0,9 ÷ -0,4 da est ad ovest,



Dai rilievi di superficie eseguiti si evince come l'area in oggetto non mostri evidenze strutturali che lascino intendere alla presenza di aree di instabilità morfologica e/o possibili forme dovute a fenomeni carsici di qualche interesse (cavità, ...).

#### 4.4.1.5 Lotto 5

Dal punto di vista morfologico l'area interessata dalla realizzazione del Lotto 5 del campo fotovoltaico, ubicata ad una quota topografica media compresa tra 58,00 ÷ 54,00 mt s.l.m.m., si presenta generalmente pianeggiante e caratterizzata da deboli pendenze con percentuale media compresa tra 1,8 ÷ -1,7 da est ad ovest,



e percentuale media compresa tra 1,2 ÷ -2,1 da nord a sud,



Dai rilievi di superficie eseguiti si evince come l'area in oggetto non mostri evidenze strutturali che lascino intendere alla presenza di aree di instabilità morfologica e/o possibili forme dovute a fenomeni carsici di qualche interesse (cavità, ...).

#### 4.4.2 Area sottostazione

Dal punto di vista morfologico l'area interessata dalla realizzazione della sottostazione, ubicata ad una quota topografica media di circa 62,00 mt s.l.m.m., si presenta generalmente pianeggiante e caratterizzata da deboli pendenze poco apprezzabili, tanto lungo la direzione da est ad ovest



quanto nella direzione da nord a sud.



Dai rilievi di superficie eseguiti si evince come l'area in oggetto non mostri evidenze strutturali che lascino intendere alla presenza di aree di instabilità morfologica e/o possibili forme dovute a fenomeni carsici di qualche interesse (cavità, ...).

## 5. IDROGRAFIA ED IDROGEOLOGIA DELL'AREA INDAGATA

### 5.1 LINEAMENTI IDROGEOLOGICI REGIONALE

I caratteri litologici delle diverse formazioni, le loro giaciture ed i relativi rapporti di posizione, fanno sì che in Puglia la circolazione idrica sotterranea si espliciti attraverso di due distinti sistemi la cui interazione tende a variare da luogo a luogo.

Il primo, più profondo, come falda di base o profonda è rappresentato dalla falda carsica circolante nel basamento carbonatico mesozoico, fortemente fratturato e carsificato; il secondo, rinvenibile nei depositi della copertura post-cretacea è costituito da una serie di falde superficiali, che si rinvergono a profondità ridotte dal piano campagna, ovunque la presenza di livelli impermeabili vada a costituire uno sbarramento a letto.

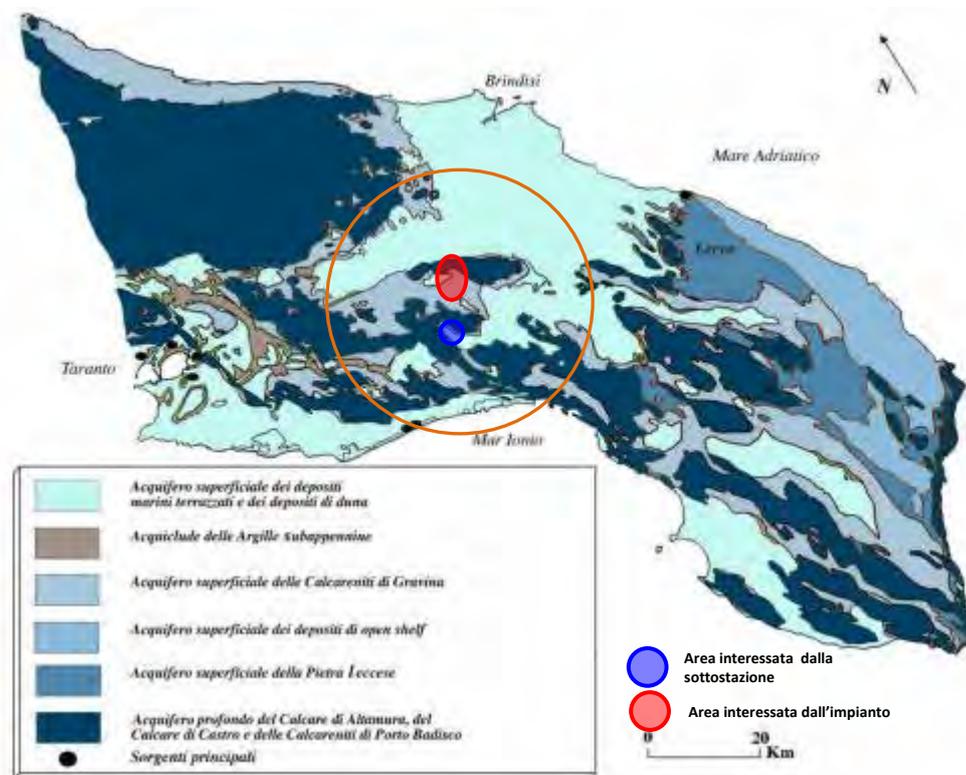


Fig. 5.1: Carta della permeabilità e delle principali manifestazioni sorgentizie costiere del Salento

Le acque dolci della falda profonda, invece, sono sostenute alla base dalle acque marine di invasione continentale, dalle quali sono separate da una fascia idrica di transizione, la zona di diffusione, caratterizzata da un rapido incremento verticale del contenuto salino; naturalmente, essendo l'equilibrio fra queste acque legato al carico idraulico delle acque dolci, lo spessore di queste ultime si riduce man mano che ci si avvicina alla linea di costa, fino ad annullarsi completamente.

Nell'ambito della falda profonda sono inoltre individuabili tre distinte unità idrogeologiche; la garganica, la murgiana e la salentina. In particolare, queste ultime due sono in contiguità laterale tra di loro lungo l'allineamento Taranto-Brindisi attraverso il quale, in virtù dei differenti carichi idraulici, si concretizza un forte sversamento di acque sotterranee dall'unità murgiana in quella salentina; nell'unità

idrogeologica murgiana, infatti, si riscontrano sempre carichi idraulici molto alti, anche oltre i 50 metri, ed una circolazione prevalentemente in pressione, mentre in tutto il Salento si hanno carichi modesti, mai superiori ai 4 metri, con una circolazione usualmente a pelo libero.

## 5.2 LINEAMENTI IDROGRAFICI DELL'AREA INDAGATA

L'area indagata rappresenta la zona meridionale della "Piana di Brindisi" (nota anche come Conca di Brindisi), il cui assetto stratigrafico e le cui caratteristiche litologiche ne condizionano la circolazione idrica superficiale e sotterranea.

Essa si colloca, dal punto di vista geomorfologico, nel sistema morfoclimatico temperato con regime pluviometrico di tipo mediterraneo-marittimo caratterizzato da un periodo di massima piovosità compreso tra ottobre e marzo (con massimi in novembre e dicembre) e da un periodo di magra compreso tra aprile e settembre (con minimi in luglio e agosto).

Il fenomeno carsico, i caratteri di permeabilità delle formazioni presenti, comune a tutto il territorio salentino o se vogliamo sud pugliese, nonché quelle delle precipitazioni meteoriche non favoriscono il regolare deflusso delle acque di origine meteorica verso il mare per via superficiale portando ad un modesto sviluppo della rete idrografica caratterizzata per lo più dalla presenza di una serie di canali più o meno profondi che a loro volta hanno disegnato un reticolo idrografico oramai appena accennato a causa dell'intenso sfruttamento agricolo e della forte urbanizzazione che ha cancellato o ha mascherato molto di quello che può essere significativo dal punto di vista morfologico.

In particolare, come da Tav. 4 "Carta Idrogeomorfologica della Puglia" estratta dal sito internet dell'Autorità di Bacino della Puglia <http://www.adb.puglia.it> ed allegata in calce alla presente, l'area interessata dalla realizzazione dei campi fotovoltaico progettuale non risultano interessati da elementi idrografici di particolare rilievo fatta eccezione per la parte terminale di un corso d'acqua episodico posto ad est del LOTTOSP\_3 a distanza di poco superiore ai 60 mt dal perimetro dello stesso immissario di un piccolo bacino endoreico e da un corso d'acqua episodico posto a sud del LOTTO SP\_5 a distanza di poco superiore ai 120 mt dal perimetro dello stesso, immissario di un piccolo bacino endoreico nei pressi della Masseria Tirignola, reticolo idrografico ve viene intercettato anche dalle opere di connessione.

### 5.3 LINEAMENTI IDROGEOLOGICI DELL'AREA INDAGATA

Il modesto sviluppo della rete idrografica sopradescritta, si contrappone ad un più accentuato afflusso al sistema idrico sotterraneo, le cui caratteristiche dipendono delle proprietà geolitologiche dei depositi interessati in funzione delle quali gli stessi depositi possono essere suddivise in tre gruppi:

- a. **impermeabili** a cui appartengono i terreni affioranti costituiti da argille e limi, presenti seppur fino a modeste profondità, in maniera quasi omogenea su tutto il territorio comunale ed in particolar modo in quello indagato (coefficiente di permeabilità compreso tra  $10^{-7} \div 10^{-9}$  cm/s);
- b. **permeabili per porosità** a cui appartengono i terreni più superficiali quali le sabbie, i limi e i depositi calcarenitici, il cui grado di permeabilità aumenta all'aumentare della componente sabbiosa costituente il deposito e rappresentano i depositi utilizzati per lo smaltimento delle acque meteoriche (coefficiente di permeabilità compreso tra  $1 \cdot 10^{-4} \div 1 \cdot 10^{-6}$  cm/s);
- c. **permeabili per fessurazione**, a cui appartengono le rocce permeabili del complesso carbonatico, la formazione mesozoica calcarea che, costituente l'acquifero sotterraneo, è caratterizzato dalla presenza di fratture, piani di stratificazione e condotti carsici dovuti all'allargamento di fratture e giunti di strato che conferiscono al deposito in oggetto un'elevata permeabilità che varia sia verticalmente che lateralmente al variare della natura litologica ed al relativo grado di carnificazione (coefficiente di permeabilità compreso tra  $10^{-1} \div 10^{-2}$  cm/sec).

In virtù dei caratteri geologico-strutturali e litostratigrafici la zona oggetto di studio ospita due ben distinti ambienti idrogeologici tra loro separati da un orizzonte impermeabile (formazione argillosa calabriana altrimenti dette argille subappenniniche):

- un primo presente nei "Depositi marini terrazzati" calcarenitico-sabbiosi in cui ha sede una falda idrica localmente indicata come falda superficiale che alimentata direttamente dagli eventi pluviali a ciclo stagionale ricadenti nell'area di interesse, seppure non sempre presente circola a pelo libero ad una profondità superiore ai 5,00 mt circa dal p.c. ed interessa solo ed esclusivamente l'area occupata dai LOTTI SP\_2, SP\_3 e la STAZIONE DI UTENZA;
- un secondo, che trovando alimentazione in un vasto bacino idrografico che è quello dei massicci calcarei di portata più consistente rinvenibile nell'ammasso carbonatico ad una profondità compresa tra i 50 ÷ 60 mt dal p.c. (Fig. 5.4).

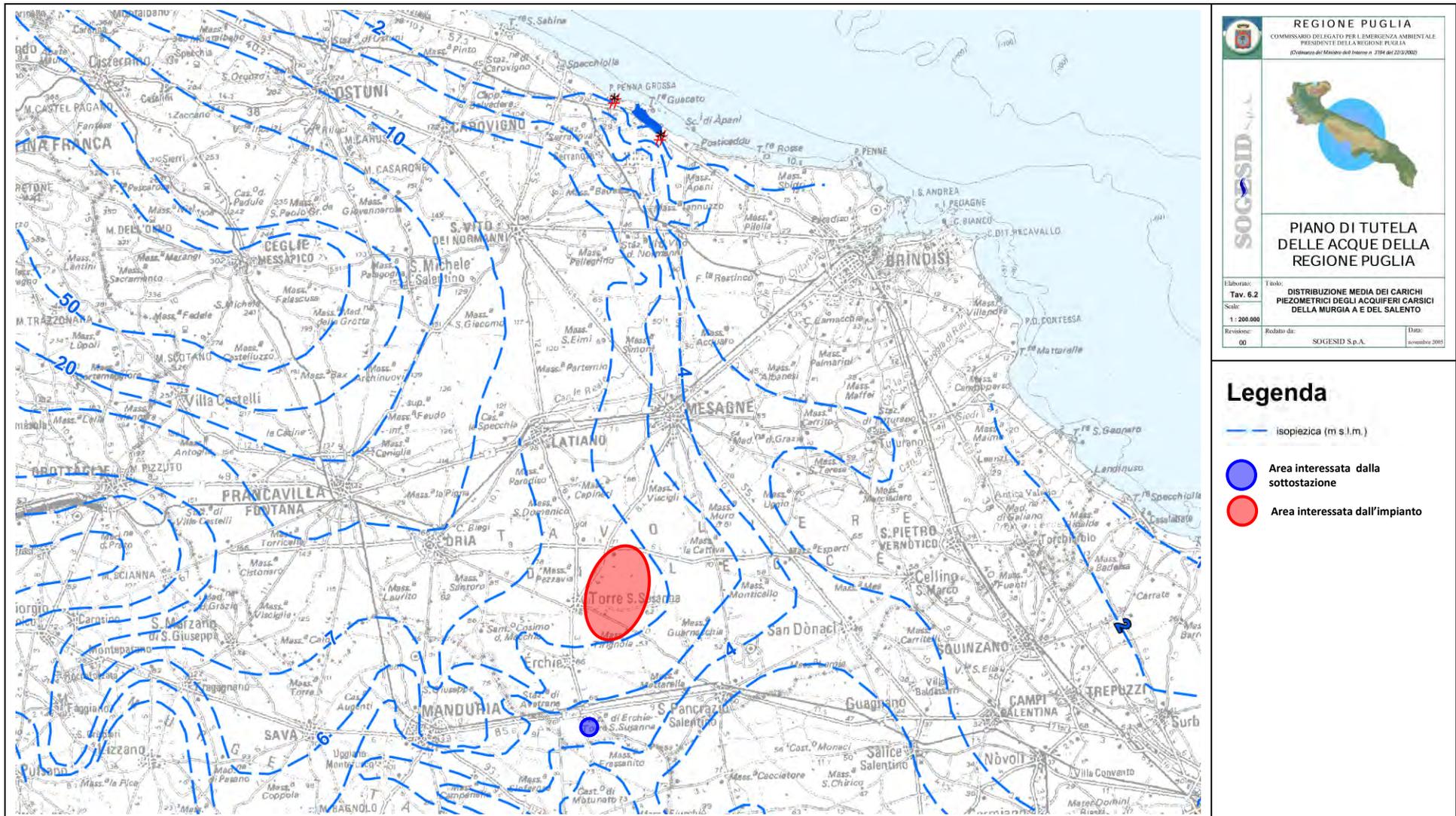


Fig. 5.3: Estratto Tav. 6.2 "Distribuzione media dei carichi piezometrici degli acquiferi carsici della murgia e del Salento" del Piano di tutela delle acque della Regione Puglia - Isofreatiche dell'acquifero profondo

## **6. PERICOLOSITA' GEOLOGICHE, ASSETTO IDROGEOLOGICO ED IDROGRAFICO**

Con deliberazione del comitato istituzionale n. 39 del 30 novembre 2005, la Regione Puglia ha adottato il Piano di Bacino stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino della Puglia (PAI), finalizzato al miglioramento delle condizioni di regime idraulico e della stabilità geomorfologia, necessario a ridurre gli attuali livelli di pericolosità e a consentire uno sviluppo sostenibile del territorio nel rispetto degli assetti naturali, della loro tendenza evolutiva e delle potenzialità d'uso.

Il PAI costituisce Piano Stralcio del Piano di Bacino, ai sensi dall'articolo 17 comma 6 ter della Legge 18 maggio 1989, n. 183, ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa e alla valorizzazione del suolo ricadente nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale Sede Puglia.

Le finalità del Piano sono:

- a) la definizione del quadro della pericolosità idrogeologica in relazione ai fenomeni di esondazione e di dissesto dei versanti;
- b) la definizione degli interventi per la disciplina, il controllo, la salvaguardia, la regolarizzazione dei corsi d'acqua e la sistemazione dei versanti e delle aree instabili a protezione degli abitati e delle infrastrutture, indirizzando l'uso di modalità di intervento che privilegino la valorizzazione ed il recupero delle caratteristiche naturali del territorio;
- c) l'individuazione, la salvaguardia e la valorizzazione delle aree di pertinenza fluviale;
- d) la manutenzione, il completamento e l'integrazione dei sistemi di protezione esistenti;
- e) la definizione degli interventi per la protezione e la regolazione dei corsi d'acqua;
- f) la definizione di nuovi sistemi di protezione e difesa idrogeologica, ad integrazione di quelli esistenti, con funzioni di controllo dell'evoluzione dei fenomeni di dissesto e di esondazione, in relazione al livello di riduzione del rischio da conseguire.

Come riportato all'Art. 1 comma 6 del Piano, nei programmi di previsione e prevenzione e nei piani di emergenza per la difesa delle popolazioni e del loro territorio ai sensi della legge 24 febbraio 1992 n. 225 si dovrà tener conto delle aree a pericolosità idraulica e a pericolosità geomorfologica considerate rispettivamente ai titoli II e III del presente Piano.

Premesso quanto sopra, al fine di effettuare una valutazione complessiva della pericolosità geomorfologia, idraulica e del rischio, interessante l'area oggetto dell'intervento progettuale, è stata effettuata:

1. l'analisi della **Carta Idro-geomorfologica della Regione Puglia allegata al Piano di bacino stralcio assetto idrogeologico (P.A.I.)** della Regione Puglia in cui l'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale, al fine della salvaguardia dei corsi d'acqua, della limitazione del rischio idraulico e per consentire il libero deflusso delle acque, ha individuato il reticolo idrografico

in tutto il territorio di competenza, nonché l'insieme degli alvei fluviali in modellamento attivo e le aree golenali, ove vige il divieto assoluto di edificabilità;

2. l'analisi della cartografia allegata al **Piano di bacino stralcio assetto idrogeologico (P.A.I.)** della Regione Puglia in cui l'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale ha individuato le aree esposte a pericolosità geomorfologia e idraulica e pertanto a rischio;
3. l'analisi delle mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni allegate al **Piano di Gestione del Rischio delle Alluvioni (PGRA)** della Regione Puglia elaborato dall'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale Sede Puglia, quale strumento con cui valutare e gestire il rischio alluvioni per ridurre gli impatti negativi per la salute umana, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche;

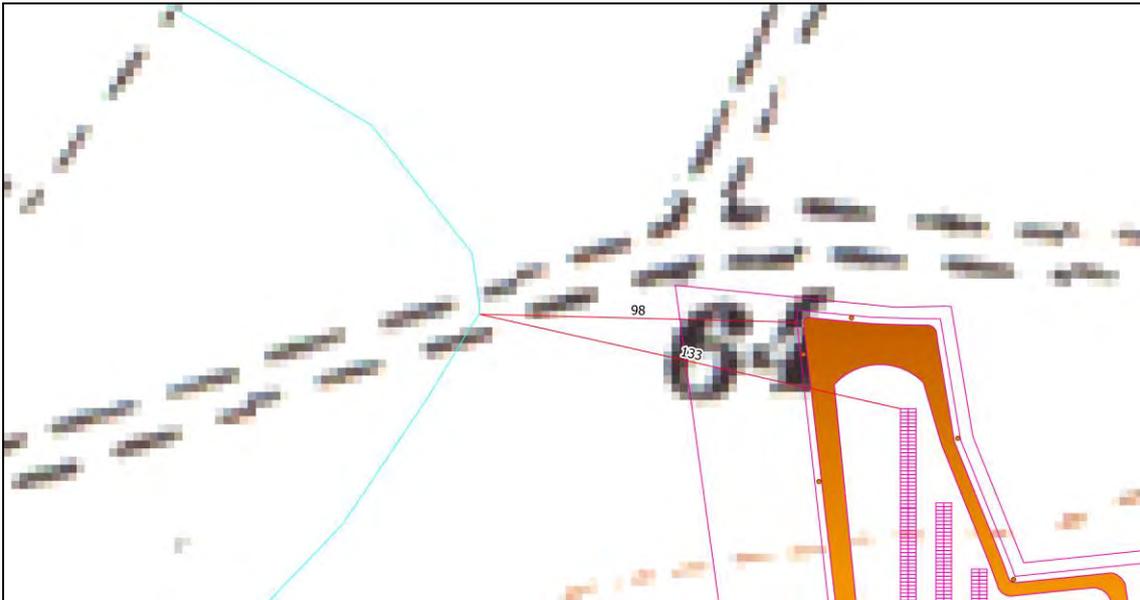
di cui alle Tav. 4 "Carta Idrogeomorfologica della Puglia", Tav. 5 "Carta delle aree a pericolosità Idraulica e Geomorfologica" e Tav. 7 "Carta delle aree a pericolosità di alluvione di cui al Piano di Gestione del Rischio delle Alluvioni (PGRA) dell'AdB Distrettuale dell'Appennino Meridionale", estratte dal sito internet dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale allegate in calce alla presente relazione.

## 6.1 VALUTAZIONE VINCOLO IDROGRAFICO

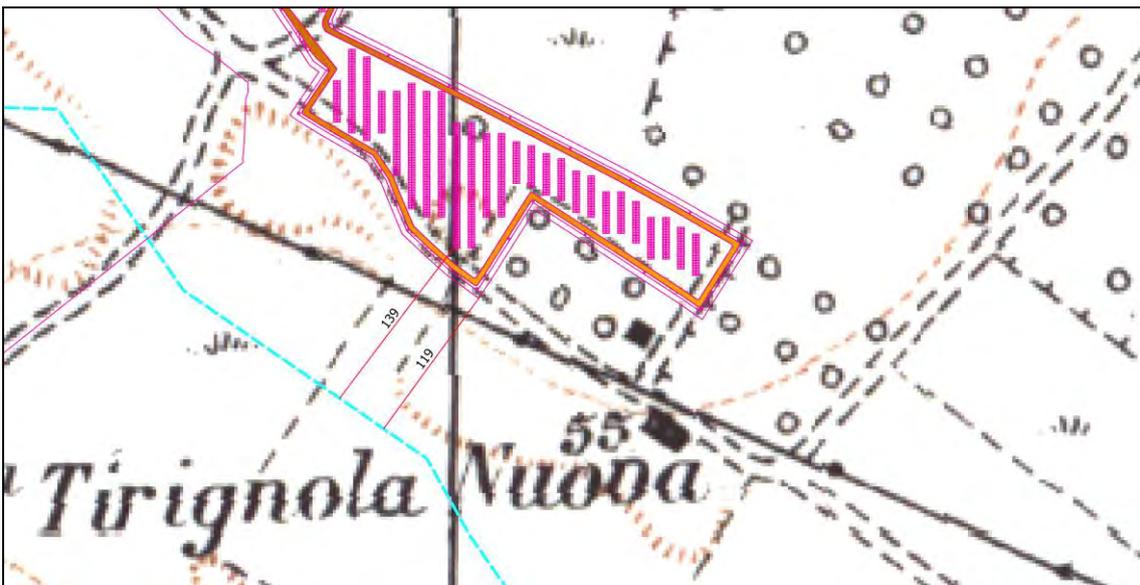
Dall'analisi della **Carta Idro-geomorfologica della Regione Puglia allegata al Piano di bacino stralcio assetto idrogeologico (P.A.I.)** della Regione Puglia si evidenzia come:

**1.1 l'area interessata dalla realizzazione dell'impianto in progetto** risulta interessata da:

- a. LOTTO SP\_3: un corso d'acqua episodico a distanza di poco superiore ai 98 mt dal perimetro del lotto e 133 mt dal primo tracker;



- b. LOTTO SP\_5: un corso d'acqua episodico a distanza di poco superiore ai 119 mt dal perimetro del lotto e 139 mt dal primo tracker;



alla luce di quanto sopra, dette aree **ricadono**:

- a meno di 150 mt da tratti di reticolo idrografici, nell'ambito della fascia di pertinenza fluviale (Art. 10 NTA).

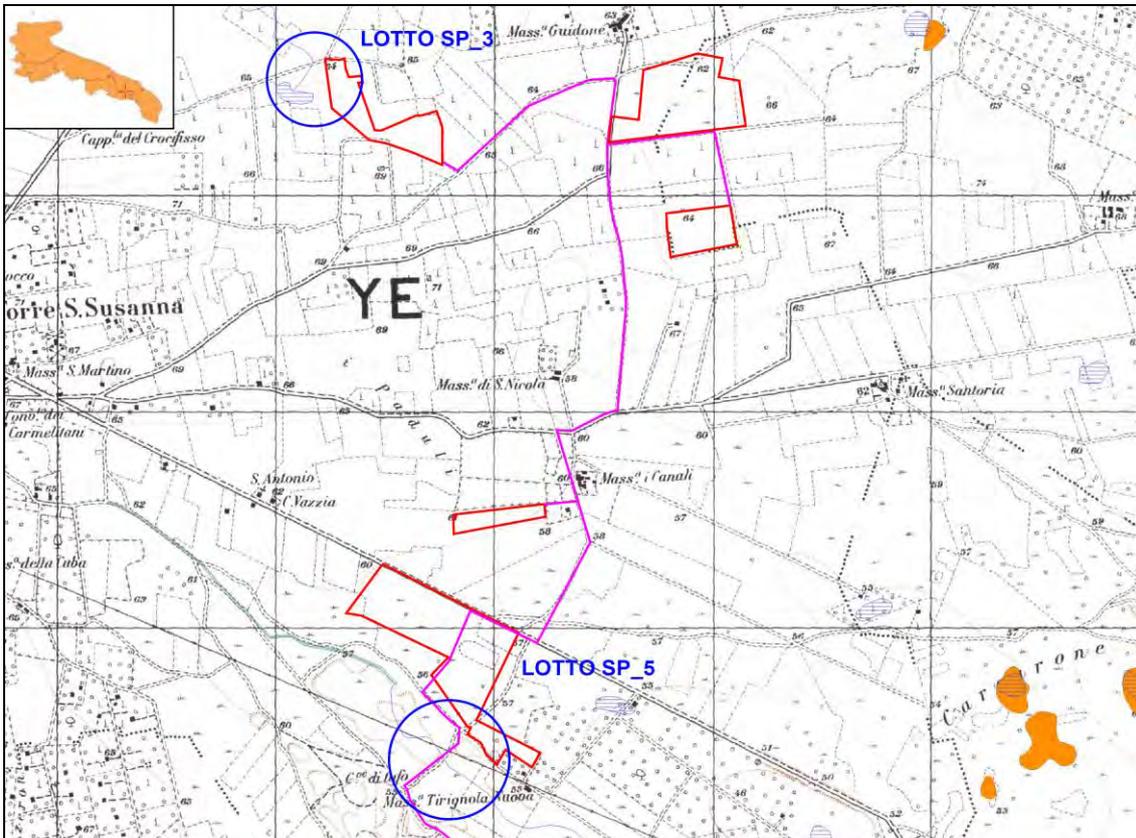


Fig. 6.1: Estratto della Tavola 4.1 Carta degli elementi idrogeomorfologici dell'area oggetto dell'intervento progettuale

### 1.2 Il tracciato interessato dalla realizzazione delle opere di connessione fino alla più vicina cabina MT

**di consegna/sottostazione** tra il LOTTO SP\_5 e la STAZIONE DI UTENZA, intercetta immediatamente a sud dello steso LOTTO un corso d'acqua episodico immissario di un piccolo bacino endoreico, fa sì che detta area **ricada**:

- a meno di 75 mt da tratti di reticolo idrografici, in alveo in modellamento attivo ed area golenale (Art. 6 NTA);
- a meno di 150 mt da tratti di reticolo idrografici, nell'ambito della fascia di pertinenza fluviale (Art. 10 NTA).

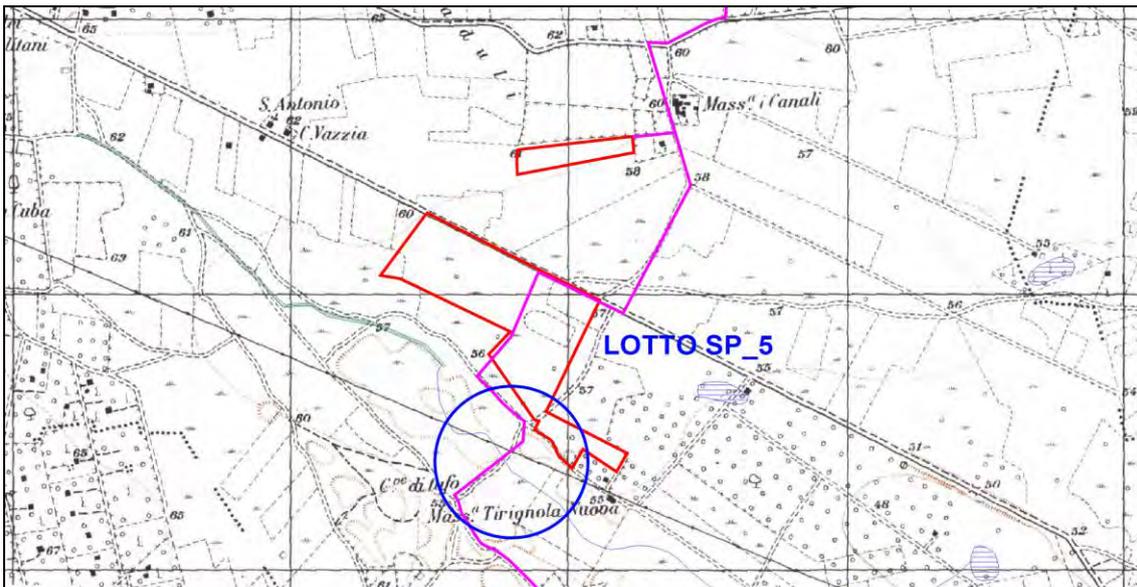


Fig. 6.2: Estratto della Tavola 4.2 Carta degli elementi idrogeomorfologici dell'area oggetto dell'intervento progettuale

**1.3 L'area interessata dalla realizzazione della cabina di consegna/sottostazione in progetto non ricade**, neanche parzialmente:

- a meno di 75 mt da tratti di reticolo idrografici, in alveo in modellamento attivo ed area golenale (Art. 6 NTA);
- a meno di 150 mt da tratti di reticolo idrografici, nell'ambito della fascia di pertinenza fluviale (Art. 10 NTA).

**6.2 VALUTAZIONE PERICOLOSITA' IDRAULICA E GEOMORFOLOGICA**

Dall'analisi della cartografia allegata al **Piano di bacino stralcio assetto idrogeologico (P.A.I.)**, della Regione Puglia si evidenzia come:

**1.1 la sola recinzione dell'area interessata dalla realizzazione dell'impianto in progetto LOTTO SP\_5 ricade**, in area identificata e perimetrata a pericolosità idraulica (Art. 7 – 8 – 9 NTA), mentre nessuna di dette aree ricade in:

- in aree identificate e perimetrata a pericolosità geomorfologica (Art. 13 – 14 – 15 NTA);
- in aree identificate e perimetrata a rischio.

**1.2 Il tracciato interessato dalla realizzazione delle opere di connessione fino alla più vicina cabina MT di consegna/sottostazione** tra il LOTTO SP\_5 e la STAZIONE DI UTENZA,

- intercettano n° 4 aree identificate e perimetrata a pericolosità idraulica **Alta (A.P.)**, **Media (M.P.)** e **Bassa (B.P.)** (Art. 7 – 8 – 9 NTA), come definite all'art. 36 delle Norme Tecniche di Attuazione, dovute alla presenza di depressioni (conche) a carattere endoreico (Tav. 5, 5.1 e 5.2);

non ricadono neanche parzialmente:

- in aree identificate e perimetrare a pericolosità geomorfologica (Art. 13 – 14 – 15 NTA);
- in aree identificate e perimetrare a rischio.

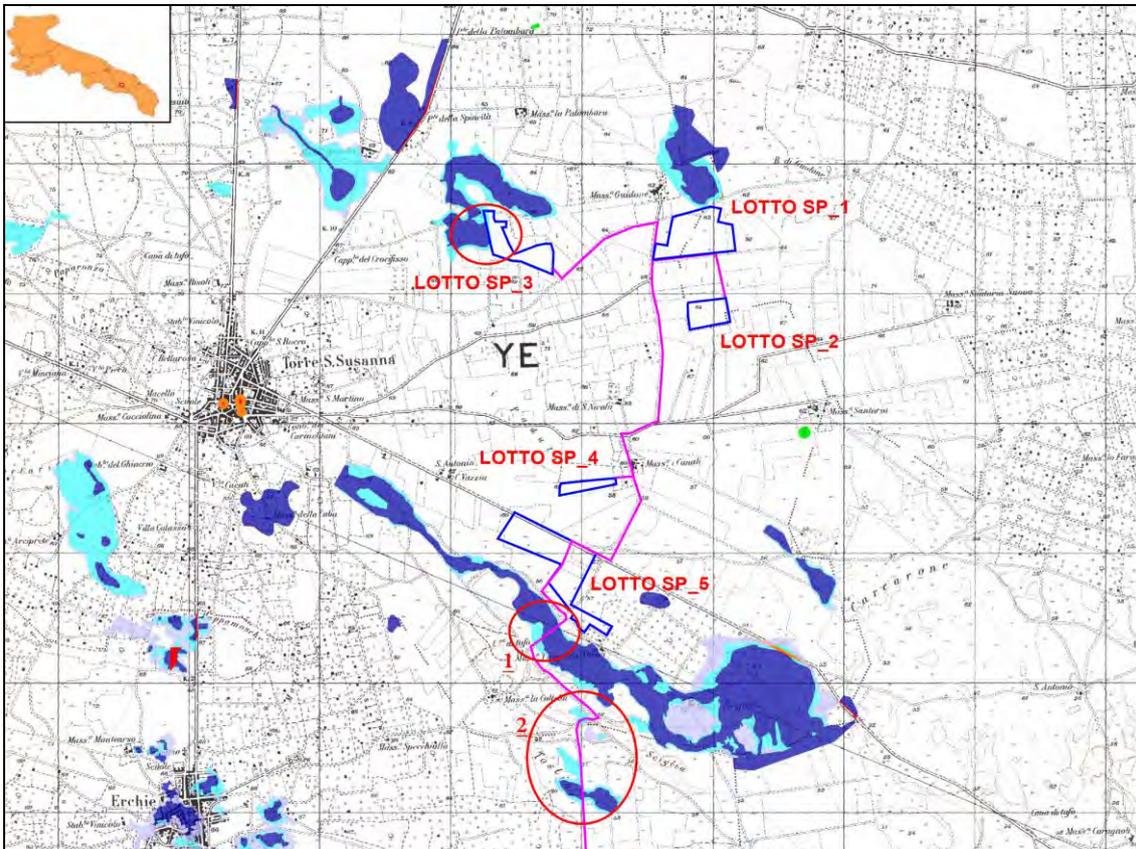


Fig. 6.3: Estratto della Tavola 5.1 Carta delle aree a pericolosità Idraulica e Geomorfologica dell'area

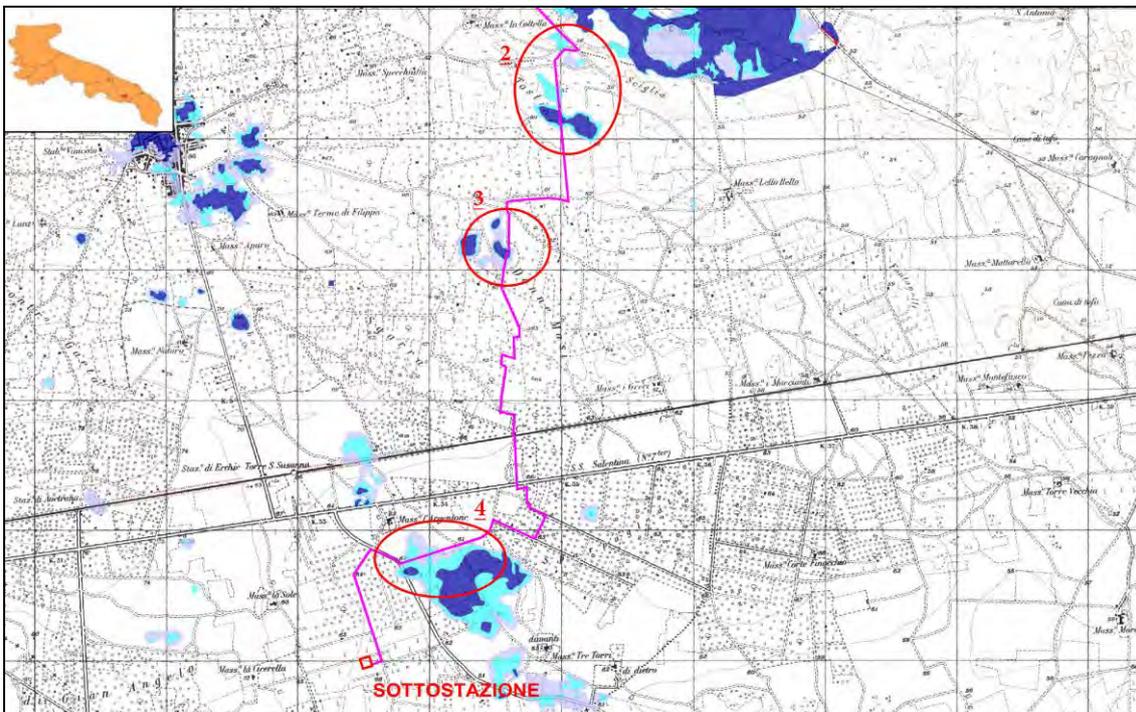


Fig. 6.4: Estratto della Tavola 5.1 Carta delle aree a pericolosità Idraulica e Geomorfologica dell'area

**1.3 L'area interessata dalla realizzazione della cabina di consegna/sottostazione in progetto non ricade**, neanche parzialmente:

- in aree identificate e perimetrare a pericolosità idraulica (Art. 7 – 8 – 9 NTA);
- in aree identificate e perimetrare a pericolosità geomorfologica (Art. 13 – 14 – 15 NTA);
- in aree identificate e perimetrare a rischio.

**6.3 VALUTAZIONE PERICOLOSITA' DI ALLUVIONE DI CUI AL PGRA**

Dall'analisi della carta delle aree a pericolosità di alluvione di cui al Piano di Gestione del Rischio delle Alluvioni (PGRA) dell'AdB Distrettuale dell'Appennino Meridionale, si evidenzia come:

**1.1 La sola recinzione dell'area interessata dalla realizzazione dell'impianto in progetto LOTTO SP\_5 ricade**, in area identificata e perimetrata ad alta e media pericolosità di alluvione.



Fig. 6.5: Estratto della Tavola 7 Carta delle aree a pericolosità di alluvione di cui al PGRA

**1.2 Il tracciato interessato dalla realizzazione delle opere di connessione fino alla più vicina cabina MT di consegna/sottostazione** tra il LOTTO SP\_5 e la STAZIONE DI UTENZA, intercetta n° 4 aree identificate e perimetrare a diversa pericolosità di alluvione.

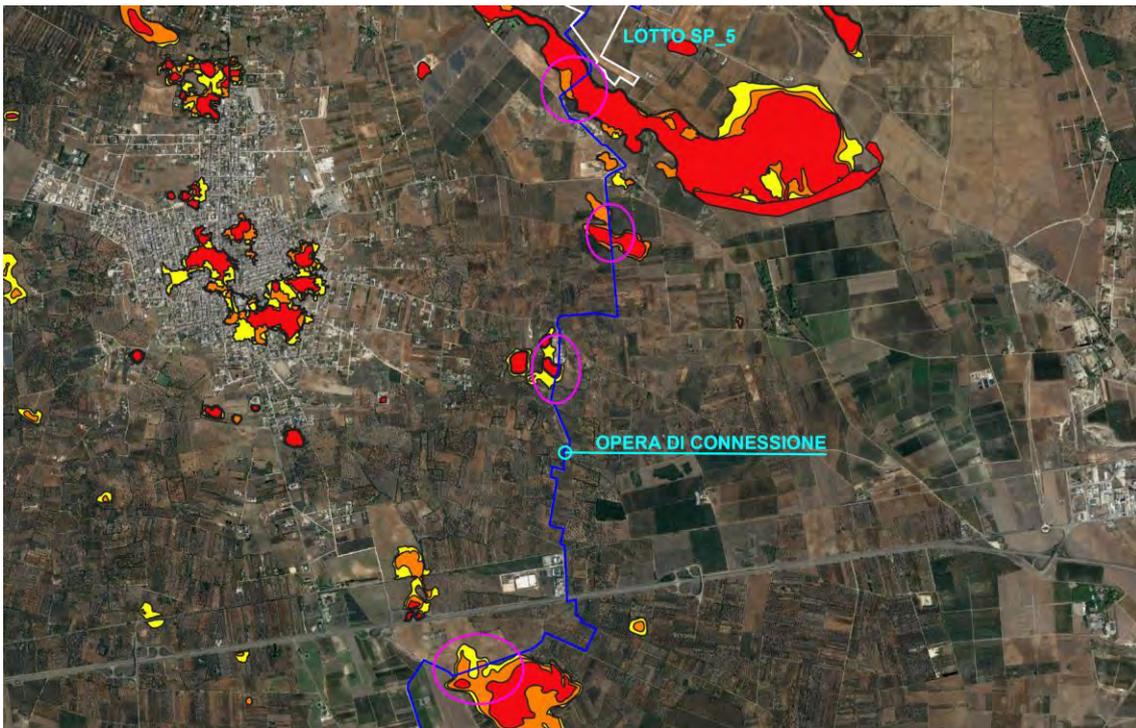


Fig. 6.6: Estratto della Tavola 7 Carta delle aree a pericolosità di alluvione di cui al PGRA

**1.3 Nessuna delle aree interessate dall'installazione dei pannelli risulta interessata da alcun livello di pericolosità di alluvione**

## **7. COMPATIBILITA' DELLE PREVISIONI PROGETTUALI CON LE CODIZIONI GEOMORFOLOGICHE DEL TERRITORIO**

Come da documentazione progettuale scritto-grafica redatta dalla proponente, a cui si fa esplicito rimando per maggiori approfondimenti, le opere in progetto sono raggruppabili in:

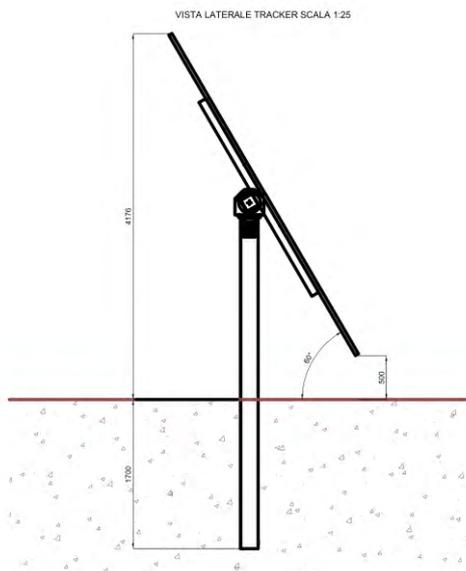
- ✓ generatore fotovoltaico, viabilità di servizio e recinzione
- ✓ cavidotto interrato
- ✓ cabina di consegna/sottostazione.

Si riportano di seguito brevi considerazioni circa le potenziali interferenze tra le opere in progetto e le caratteristiche geomorfologiche del territorio.

### **7.1 IMPIANTO FOTOVOLTAICO**

Si consideri che:

- a. la realizzazione dell'intervento non prevede alcuna rimodulazione della topografia dell'area e quindi alterazioni morfologiche del territorio in oggetto;
- b. le aree in oggetto saranno interessate dalla sola posa in opera dei moduli fotovoltaici installati su file parallele, fissati al terreno tramite pali aventi diametro di circa 15/18 cm, infissi direttamente "battuti" fino ad una profondità standard di infissione di circa 1,7 m;
- c. i moduli fotovoltaici risultano sollevati da terra per una altezza minima di 50 cm;



- d. la configurazione di installazione di cui ai punti b) e c) precedenti è tale da non creare impedimenti al deflusso di eventuali piene e/o ostacoli al normale libero deflusso delle acque di ruscellamento ed inoltre, in relazione alle dimensioni delle strutture di fissaggio dei pannelli

- (circa 15/18 cm), questi non concorrono ad una significativa riduzione dei volumi di invaso di libera inondazione;
- e. l'intervento non prevede la realizzazione di opere che possano modificare negativamente in maniera significativa il grado di permeabilità e le modalità di risposta agli eventi meteorici del suolo, considerando inoltre che la viabilità di servizio sarà realizzata a raso (a filo terreno) e con materiale drenante (misto granulare stabilizzato);
- f. la recinzione, continua lungo il perimetro dell'area d'impianto sarà a maglia larga in acciaio zincato, di altezza complessiva di circa 200 cm con pali di sezione 60x60 mm disposti a interassi regolari di circa 2 m infissi direttamente nel terreno fino alla profondità massima di 1,00 m dal piano campagna, essa presenterà al di fuori delle aree esondabili un'altezza dal piano campagna di 10 cm e 20 cm nelle aree ritenute e/o identificate quali esondabili, in maniera da non rappresentare ostacolo al libero deflusso delle acque di ruscellamento;
- g. dai rilievi di superficie eseguiti si evince come le aree in oggetto non mostrino evidenze strutturali che lascino intendere alla presenza di aree di instabilità morfologica e/o possibili forme dovute a fenomeni carsici di qualche interesse.

## 7.2 OPERE DI CONNESSIONE

Considerando che i cavidotti per la distribuzione delle linee elettriche saranno totalmente interrati in scavi a sezione ristretta con una profondità variabile tra 0.75 e 1.25 m, dette opere:

- non prevedono alcuna rimodulazione della topografia dell'area e quindi alterazioni morfologiche del territorio in oggetto;
- saranno tali da non creare impedimenti al deflusso di eventuali piene e/o ostacoli al normale libero deflusso delle acque di ruscellamento ed inoltre, per modalità realizzative, non concorreranno ad una riduzione dei volumi di invaso di libera inondazione;
- non modificheranno negativamente il grado di permeabilità e le modalità di risposta agli eventi meteorici del suolo dei terreni interessati,
- dai rilievi di superficie eseguiti si evince come le aree in oggetto non mostrino evidenze strutturali che lascino intendere alla presenza di aree di instabilità morfologica e/o possibili forme dovute a fenomeni carsici di qualche interesse.

Nei punti in cui detti cavidotti intersecheranno aree identificate e perimetrate a pericolosità idraulica nell'ambito del **Piano di bacino stralcio assetto idrogeologico (P.A.I.)** e/o reticoli idrografici la società proponente adotterà quale soluzione progettuale per l'attraversamento dell'area e/o reticolo in oggetto la tecnologia no DIG (no-digging ovvero "senza scavo"), adottando la metodologia TOC (Trivellazione Orizzontale Controllata):

1. per un'ampiezza non inferiore all'area identificata a pericolosità idraulica nell'ambito del **Piano di bacino stralcio assetto idrogeologico (P.A.I.)**,
2. per un'ampiezza non inferiore all'area identificata come esondabile a seguito di eventuale studio idraulico,
3. per un'ampiezza non inferiore a 150 mt in sx e dx idraulica del reticolo in oggetto laddove dette aree non siano state oggetto di studio idraulico

al fine di non interferire con le aree identificate e perimetrate a pericolosità idraulica e/o con la fascia di pertinenza fluviale dei reticoli idrografici in oggetto.

### **7.3 CABINA DI CONSEGNA/SOTTOSTAZIONE**

Le opere in oggetto saranno realizzate in aree già in parte attrezzate da sottostazioni preesistenti, l'intervento in oggetto non prevede alcuna rimodulazione della topografia dell'area e quindi alterazioni morfologiche del territorio in oggetto, inoltre dai rilievi di superficie eseguiti si evince come le aree in oggetto non mostrino evidenze strutturali che lascino intendere alla presenza di aree di instabilità morfologica e/o possibili forme dovute a fenomeni carsici di qualche interesse.

### **7.4 CONCLUSIONI**

Premesso quanto riportato ai paragrafi precedenti, al netto delle risultanze dello studio di compatibilità idrologica e idraulica realizzati a cui si fa espresso rimando, considerando inoltre che dai rilievi di superficie eseguiti si evince come le aree in oggetto non mostrino evidenze strutturali che lascino intendere alla presenza di aree di instabilità morfologica e/o possibili forme dovute a fenomeni carsici di qualche interesse, **adottando i criteri costruttivi sintetizzati nei paragrafi precedenti e puntualmente descritti nella documentazione progettuale scritto-grafica redatta dalla proponente, è possibile affermare come l'intervento in progetto possa essere considerato del tutto compatibile con le condizioni idro-geomorfologiche del territorio interessato.**

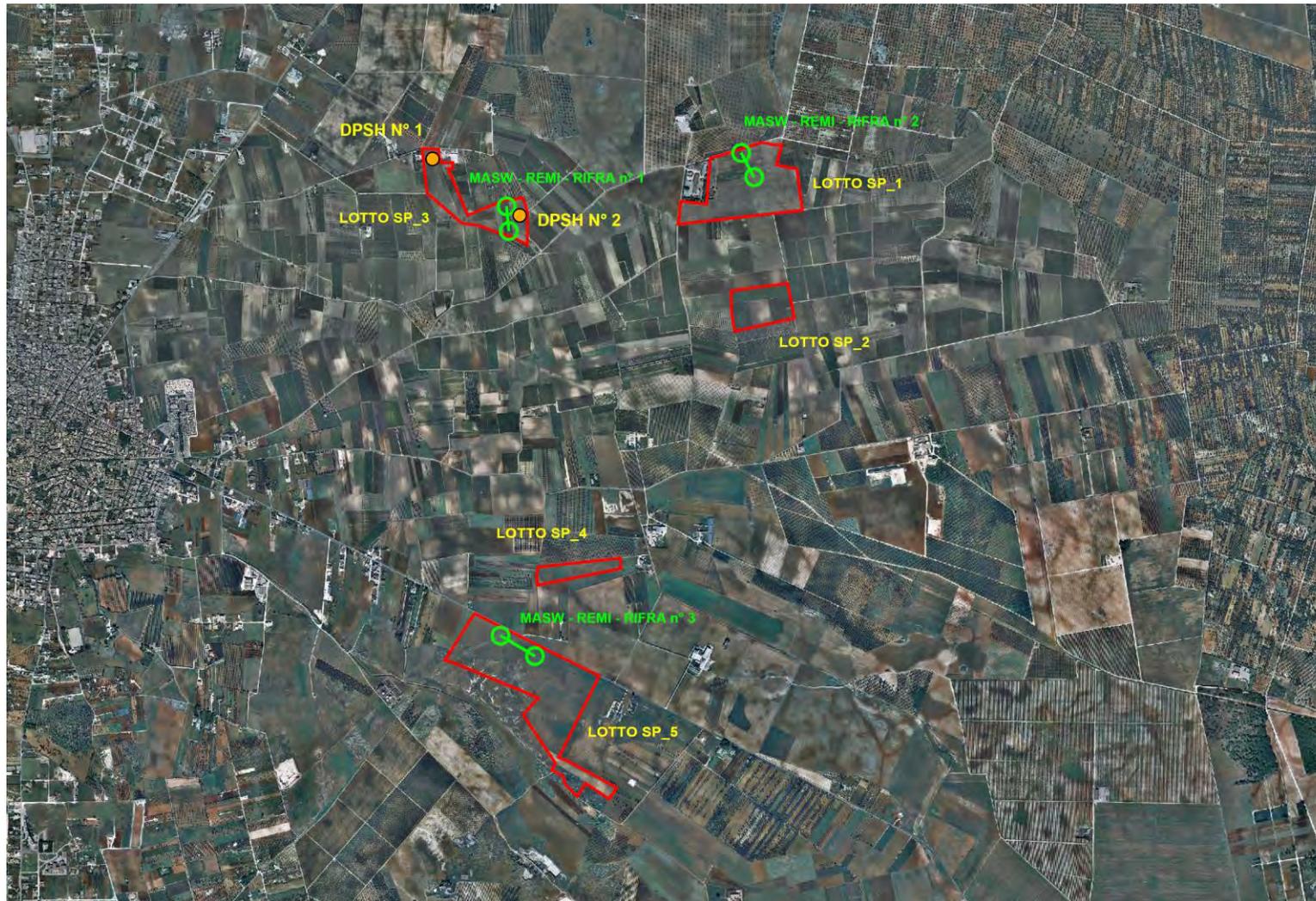
## 8. INDAGINI GEOGNOSTICHE

Per la definizione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, la caratterizzazione fisico-meccanica e la definizione della categoria di sottosuolo e dei parametri e coefficienti sismici locali dei terreni oggetto dell'intervento in progetto, in relazione alle opere in progetto è stata eseguita, a cura dello scrivente, una campagna di indagine geognostica (D.M. 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni") di prospezione geologica e sismica dei terreni eseguita dallo scrivente, in relazione alle caratteristiche tecnico-dimensionali delle opere in progetto, della complessità geologica e della vulnerabilità ambientale del sito, per mezzo di:

- ✓ n° 2 Prove Penetrometriche Dinamiche Super Pesanti (**DYNAMIC PROBING SUPER HEAVY**),
  - ✓ n° 3 stendimenti sismici in onda S a tecnica **MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves)**,
  - ✓ n° 3 stendimenti sismici in onda S a tecnica **RE.MI. (Refraction Microtremor)**,
  - ✓ n° 3 stendimenti sismici tomografici a rifrazione in onda P (**Rifrazione**);
- all'interno delle aree interessate dalla realizzazione dei campi fotovoltaici;
- ✓ n° 2 Prove Penetrometriche Dinamiche Super Pesanti (**DYNAMIC PROBING SUPER HEAVY**),
  - ✓ n° 1 stendimento sismico in onda S a tecnica **MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves)**,
  - ✓ n° 1 stendimento sismico in onda S a tecnica **RE.MI. (Refraction Microtremor)**,

all'interno dell'area interessata dalla realizzazione della cabina di consegna/sottostazione, come di seguito ubicate.

La campagna di indagine geognostica come sopra riportata, per tipologia e numero di indagini, si ritiene sufficiente alla ricostruzione del modello geologico tanto dell'area di impianto fotovoltaico quanto della stazione di utenza con relative opere di connessione (cavidotto).



**Legenda:**

-  Prova penetrometrica dinamica superpesante (DPSH)
-  M.A.S.W. - RE.MI.
-  Sagoma impianto fotovoltaico

Fig. 8.1 Ubicazione delle indagini geognostiche area campo fotovoltaico



**Legenda:**

-  Prova penetrometrica dinamica superpesante (DPSH)
-  M.A.S.W. - RE.MI.
-  Sagoma impianto fotovoltaico

Fig. 8.1 Ubicazione delle indagini geognostiche area sottostazione

## **9. DEFINIZIONE CATEGORIE DI SOTTOSUOLO, CONDIZIONI TOPOGRAFICHE E PARAMETRI SISMICI LOCALI**

L'attuale normativa sismica si fonda sull'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 20.03.2003 pubblicata sulla G.U. n° 105 del 08.05.2003 recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zone sismiche" .

L'O.P.C.M. n° 3274/2003 rappresenta un primo tentativo di allineamento della normativa italiana con quella europea dato che esso si ispira completamente all'Eurocodice 8.

In prima fase di applicazione dell'ordinanza e fino alla formale individuazione e riclassificazione delle zone sismiche delle singole regioni, tale ordinanza, individua 4 nuove zone sismiche da 1 (maggiore pericolo) a 4 (minore pericolo) nelle quali suddivide l'intero territorio nazionale in relazione all'intensità e frequenza dei terremoti del passato.

A differenza della precedente classificazione, con l'O.P.C.M. n° 3274/2003, sparisce il territorio "non classificato", e viene introdotta la zona 4.

Secondo tale provvedimento legislativo, tutti i comuni italiani sono stati classificati in 4 categorie principali, indicative del loro rischio sismico, calcolato in base al PGA, Peak Ground Acceleration, cioè il valore di accelerazione massima del suolo (picco di accelerazione al suolo) misurata nel corso di un terremoto o attesa in un determinato sito che tiene conto dell'influenza degli eventuali effetti di amplificazione del moto sismico dovuti alle caratteristiche del sottosuolo o alla topografia.

**Zona 1** (identificata nella carta della "Classificazione sismica del territorio nazionale" con il colore **ROSSO**): Sismicità alta

Identifica la zona più pericolosa dove "possono verificarsi fortissimi terremoti" (PGA oltre 0,25 g).

**Zona 2** (identificata nella carta della "Classificazione sismica del territorio nazionale" con il colore **ARANCIONE**): Sismicità medio-alta

In questa zona possono verificarsi forti terremoti (PGA fra 0,15 e 0,25 g).

**Zona 3** (identificata nella carta della "Classificazione sismica del territorio nazionale" con il colore **GIALLO**): Sismicità medio-bassa

In questa zona possono verificarsi forti terremoti ma rari (PGA fra 0,05 e 0,15 g).

**Zona 4** (identificata nella carta della "Classificazione sismica del territorio nazionale" con il colore **GRIGIO**): Sismicità bassa

È la zona meno pericolosa (PGA inferiore a 0,05 g).

L'O.P.C.M. n° 3274/2003 attribuisce alle singole regioni la facoltà di introdurre o meno l'obbligo della progettazione antisismica in opere da edificare in zona 4 ad eccezione delle tipologie di edifici ed opere strategiche e rilevanti ai fini di protezione civile e del collasso degli stessi ove sussiste comunque l'obbligo di progettazione antisismica anche in zona 4.

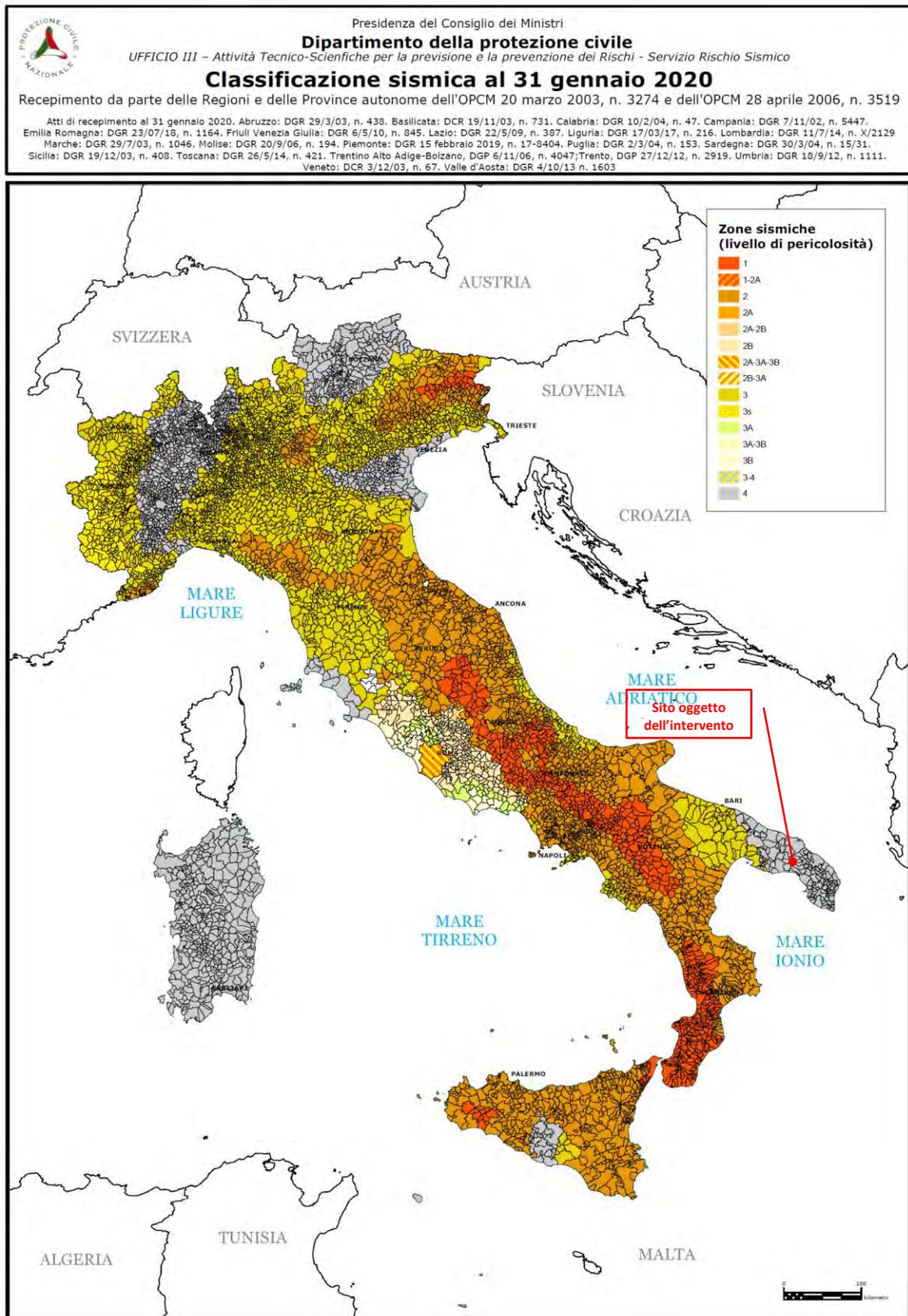
In seguito con Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3519 del 28 aprile 2006, è stato adottato un aggiornamento dello studio di pericolosità di riferimento nazionale, fornendo alle

Regioni uno strumento aggiornato per la classificazione del proprio territorio, introducendo degli intervalli di accelerazione (ag), con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, da attribuire alle 4 zone sismiche.

Nel rispetto degli indirizzi e criteri stabiliti a livello nazionale, alcune Regioni hanno classificato il territorio nelle quattro zone proposte, altre Regioni hanno classificato diversamente il proprio territorio, ad esempio adottando solo tre zone (zona 1, 2 e 3) e introducendo, in alcuni casi, delle sottozone per meglio adattare le norme alle caratteristiche di sismicità.

La Regione Puglia, con Deliberazione di Giunta n° 153 del 02.03.2004 pubblicata sul B.U.R.P. n° 33 del 18.03.2004, in recepimento della previgente normativa statale ha, provveduto alla classificazione sismica dell'intero territorio pugliese, elencando i comuni ricadenti nelle zone sismiche 1, 2, 3 e 4, nonché individuando le tipologie di edifici di interesse strategico e delle opere infrastrutturali la cui funzionalità, durante gli eventi sismici assumeva rilievo fondamentale per le finalità di protezione civile, nonché degli edifici e delle opere infrastrutturali che potevano assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso, così come distinti negli elenchi "A" e "B", allegati alla medesima delibera n° 153/04. Contestualmente, stabiliva, "sino ad eventuale diversa determinazione" l'insussistenza dell'obbligo "della progettazione antisismica per gli edifici e le opere da realizzare sul territorio pugliese classificato in zona sismica 4", eccezion fatta per gli edifici di interesse strategico e/o rilevanti di cui ai suddetti elenchi "A" e "B", per i quali erano immediatamente applicabili i disposti normativi introdotti dalla citata O.P.C.M. n° 3274/03 e s.m.i., di cui all'O.P.C.M. n° 3316/03.

A seguito dell'anticipazione alla data dell'01.07.2009 dell'entrata in vigore delle Norme Tecniche, approvate con D.M. 14.01.2008, in conseguenza degli eventi sismici avvenuti in Abruzzo, al fine di meglio tutelare la pubblica e privata incolumità, la Regione Puglia con D.G.R. n. 1626 del 15 settembre 2009 ha ritenuto opportuno l'estensione dell'obbligo della progettazione antisismica anche per le costruzioni private da realizzare in zona sismica classificata "4", modificando quanto precedentemente previsto, nella fattispecie, dalla succitata delibera di G.R. n° 153/04. Pertanto, per tutte le tipologie di fabbricati ricadenti in siti classificati come zona sismica 4, il riferimento normativo è da ricondursi al disposto di cui al cap. 2 punto 2.7 delle Norme Tecniche di cui al D.M. 14.01.2008 come aggiornate dal D.M. 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni", nonché al capitolo C7 della relativa circolare esplicativa ministeriale 02 febbraio 2009 n° 617.



## 9.1 DEFINIZIONE CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

In ottemperanza a quanto prescritto dal D.M. 14.01.2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni" come aggiornate dal D.M. 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni", ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi da eseguire con le modalità indicate nel § 7.11.3 del D.M. 17 gennaio 2018 (NTC 2018).

In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II di cui al D.M. 17 gennaio 2018 come sotto riportata, 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.

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

CATEGORIA	DESCRIZIONE
<b>A</b>	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>B</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.
<b>C</b>	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.
<b>D</b>	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.
<b>E</b>	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.

Fatta salva la necessità della caratterizzazione geotecnica dei terreni nel volume significativo (si intende la parte di sottosuolo influenzata, direttamente o indirettamente, dalla costruzione del manufatto e che influenza il manufatto stesso), ai fini della identificazione della categoria di sottosuolo, 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 dalla seguente espressione

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

dove:

$h_i$  = 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 le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

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  $V_{s,30}$ , ottenuto ponendo  $H=30$  m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Il profilo delle velocità equivalenti di propagazione delle onde di taglio  $V_{s,eq}$  risulta necessario per:

- valutare l'azione sismica di progetto al livello delle fondazioni di qualunque struttura;
- valutare il rischio di liquefazione del terreno in sito;
- valutare rischi di instabilità dei pendii e/o delle opere di sostegno;
- valutare i cedimenti dei rilevati stradali, delle opere di sostegno, delle fondazioni degli edifici;
- valutare la trasmissione delle vibrazioni generate dai treni, dalle macchine vibranti, dalle esplosioni in superficie o in sottosuolo, dal traffico veicolare.

Le azioni sismiche delle cinque categorie di sottosuolo descritte nella tabella 3.2.11 sopra riportata, sono definite al § 3.2.3 delle NTC 2018.

Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti, è necessario predisporre specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismiche.

### 9.1.1 Definizione categoria di sottosuolo locale

Per la definizione della categoria di sottosuolo, come anticipato al capitolo precedente, ci si è riferiti alle risultanze di una campagna di indagine di prospezione sismica dei terreni a mezzo di **N° 2 indagine sismica con metodologia Re.Mi. (Refraction Microtremor)** e **N° 2 indagine sismica con metodologia MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves)** eseguite con sismografo DoReMi RS232 a 12 canali e 16 bit della SARA Electronic Instruments con geofoni a 4.5 Hz, attraverso uno stendimento di 44,00 mt con distanza geofonica pari a 4,00 mt, elaborate per mezzo del software MASW ver. 4.1.0.0.

L'**analisi sismica** di sito, effettuata tramite l'utilizzo di antenne sismiche e metodologie **Re.Mi. (Refraction Microtremor)** e **MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves)**, consente di determinare il profilo di rigidezza del sito (velocità delle onde di taglio  $S$ ) tramite la misura di velocità di propagazione delle onde di superficie (onde di Rayleigh) ed un successivo processo di inversione. Le sorgenti sismiche sono rappresentate da una sorgente sismica passiva "rumori ambientali", o microtremori, costantemente generati da disturbi naturali o artificiali per la prova con metodologie **Re.Mi. (Refraction Microtremor)** e da una sorgente sismica attiva, quale una mazza del peso di 5 kg battente verticalmente su una piastra circolare in acciaio del diametro di 220 mm, per la prova con metodologie **MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves)**.

Le metodologie sopra riportate permettono altresì di definire il parametro  $V_{s_{eq}}$  utile per la classificazione dei terreni nelle categorie di suolo da utilizzare in seguito per la progettazione delle costruzioni secondo la normativa antisismica.

L'elaborazione del segnale consiste nell'operare una trasformata bidimensionale "slowness-frequency" (p-f), che analizza l'energia di propagazione del rumore in entrambe le direzioni (orizzontale e verticale) della linea sismica, e nel rappresentarne poi lo spettro di potenza su un grafico p-f (Fig. 9.2).

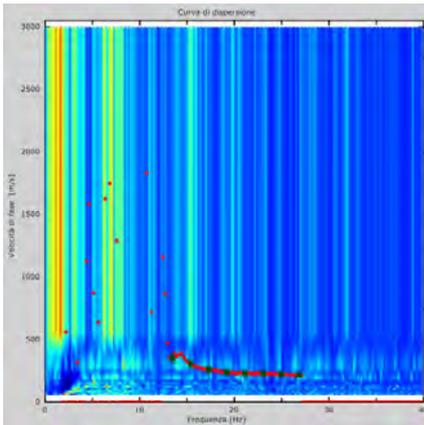


Fig. 9.2: Esempio di spettro di potenza p-f con picking.

Nell'immagine, riportata sopra, sono evidenziati gli andamenti che possiedono sia una spiccata coerenza di fase che una potenza rilevante, e ciò consente un riconoscimento visivo delle onde di Rayleigh in quanto queste presentano un carattere dispersivo rispetto a quelle riconducibili ad altre modalità e tipi d'onda.

Sullo spettro di frequenza è eseguito un "picking" (soprassegno con quadratini neri) attribuendo ad un certo numero di punti una o più slowness (inverso della velocità di fase) per alcune frequenze (Fig. 9.2).

Tali valori poi sono riportati su di un diagramma periodo-velocità di fase (Fig. 9.3) per l'analisi della curva di dispersione e l'ottimizzazione di un modello interpretativo.

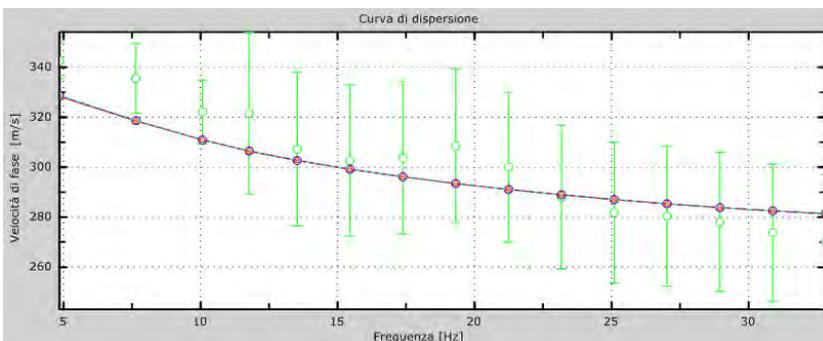


Fig. 9.3: Esempio di diagramma periodo-velocità di fase estratto dalla prova Re.Mi.

Variando la geometria del modello interpretativo ed i valori di velocità delle onde "S" si modifica automaticamente la curva calcolata di dispersione, rappresentata con il colore magenta nella figura 3; si consegue un buon fitting con i valori sperimentali e si assume tale modello come interpretativo.

Lo studio dello spettro di potenza permette in definitiva la ricostruzione di un modello sismico monodimensionale del sottosuolo, con le velocità delle onde di superficie "S" (espresse in m/s) e la profondità (espressa in metri).

Si riporta di seguito la documentazione fotografica e la restituzione grafica delle risultanze dell'indagine in oggetto.

9.1.1.1 Area interessata dalla realizzazione del campo fotovoltaico

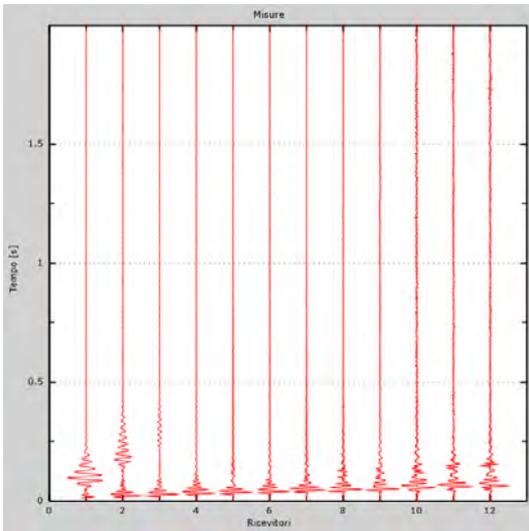
- LOTTO SP\_1:

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**

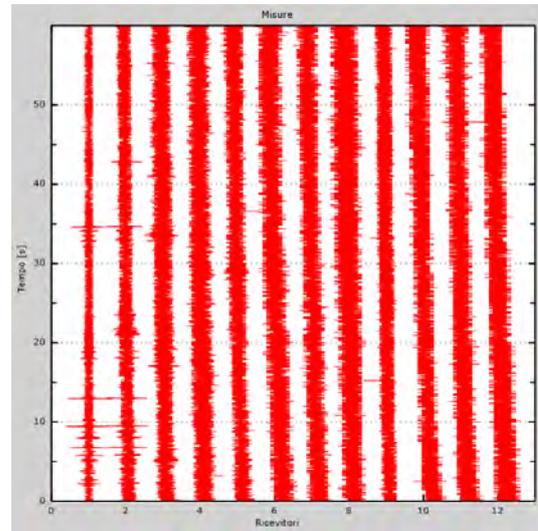


Fig. 9.4.1: Documentazione fotografica Indagini Sismiche Re.Mi.-MASW

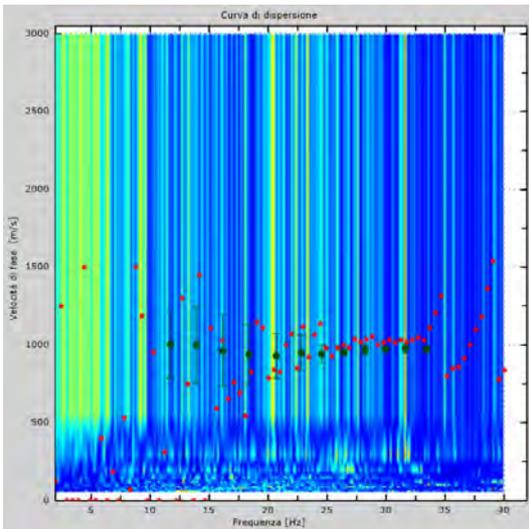
**RESTITUZIONE GRAFICA INDAGINE RE.MI. - MASW**



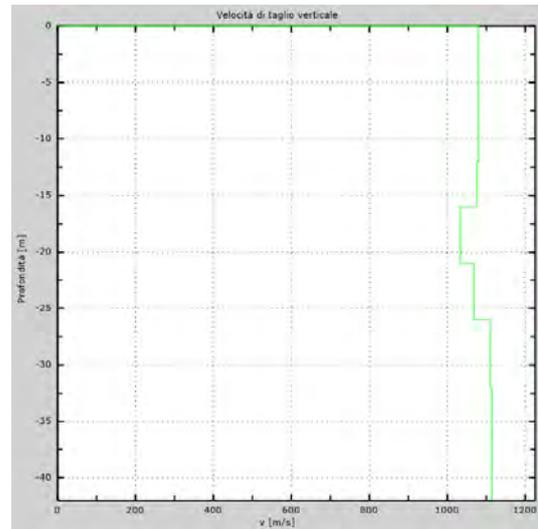
**Fig. 9.5.1 Tracce sperimentali MASW**



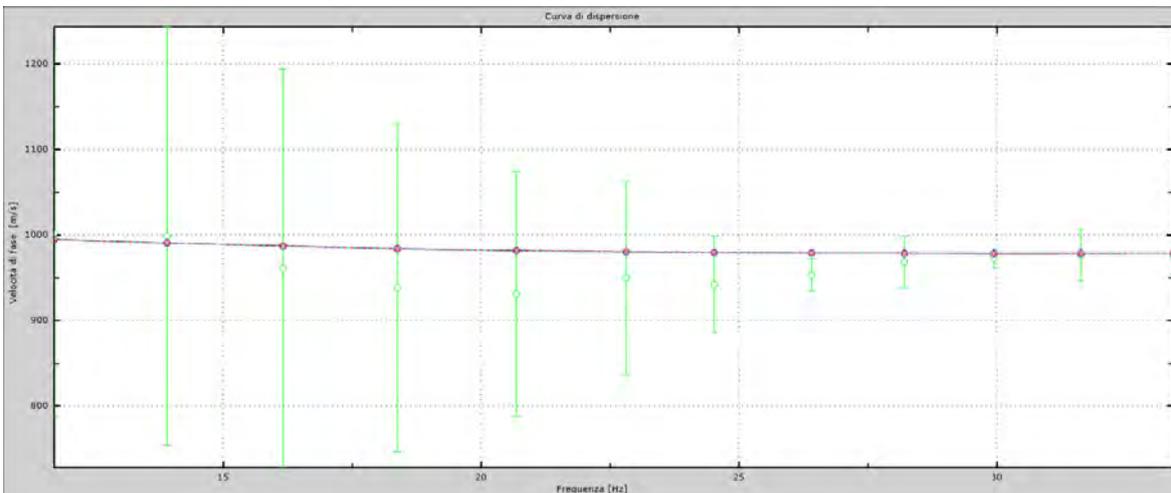
**Fig. 9.6.1 Tracce sperimentali RE.MI**



**Fig. 9.7.1 Curva di dispersione nel piano f-p**



**Fig. 9.8.1 Profilo Vs numerico**



**Fig. 9.9.1 Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente (blu), curva numerica (rosso)**

Dall'analisi sismica in sito effettuata tramite la metodologia **Re.Mi. (Refraction Microtremor)** e **MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves)** di cui sopra ci si è ricavati un valore di  $V_{S_{30}}$ , che considerando che nell'area di studio la profondità del substrato è subaffiorante, coincide con la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{s,eq}$ , sulla base della quale è possibile classificare il sottosuolo di fondazione come segue:

**Tabella: Classificazione della categoria di sottosuolo**

<b><math>V_{s,eq}</math> (m/s)</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Stima categoria sottosuolo</b>
<b>1073,0</b>	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>A</b>

- LOTTO SP\_2 assimilato al LOTTO SP\_3 per conformazione geo-litologica-morfologica:

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**

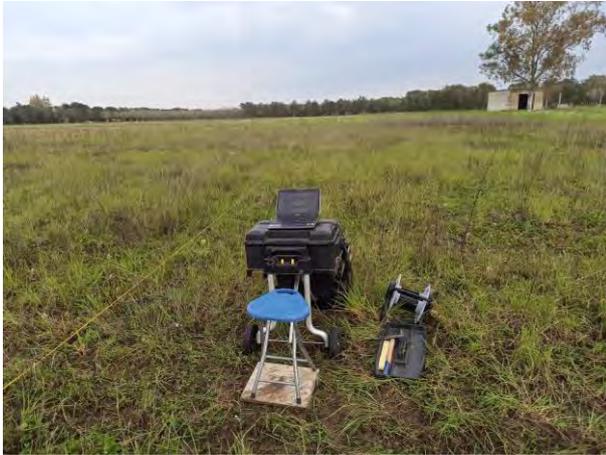


Fig. 9.4.2: Documentazione fotografica Indagini Sismiche Re.Mi.-MASW

### RESTITUZIONE GRAFICA INDAGINE RE.MI. - MASW

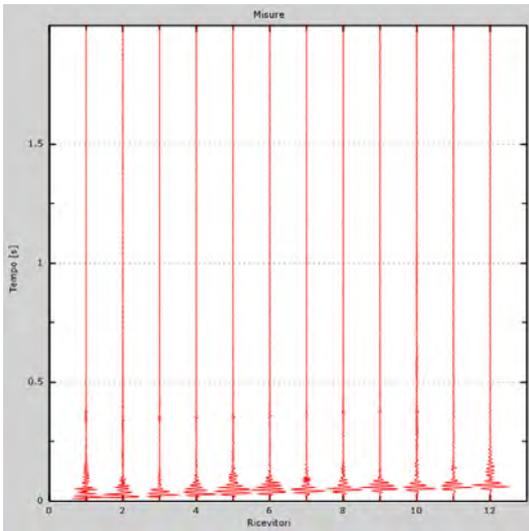


Fig. 9.5.2 Tracce sperimentali MASW

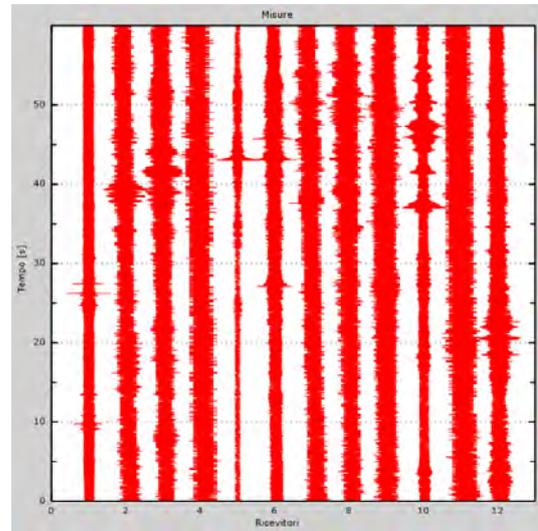


Fig. 9.6.2 Tracce sperimentali RE.MI

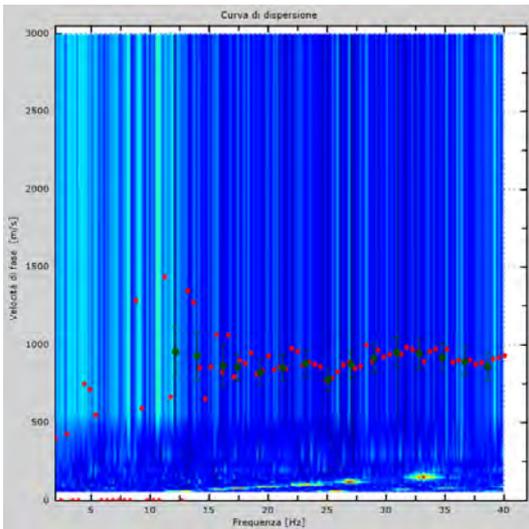


Fig. 9.7.2 Curva di dispersione nel piano f-p

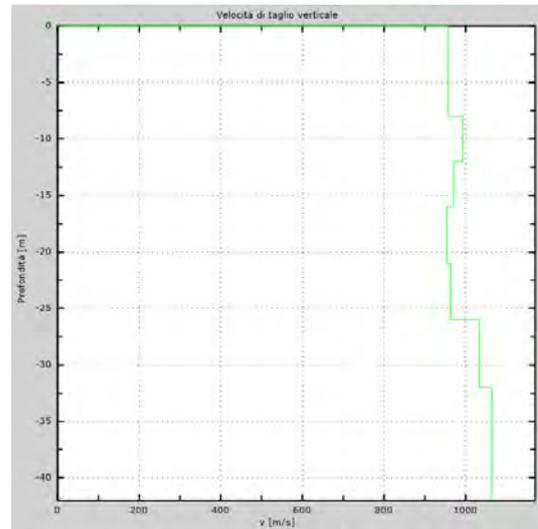


Fig. 9.8.2 Profilo Vs numerico

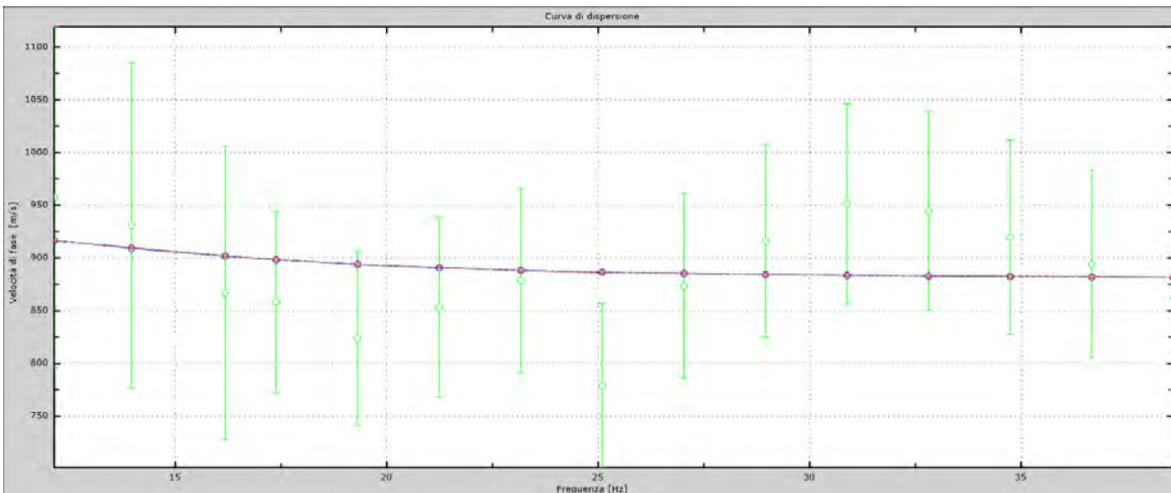


Fig. 9.9.2 Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente (blu), curva numerica (rosso)

Dall'analisi sismica in sito effettuata tramite la metodologia **Re.Mi. (Refraction Microtremor)** e **MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves)** di cui sopra ci si è ricavati un valore di  $V_{S_{30}}$ , che considerando che nell'area di studio la profondità del substrato è subaffiorante, coincide con la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{s,eq}$ , sulla base della quale è possibile classificare il sottosuolo di fondazione come segue:

**Tabella: Classificazione della categoria di sottosuolo**

<b><math>V_{s,eq}</math> (m/s)</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Stima categoria sottosuolo</b>
<b>973,0</b>	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>A</b>

- LOTTO SP\_4 assimilato al LOTTO SP\_5 per conformazione geo-litologica-morfologica:

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**



Fig. 9.4.3: Documentazione fotografica Indagini Sismiche Re.Mi.-MASW

### RESTITUZIONE GRAFICA INDAGINE RE.MI. - MASW

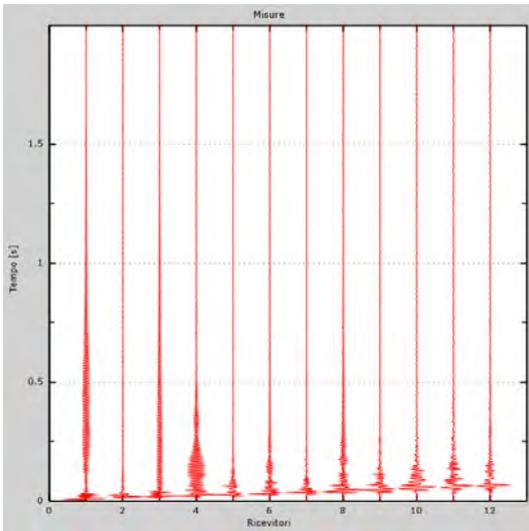


Fig. 9.5.3 Tracce sperimentali MASW

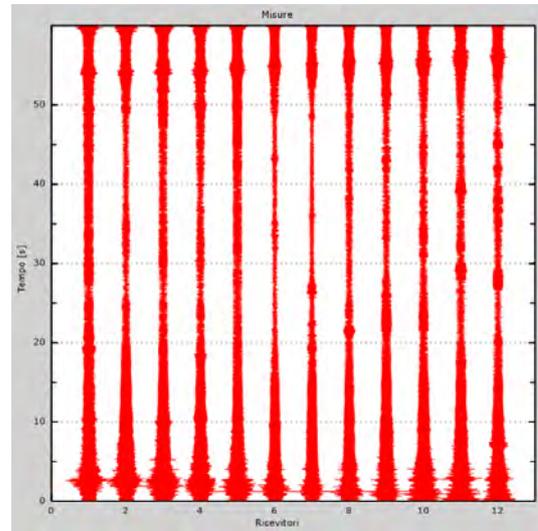


Fig. 9.6.3 Tracce sperimentali RE.MI

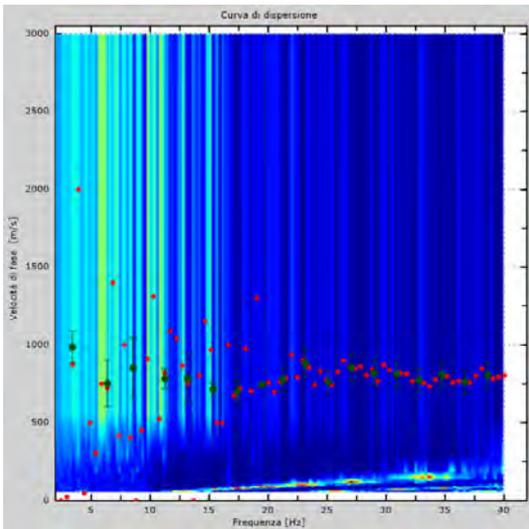


Fig. 9.7.3 Curva di dispersione nel piano f-p

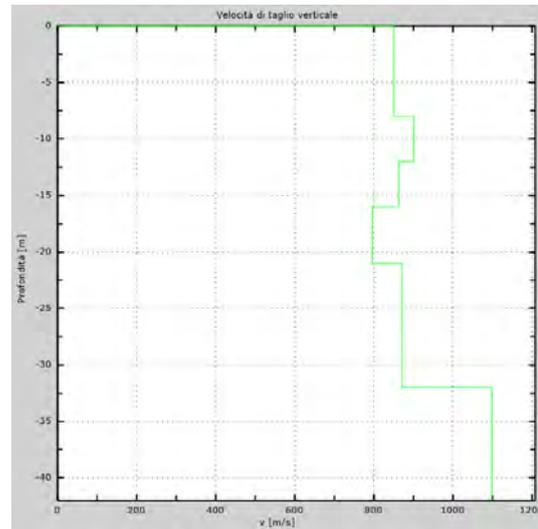


Fig. 9.8.3 Profilo Vs numerico

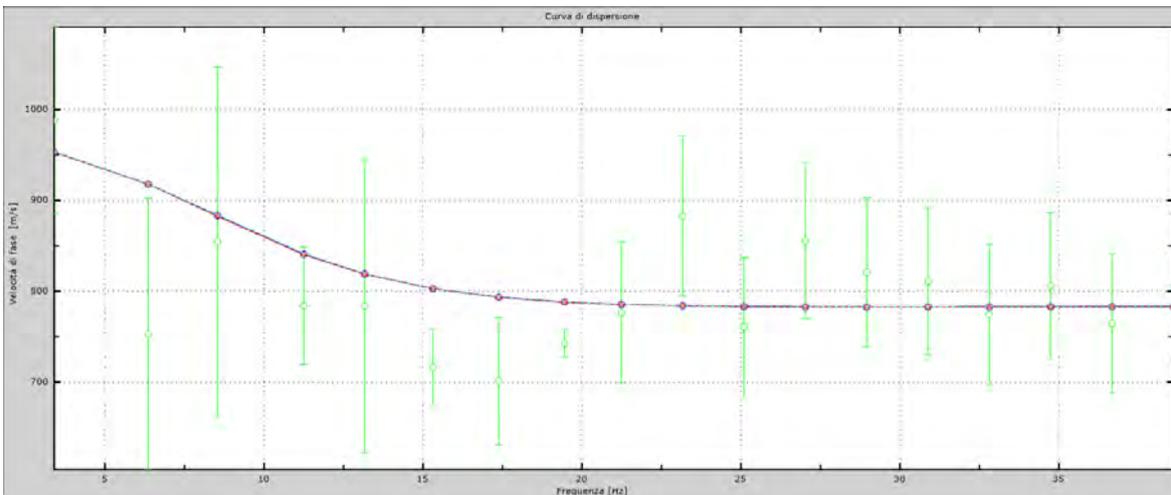


Fig. 9.9.3 Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente (blu), curva numerica (rosso)

Dall'analisi sismica in sito effettuata tramite la metodologia **Re.Mi. (Refraction Microtremor)** e **MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves)** di cui sopra ci si è ricavati un valore di  $V_{S_{30}}$ , che considerando che nell'area di studio la profondità del substrato è subaffiorante, coincide con la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{s,eq}$ , sulla base della quale è possibile classificare il sottosuolo di fondazione come segue:

**Tabella: Classificazione della categoria di sottosuolo**

<b><math>V_{s,eq}</math> (m/s)</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Stima categoria sottosuolo</b>
<b>854,0</b>	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>A</b>

### 9.1.1.2 Area interessata dalla realizzazione della cabina di consegna/sottostazione

#### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Fig. 9.4.4: Documentazione fotografica Indagini Sismiche Re.Mi.-MASW

**RESTITUZIONE GRAFICA INDAGINE RE.MI. - MASW**

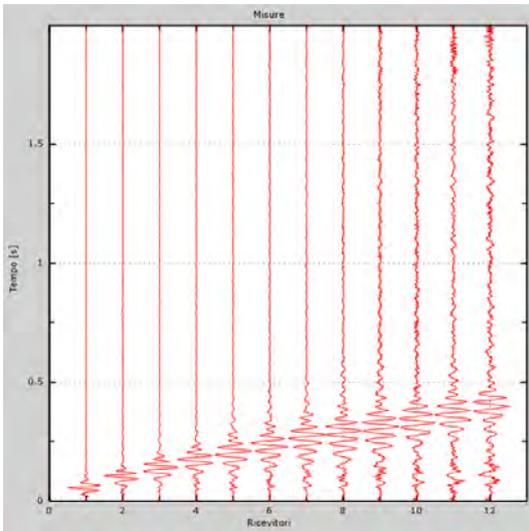


Fig. 9.5.4 Tracce sperimentali MASW

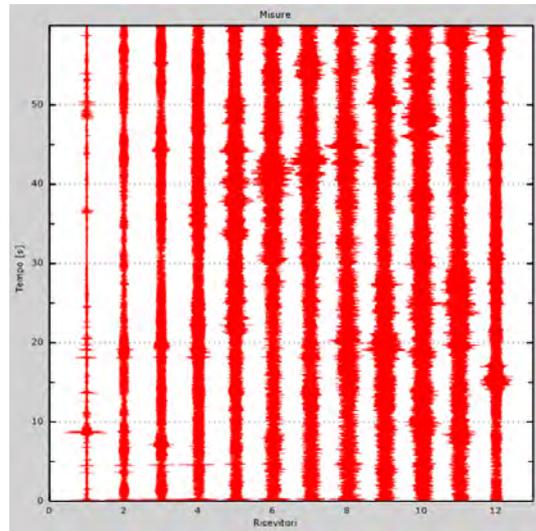


Fig. 9.6.4 Tracce sperimentali RE.MI

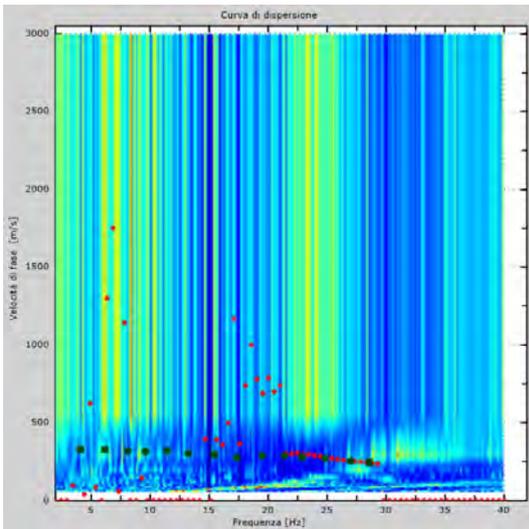


Fig. 9.7.4 Curva di dispersione nel piano f-p

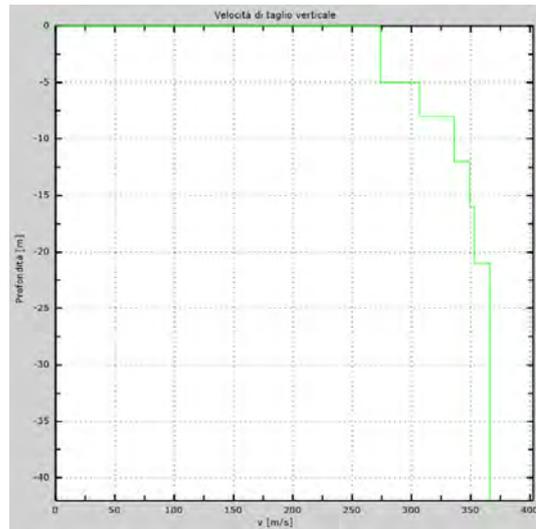


Fig. 9.8.4 Profilo Vs numerico

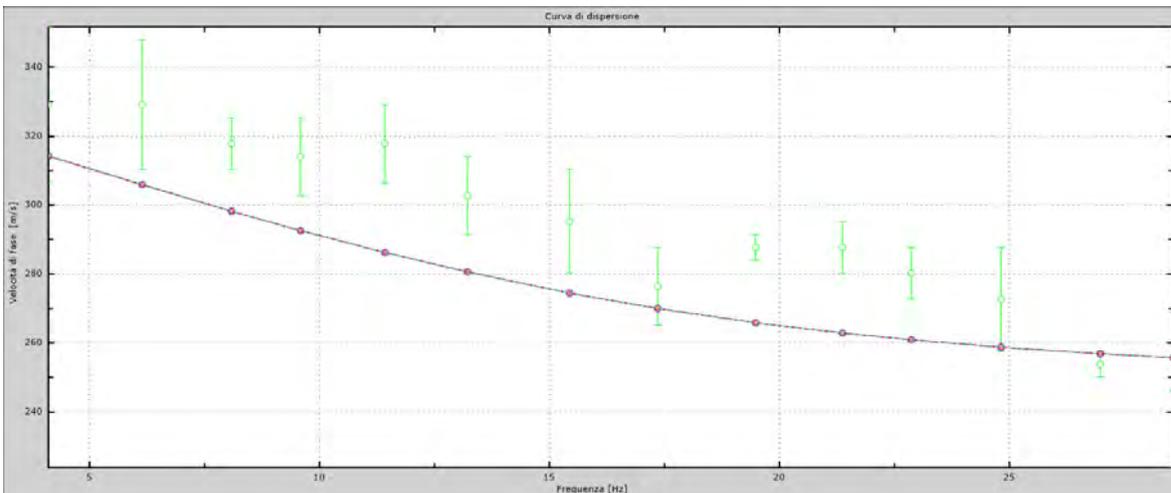


Fig. 9.9.4 Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente (blu), curva numerica (rosso)

Dall'analisi sismica in sito effettuata tramite la metodologia **Re.Mi. (Refraction Microtremor)** e **MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves)** di cui sopra ci si è ricavati un valore di  $VS_{30}$ , che considerando che nell'area di studio la profondità del substrato è superiore a 30 m, coincide con la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{s,eq}$ , sulla base della quale è possibile classificare il sottosuolo di fondazione come segue:

**Tabella: Classificazione della categoria di sottosuolo**

$V_{s,eq}$ (m/s)	Descrizione	Stima categoria sottosuolo
<b>332,00</b>	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.	<b>C</b>

## 9.2 CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

### 9.2.1 Definizione condizioni topografiche locali

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione (Tab. 3.2.III - NTC-2018):

**Tabella 3.2.III – Categorie topografiche**

CATEGORIA	CARATTERISTICHE DELLA SUPERFICIE TOPOGRAFICA
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Trovandoci in condizioni superficiali semplici sulla base di quanto sopra esposto, è possibile classificare le condizioni topografiche dell'area indagata come rientranti nella categoria **T1** "Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ ".

### 9.3 PARAMETRI E COEFFICIENTI SISMICI LOCALI

Sulla base delle considerazioni esposte nei capitoli precedenti sono state determinati, attraverso l'utilizzo del software con **GeoStru PS Parametri sismici v. 1.5** (disponibile sul sito internet <https://geoapp.eu/parametrisismici2018/>), i parametri e coefficienti sismici associato a ciascuno stato limite secondo le NTC 2018 e la Circolare Ministeriale n. 7 del 21.01.2019, come di seguito riportati.

#### 9.3.1 Area interessata dalla realizzazione del campo fotovoltaico

##### - LOTTO SP\_1

PARAMETRO	VALORE
Tipo di costruzione (Tab. 2.4.I NTC-2018)	2. Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari
Vita nominale di progetto ( $V_N$ ) (Tab. 2.4.I NTC-2018)	Valore minimo $V_N = 50$ anni
Classe d'uso dell'opera (§ 2.4.2 NTC-2018)	Classe II - Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali,....
Coefficiente d'uso (§ 2.4.2 NTC-2018, Tab. 2.4.II)	$C_U = 1,0$
Categoria di sottosuolo (§ 3.2.2 NTC-2018 Tab. 3.2.II)	A ( $V_{S,eq} = 1073,00$ m/s)
Categoria topografica (§ 3.2.2 NTC-2018 Tab. 3.2.III)	T1
Periodo di riferimento per l'azione sismica (§ 2.4.3 NTC-2018 Tab. 2.4.II)	$V_R = V_N \cdot C_U = 50$ anni
Classificazione sismica (Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n°3274/03 come recepita dalla Regione Puglia con DGR n. 153 del 02.03.2004) come da figura di seguito riportata	Comune di Mesagne (BR) – ZONA 4
Coordinate geografiche del sito espresse in WGS84	Latitudine: 40.475346° Longitudine: 17.781880°
Punti della maglia	1                      34586                      2                      34587
	3                      34365                      4                      34364

#### PARAMETRI SISMICI:

STATO LIMITE	Probabilità di superamento (%)	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_c^*$ [s]
SLO	81	30	0,016	2,329	0,159
SLD	63	50	0,021	2,348	0,235
SLV	10	475	0,049	2,589	0,455
SLC	5	975	0,059	2,729	0,511

SLO = Stato Limite di Operatività - SLD = Stato Limite di Danno - SLV = Stato Limite di salvaguardia della Vita - SLC = Stato Limite di prevenzione del Collasso –  $T_R$  = Tempo di ritorno –  $a_g$  = accelerazione orizzontale massima del terreno –  $F_0$  = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale –  $T_c^*$  = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

#### COEFFICIENTI SISMICI:

STATO LIMITE	$S_S$ [-]	$C_c$ [-]	$S_T$ [-]	$K_h$ [-]	$K_v$ [-]	$A_{max}$ [ $m/s^2$ ]	Beta [-]
SLO	1,000	1,000	1,000	0,003	0,002	0,159	0,200
SLD	1,000	1,000	1,000	0,004	0,002	0,210	0,200
SLV	1,000	1,000	1,000	0,010	0,005	0,481	0,200
SLC	1,000	1,000	1,000	0,012	0,006	0,575	0,200

$S_S$  = coefficiente di amplificazione stratigrafica –  $S_T$  = coefficiente di amplificazione topografica –  $C_c$  = coefficiente funzione della categoria di sottosuolo –  $K_h$  = Coefficiente sismico orizzontale –  $K_v$  = Coefficiente sismico verticale –  $A_{max}$  = Accelerazione orizzontale massima attesa – Beta = Coefficiente di riduzione per  $A_{max}$ .

Trovandoci nelle condizioni in cui l'accelerazione massima attesa al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) risulta minore di 0,1g, il sito in oggetto rientra tra quelli per i quali è prevista l'esclusione dalla verifica a liquefazione.

### - LOTTO SP\_2

PARAMETRO	VALORE
Tipo di costruzione (Tab. 2.4.I NTC-2018)	2. Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari
Vita nominale di progetto ( $V_N$ ) (Tab. 2.4.I NTC-2018)	Valore minimo $V_N = 50$ anni
Classe d'uso dell'opera (§ 2.4.2 NTC-2018)	Classe II - Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali,....
Coefficiente d'uso (§ 2.4.2 NTC-2018, Tab. 2.4.II)	$C_U = 1,0$
Categoria di sottosuolo (§ 3.2.2 NTC-2018 Tab. 3.2.II)	A ( $V_{s,eq} = 973,00$ m/s)
Categoria topografica (§ 3.2.2 NTC-2018 Tab. 3.2.III)	T1
Periodo di riferimento per l'azione sismica (§ 2.4.3 NTC-2018 Tab. 2.4.II)	$V_R = V_N \cdot C_U = 50$ anni
Classificazione sismica (Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n°3274/03 come recepita dalla Regione Puglia con DGR n. 153 del 02.03.2004) come da figura di seguito riportata	Comune di Torre Santa Susanna (BR) – ZONA 4
Coordinate geografiche del sito espresse in WGS84	Latitudine: 40.469960° Longitudine: 17.782696°
Punti della maglia	1                      34586                      2                      34587
	3                      34365                      4                      34364

### PARAMETRI SISMICI:

STATO LIMITE	Probabilità di superamento (%)	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_c^*$ [s]
SLO	81	30	0,016	2,328	0,159
SLD	63	50	0,021	2,348	0,235
SLV	10	475	0,049	2,589	0,455
SLC	5	975	0,059	2,736	0,511

SLO = Stato Limite di Operatività - SLD = Stato Limite di Danno - SLV = Stato Limite di salvaguardia della Vita - SLC = Stato Limite di prevenzione del Collasso -  $T_R$  = Tempo di ritorno -  $a_g$  = accelerazione orizzontale massima del terreno -  $F_0$  = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale -  $T_c^*$  = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

### COEFFICIENTI SISMICI:

STATO LIMITE	$S_S$ [-]	$C_c$ [-]	$S_T$ [-]	$Kh$ [-]	$Kv$ [-]	$A_{max}$ [ $m/s^2$ ]	Beta [-]
SLO	1,000	1,000	1,000	0,003	0,002	0,159	0,200
SLD	1,000	1,000	1,000	0,004	0,002	0,210	0,200
SLV	1,000	1,000	1,000	0,010	0,005	0,482	0,200
SLC	1,000	1,000	1,000	0,012	0,006	0,576	0,200

$S_S$  = coefficiente di amplificazione stratigrafica -  $S_T$  = coefficiente di amplificazione topografica -  $C_c$  = coefficiente funzione della categoria di sottosuolo -  $Kh$  = Coefficiente sismico orizzontale -  $Kv$  = Coefficiente sismico verticale -  $A_{max}$  = Accelerazione orizzontale massima attesa - Beta = Coefficiente di riduzione per  $A_{max}$ .

Trovandoci nelle condizioni in cui l'accelerazione massima attesa al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) risulta minore di 0,1g, il sito in oggetto rientra tra quelli per i quali è prevista l'esclusione dalla verifica a liquefazione.

**- LOTTO SP\_3**

PARAMETRO	VALORE
Tipo di costruzione (Tab. 2.4.I NTC-2018)	2. Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari
Vita nominale di progetto ( $V_N$ ) (Tab. 2.4.I NTC-2018)	Valore minimo $V_N = 50$ anni
Classe d'uso dell'opera (§ 2.4.2 NTC-2018)	Classe II - Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali,....
Coefficiente d'uso (§ 2.4.2 NTC-2018, Tab. 2.4.II)	$C_U = 1,0$
Categoria di sottosuolo (§ 3.2.2 NTC-2018 Tab. 3.2.II)	A ( $V_{S,eq} = 973,00$ m/s)
Categoria topografica (§ 3.2.2 NTC-2018 Tab. 3.2.III)	T1
Periodo di riferimento per l'azione sismica (§ 2.4.3 NTC-2018 Tab. 2.4.II)	$V_R = V_N \cdot C_U = 50$ anni
Classificazione sismica (Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n°3274/03 come recepita dalla Regione Puglia con DGR n. 153 del 02.03.2004) come da figura di seguito riportata	Comune di Torre Santa Susanna (BR) – ZONA 4
Coordinate geografiche del sito espresse in WGS84	Latitudine: 40. 474254° Longitudine: 17. 764855°
Punti della maglia	1                      34586                      2                      34587
	3                      34365                      4                      34364

**PARAMETRI SISMICI:**

STATO LIMITE	Probabilità di superamento (%)	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_c^*$ [s]
SLO	81	30	0,016	2,330	0,160
SLD	63	50	0,021	2,347	0,235
SLV	10	475	0,049	2,596	0,455
SLC	5	975	0,059	2,736	0,510

SLO = Stato Limite di Operatività - SLD = Stato Limite di Danno - SLV = Stato Limite di salvaguardia della Vita - SLC = Stato Limite di prevenzione del Collasso –  $T_R$  = Tempo di ritorno –  $a_g$  = accelerazione orizzontale massima del terreno –  $F_o$  = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale –  $T_c^*$  = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

**COEFFICIENTI SISMICI:**

STATO LIMITE	$S_S$ [-]	$C_c$ [-]	$S_T$ [-]	$Kh$ [-]	$Kv$ [-]	$A_{max}$ [m/s <sup>2</sup> ]	Beta [-]
SLO	1,000	1,000	1,000	0,003	0,002	0,160	0,200
SLD	1,000	1,000	1,000	0,004	0,002	0,211	0,200
SLV	1,000	1,000	1,000	0,010	0,005	0,482	0,200
SLC	1,000	1,000	1,000	0,012	0,006	0,575	0,200

$S_S$  = coefficiente di amplificazione stratigrafica –  $S_T$  = coefficiente di amplificazione topografica –  $C_c$  = coefficiente funzione della categoria di sottosuolo –  $Kh$  = Coefficiente sismico orizzontale –  $Kv$  = Coefficiente sismico verticale –  $A_{max}$  = Accelerazione orizzontale massima attesa – Beta = Coefficiente di riduzione per  $A_{max}$ .

Trovandoci nelle condizioni in cui l'accelerazione massima attesa al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) risulta minore di 0,1g, il sito in oggetto rientra tra quelli per i quali è prevista l'esclusione dalla verifica a liquefazione.

**- LOTTO SP\_4**

PARAMETRO	VALORE
Tipo di costruzione (Tab. 2.4.I NTC-2018)	2. Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari
Vita nominale di progetto ( $V_N$ ) (Tab. 2.4.I NTC-2018)	Valore minimo $V_N = 50$ anni
Classe d'uso dell'opera (§ 2.4.2 NTC-2018)	Classe II - Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali,...
Coefficiente d'uso (§ 2.4.2 NTC-2018, Tab. 2.4.II)	$C_U = 1,0$
Categoria di sottosuolo (§ 3.2.2 NTC-2018 Tab. 3.2.II)	A ( $V_{S,eq} = 854,00$ m/s)
Categoria topografica (§ 3.2.2 NTC-2018 Tab. 3.2.III)	T1
Periodo di riferimento per l'azione sismica (§ 2.4.3 NTC-2018 Tab. 2.4.II)	$V_R = V_N \cdot C_U = 50$ anni
Classificazione sismica (Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n°3274/03 come recepita dalla Regione Puglia con DGR n. 153 del 02.03.2004) come da figura di seguito riportata	Comune di Torre Santa Susanna (BR) – ZONA 4
Coordinate geografiche del sito espresse in WGS84	Latitudine: 40.458228° Longitudine: 17.770367°
Punti della maglia	1                      34586                      2                      34587
	3                      34365                      4                      34364

**PARAMETRI SISMICI:**

STATO LIMITE	Probabilità di superamento (%)	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_c^*$ [s]
SLO	81	30	0,016	2,329	0,160
SLD	63	50	0,022	2,344	0,237
SLV	10	475	0,049	2,602	0,455
SLC	5	975	0,059	2,745	0,510

SLO = Stato Limite di Operatività - SLD = Stato Limite di Danno - SLV = Stato Limite di salvaguardia della Vita - SLC = Stato Limite di prevenzione del Collasso -  $T_R$  = Tempo di ritorno -  $a_g$  = accelerazione orizzontale massima del terreno -  $F_o$  = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale -  $T_c^*$  = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

**COEFFICIENTI SISMICI:**

STATO LIMITE	$S_S$ [-]	$C_c$ [-]	$S_T$ [-]	$Kh$ [-]	$Kv$ [-]	$A_{max}$ [m/s <sup>2</sup> ]	Beta [-]
SLO	1,000	1,000	1,000	0,003	0,002	0,161	0,200
SLD	1,000	1,000	1,000	0,004	0,002	0,212	0,200
SLV	1,000	1,000	1,000	0,010	0,005	0,484	0,200
SLC	1,000	1,000	1,000	0,012	0,006	0,577	0,200

$S_S$  = coefficiente di amplificazione stratigrafica -  $S_T$  = coefficiente di amplificazione topografica -  $C_c$  = coefficiente funzione della categoria di sottosuolo -  $Kh$  = Coefficiente sismico orizzontale -  $Kv$  = Coefficiente sismico verticale -  $A_{max}$  = Accelerazione orizzontale massima attesa - Beta = Coefficiente di riduzione per  $A_{max}$ .

Trovandoci nelle condizioni in cui l'accelerazione massima attesa al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) risulta minore di 0,1g, il sito in oggetto rientra tra quelli per i quali è prevista l'esclusione dalla verifica a liquefazione.

**- LOTTO SP\_5**

PARAMETRO	VALORE
Tipo di costruzione (Tab. 2.4.I NTC-2018)	2. Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari
Vita nominale di progetto ( $V_N$ ) (Tab. 2.4.I NTC-2018)	Valore minimo $V_N = 50$ anni
Classe d'uso dell'opera (§ 2.4.2 NTC-2018)	Classe II - Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali,....
Coefficiente d'uso (§ 2.4.2 NTC-2018, Tab. 2.4.II)	$C_U = 1,0$
Categoria di sottosuolo (§ 3.2.2 NTC-2018 Tab. 3.2.II)	A ( $V_{S,eq} = 854,00$ m/s)
Categoria topografica (§ 3.2.2 NTC-2018 Tab. 3.2.III)	T1
Periodo di riferimento per l'azione sismica (§ 2.4.3 NTC-2018 Tab. 2.4.II)	$V_R = V_N \cdot C_U = 50$ anni
Classificazione sismica (Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n°3274/03 come recepita dalla Regione Puglia con DGR n. 153 del 02.03.2004) come da figura di seguito riportata	Comune di Torre Santa Susanna (BR) – ZONA 4
Coordinate geografiche del sito espresse in WGS84	Latitudine: 40.452970° Longitudine: 17.769336°
Punti della maglia	1      34586      2      34587
	3      34365      4      34364

**PARAMETRI SISMICI:**

STATO LIMITE	Probabilità di superamento (%)	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_c^*$ [s]
SLO	81	30	0,016	2,329	0,160
SLD	63	50	0,022	2,343	0,237
SLV	10	475	0,049	2,605	0,455
SLC	5	975	0,059	2,749	0,510

SLO = Stato Limite di Operatività - SLD = Stato Limite di Danno - SLV = Stato Limite di salvaguardia della Vita - SLC = Stato Limite di prevenzione del Collasso -  $T_R$  = Tempo di ritorno -  $a_g$  = accelerazione orizzontale massima del terreno -  $F_o$  = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale -  $T_c^*$  = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

**COEFFICIENTI SISMICI:**

STATO LIMITE	$S_S$ [-]	$C_c$ [-]	$S_T$ [-]	$Kh$ [-]	$Kv$ [-]	$A_{max}$ [m/s <sup>2</sup> ]	Beta [-]
SLO	1,000	1,000	1,000	0,003	0,002	0,162	0,200
SLD	1,000	1,000	1,000	0,004	0,002	0,213	0,200
SLV	1,000	1,000	1,000	0,010	0,005	0,484	0,200
SLC	1,000	1,000	1,000	0,012	0,006	0,578	0,200

$S_S$  = coefficiente di amplificazione stratigrafica -  $S_T$  = coefficiente di amplificazione topografica -  $C_c$  = coefficiente funzione della categoria di sottosuolo -  $Kh$  = Coefficiente sismico orizzontale -  $Kv$  = Coefficiente sismico verticale -  $A_{max}$  = Accelerazione orizzontale massima attesa - Beta = Coefficiente di riduzione per  $A_{max}$ .

Trovandoci nelle condizioni in cui l'accelerazione massima attesa al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) risulta minore di 0,1g, il sito in oggetto rientra tra quelli per i quali è prevista l'esclusione dalla verifica a liquefazione.

**9.3.2 Area interessata dalla realizzazione della cabina di consegna/sottostazione**

PARAMETRO	VALORE
Tipo di costruzione (Tab. 2.4.I NTC-2018)	2. Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari
Vita nominale di progetto ( $V_N$ ) (Tab. 2.4.I NTC-2018)	Valore minimo $V_N = 50$ anni
Classe d'uso dell'opera (§ 2.4.2 NTC-2018)	Classe II - Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali,....
Coefficiente d'uso (§ 2.4.2 NTC-2018, Tab. 2.4.II)	$C_U = 1,0$
Categoria di sottosuolo (§ 3.2.2 NTC-2018 Tab. 3.2.II)	C ( $V_{s,eq} = 332,00$ m/s)
Categoria topografica (§ 3.2.2 NTC-2018 Tab. 3.2.III)	T1
Periodo di riferimento per l'azione sismica (§ 2.4.3 NTC-2018 Tab. 2.4.II)	$V_R = V_N \cdot C_U = 50$ anni
Classificazione sismica (Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n°3274/03 come recepita dalla Regione Puglia con DGR n. 153 del 02.03.2004) come da figura di seguito riportata	Comune di Erchie (BR) – ZONA 4
Coordinate geografiche del sito espresse in WGS84	Latitudine: 40. 400139° Longitudine: 17. 751397°
Punti della maglia	1                      34807                      2                      34808
	3                      35030                      4                      35029

**PARAMETRI SISMICI:**

STATO LIMITE	Probabilità di superamento (%)	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_c^*$ [s]
SLO	81	30	0,017	2,319	0,155
SLD	63	50	0,023	2,327	0,243
SLV	10	475	0,050	2,633	0,456
SLC	5	975	0,060	2,786	0,504

SLO = Stato Limite di Operatività - SLD = Stato Limite di Danno - SLV = Stato Limite di salvaguardia della Vita - SLC = Stato Limite di prevenzione del Collasso -  $T_R$  = Tempo di ritorno -  $a_g$  = accelerazione orizzontale massima del terreno -  $F_0$  = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale -  $T_c^*$  = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

**COEFFICIENTI SISMICI:**

STATO LIMITE	$S_S$ [-]	$C_c$ [-]	$S_T$ [-]	$K_h$ [-]	$K_v$ [-]	$A_{max}$ [ $m/s^2$ ]	Beta [-]
SLO	1,500	1,900	1,000	0,005	0,003	0,252	0,200
SLD	1,500	1,670	1,000	0,007	0,003	0,332	0,200
SLV	1,500	1,360	1,000	0,015	0,008	0,743	0,200
SLC	1,200	1,320	1,000	0,018	0,009	0,886	0,200

$S_S$  = coefficiente di amplificazione stratigrafica -  $S_T$  = coefficiente di amplificazione topografica -  $C_c$  = coefficiente funzione della categoria di sottosuolo -  $K_h$  = Coefficiente sismico orizzontale -  $K_v$  = Coefficiente sismico verticale -  $A_{max}$  = Accelerazione orizzontale massima attesa - Beta = Coefficiente di riduzione per  $A_{max}$ .

Trovandoci nelle condizioni in cui l'accelerazione massima attesa al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) risulta minore di 0,1g, il sito in oggetto rientra tra quelli per i quali è prevista l'esclusione dalla verifica a liquefazione.

## **10. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI DEPOSITI INDAGATI**

### **10.1 SISMICA A RIFRAZIONE**

Per la definizione delle caratteristiche geotecniche dei depositi indagati, come anticipato al 8, è stata realizzata a cura dello scrivente una campagna di indagine di prospezione sismica dei terreni per mezzo di N° 3 rilievi sismici tomografici a rifrazione in onda P (Rifrazione), con sismografo DoReMi RS232 a 12 canali e 16 bit della SARA Electronic Instruments con geofoni a 4.5 Hz, attraverso n° 3 stendimenti le cui risultanze sono state elaborate per mezzo del software EasyRefract versione: 2021.20.4.728 fornito dalla GeoStru.

Le indagini di sismica a rifrazione consentono di interpretare la stratigrafia del sottosuolo e la determinazione la velocità di propagazione delle onde e le costanti elastiche dei terreni attraversati, attraverso il principio fisico del fenomeno della rifrazione totale di un'onda sismica che incide su una discontinuità, individuata fra due corpi aventi proprietà meccaniche diverse (orizzonte rifrattorio). La condizione fondamentale per eseguire studi di sismica a rifrazione è quella per cui la successione di strati da investigare sia caratterizzata da velocità sismiche crescenti all'aumentare della profondità. In questo modo si possono valutare fino a 4 o 5 orizzonti rifrattori differenti.

Le prove si basano sulla misura dei tempi di percorso delle onde elastiche per le quali, ipotizzando le superfici di discontinuità estese rispetto alla lunghezza d'onda  $\lambda$ , comunque, con deboli curvature, i fronti d'onda sono rappresentati mediante i relativi raggi sismici. L'analisi si avvale, poi, del principio di Fermat e della legge di Snell.

Il principio di Fermat stabilisce che il raggio sismico percorre la distanza tra sorgente e rilevatore seguendo il percorso per cui il tempo di tragitto è minimo. Per tale principio, dato un piano che separa due mezzi con caratteristiche elastiche diverse, il raggio sismico è quello che si estende lungo un piano perpendicolare alla discontinuità contenente sia la sorgente che il ricevitore.

La legge di Snell è una formula che descrive le modalità di rifrazione di un raggio sismico nella transizione tra due mezzi caratterizzati da diversa velocità di propagazione delle onde  $v$ , equivalentemente, da diversi indici di rifrazione. L'angolo formato tra la superficie di discontinuità e il raggio sismico è chiamato angolo di incidenza  $\theta_i$  mentre quello formato tra il raggio rifratto e la superficie normale è detto angolo di rifrazione  $\theta_r$ . La formulazione matematica è:

$$v_2 \sin \theta_i = v_1 \sin \theta_r$$

Dove  $v_1$  e  $v_2$  sono le velocità dei due mezzi separati dalla superficie di discontinuità.

Per  $v_1 > v_2$  si ha che  $\theta_i > \theta_r$  e la sismica a rifrazione non è attuabile poiché il raggio rifratto andrebbe ad inclinarsi verso il basso. Per  $v_1 < v_2$  si ha che  $\theta_i < \theta_r$  ed esiste un angolo limite di incidenza per cui  $\theta_r = 90^\circ$  ed il raggio rifratto viaggia parallelamente alla superficie di discontinuità. L'espressione che definisce l'angolo limite è:

$$\theta_i = \arcsin(v_1 / v_2)$$

Il modo più semplice per analizzare i dati di rifrazione è quello di costruire un diagramma tempi-distanze in cui l'origine del sistema di riferimento è posto in corrispondenza della sorgente di generazione delle onde elastiche. In ascissa sono rappresentate le posizioni dei geofoni ed in ordinata i tempi dei primi arrivi. Ai geofoni più vicini alla sorgente giungono per primi gli impulsi che hanno seguito il percorso diretto in un tempo  $T$  dato dalla relazione

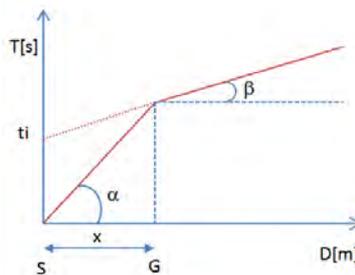
$$T = x_i / V_1$$

dove  $x_i$  è la distanza tra il punto di energizzazione e il punto di rilevazione.

L'equazione precedente rappresenta una retta che passa per l'origine degli assi tempi-distanze e il suo coefficiente angolare consente di calcolare la velocità  $V_1$  del primo mezzo come

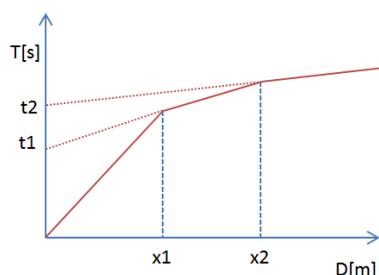
$$V_1 = 1 / \tan \alpha$$

I tempi di arrivo dei raggi rifratti, nel diagramma tempi-distanze, si dispongono secondo una retta che avrà pendenza minore di quella delle onde dirette.



La curva tempi-distanze tende ad avere un andamento regolare secondo una spezzata i cui vertici sono i chiamati *punti di ginocchio* e rappresentano, fisicamente, la condizione in cui si verifica l'arrivo contemporaneo delle onde dirette e rifratte. Per ciascuno di segmenti individuati si determina, dunque, il tempo di ritardo  $t_i$  che rappresenta la differenza tra il tempo che il raggio sismico impiega a percorrere un tratto alla velocità propria dello strato in cui si trasmette ed il tempo che impiegherebbe a viaggiare lungo la componente orizzontale di quel tratto alla massima velocità raggiunta in tutto il percorso di rifrazione.

Graficamente il tempo di ritardo è dato dall'intersezione della retta che comprende un segmento della curva tempi-distanze con l'asse dei tempi.

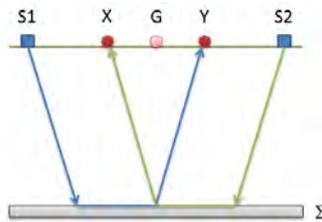


Infine, dalla conoscenza dei tempi  $t_i$  è possibile ricavare gli spessori dei rifrattori mediante la relazione:

$$h_{(i-1)} = \frac{V_{(i-1)}V_i}{2\sqrt{V_i^2 - V_{(i-1)}^2}} \left( t_i - \frac{2h_1\sqrt{V_i^2 - V_1^2}}{V_1V_i} - \dots - \frac{2h_{(i-2)}\sqrt{V_i^2 - V_{(i-2)}^2}}{V_1V_{(i-2)}} \right)$$

In situazioni morfologiche complesse può essere utilizzato come metodo di elaborazione il Metodo Reciproco Generalizzato (Generalized Reciprocal Method) discusso da Palmer nel 1980.

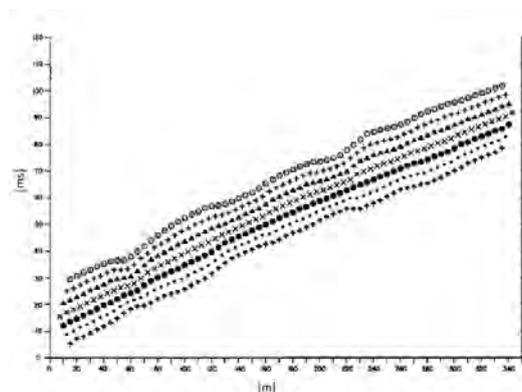
Il metodo è basato sulla ricerca di una distanza intergeofonica virtuale XY tale che i raggi sismici che partono da punti di energizzazione simmetrici rispetto allo stendimento, arrivino al geofono posto in posizione X e a quello posto in posizione Y provenendo da un medesimo punto del rifratore.



Il primo passo operativo è quello di costruire un diagramma tempi-distanze individuando nei sismogrammi ottenuti dai dati di campagna i primi arrivi delle onde sismiche. Per determinare la distanza XY ottimale è necessario considerare più punti di energizzazione tanto agli estremi quanto all'interno dello stendimento. Ciò permette di individuare con maggiore accuratezza i tempi relativi ad un medesimo rifratore utili a caratterizzare le dromocrone, fondamentali all'interpretazione. Nelle interpretazioni multi strato, la generazione delle dromocrone può sfruttare tecniche di phantoming per sopperire alla mancanza dei dati per alcuni rifrattori.

Dalla costruzione delle dromocrone è possibile determinare **la funzione velocità** secondo l'equazione

$$T_v = \frac{T_{S_1Y} - T_{S_2X} + T_{S_1S_2}}{2}$$



dove  $T_{S_1Y}$  e  $T_{S_2X}$  sono i tempi di percorrenza dei raggi sismici per giungere, rispettivamente, dalla sorgente S1 ad X e dalla sorgente S2 ad Y mentre  $T_{S_1S_2}$  è il tempo di tragitto tra i due punti di scoppio

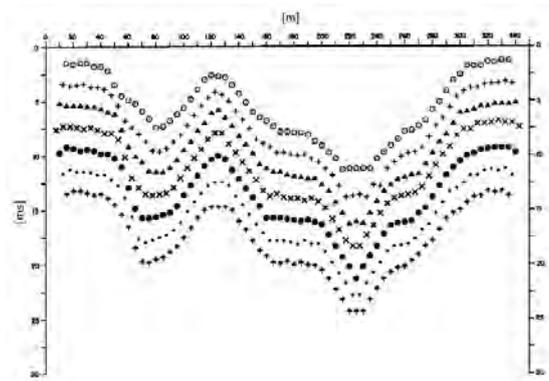
S1 ed S2, esternamente simmetrici rispetto allo stendimento.  $T_V$  è il tempo calcolato su un geofono G posto tra X ed Y, non necessariamente coincidente con la posizione di un geofono dello stendimento.

Il calcolo della funzione  $T_V$  viene eseguito per ogni valore di XY compreso tra zero e metà dello stendimento con variazione pari alla distanza reale tra i geofoni dello stendimento. La migliore retta di regressione delle funzioni velocità ottenute, permette di determinare l'XY ottimo e la velocità del rifrattore che è ricavata dal coefficiente angolare.

Per mezzo della **funzione tempo-profondità** è possibile trovare la profondità del rifrattore espressa in unità di tempo. L'espressione di tale funzione è:

$$T_G = \frac{T_{S_1Y} + T_{S_2X} - \left( T_{S_1S_2} + \frac{XY}{V_n} \right)}{2}$$

Dove  $V_n$  è la velocità del rifrattore.



Analogamente a quanto avviene per la funzione velocità si determinano diverse funzioni tempo-profondità per l'insieme dei valori XY di studio. Tra le funzioni trovate, quella che presenta la maggiore articolazione compete al valore di XY ottimo.

Infine, è possibile determinare lo spessore del rifrattore in corrispondenza delle posizioni dei geofoni G mediante la relazione:

$$h = T_G \sqrt{\frac{V_n XY}{2T_G}}$$

h rappresenta la profondità minima dal geofono G dunque la morfologia del rifrattore è definita dall'involuppo delle semicirconferenze di raggio h.

Uno dei principali vantaggi del G.R.M. è che il fattore di conversione della profondità è relativamente insensibile alle inclinazioni fino a circa 20°.

Si riporta di seguito le risultanze delle indagini eseguite.

## 10.2 RISULTANZE INDAGINI

### 10.2.1 Indagine n° 1 (LOTTO SP\_1)

Il rilievo sismico in oggetto è stato realizzato attraverso uno stendimento di lunghezza pari a 44,0 mt a 12 canali ed una distanza geofonica pari a 4,0 mt; l'energizzazione è stata ottenuta utilizzando una massa battente del peso di 5 kg ed una piastra circolare.

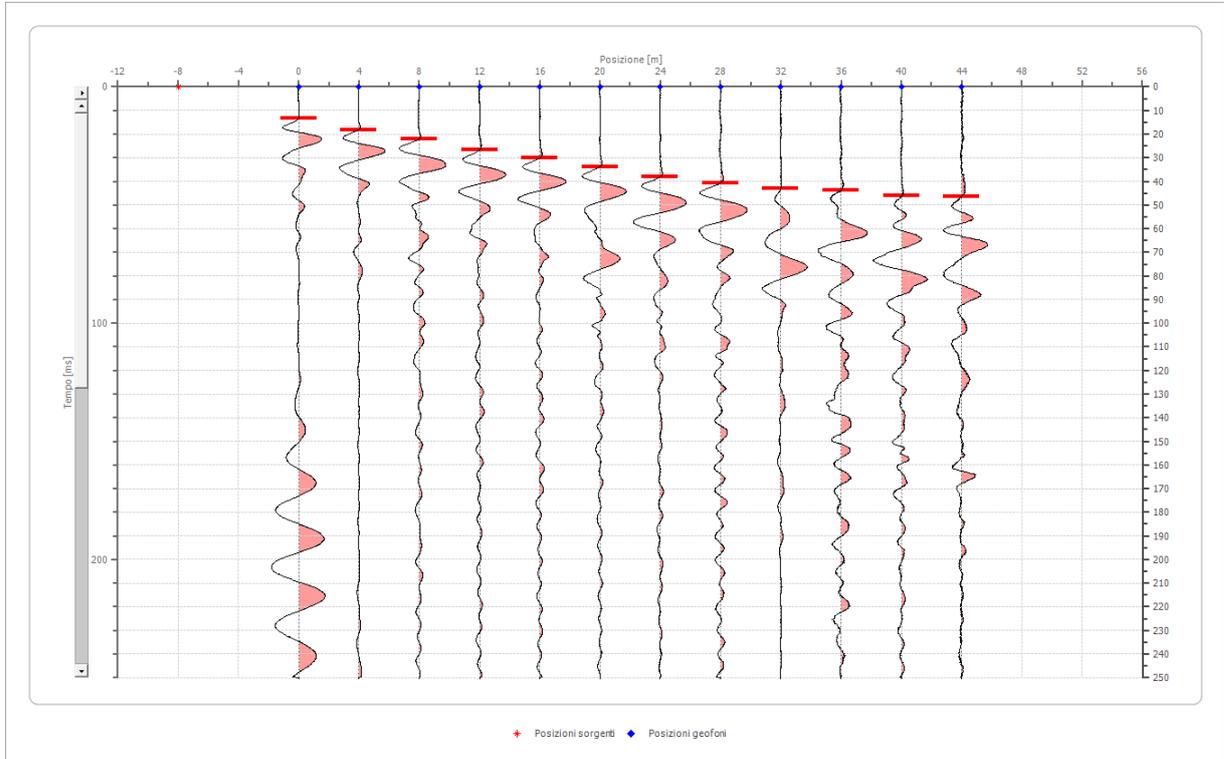
#### Geometria geofoni

N° geofoni	Posizione X [m]	Posizione Z [m]
1	0.0	62.0
2	4.0	62.0
3	8.0	62.0
4	12.0	62.0
5	16.0	62.0
6	20.0	62.0
7	24.0	62.0
8	28.0	62.0
9	32.0	62.0
10	36.0	62.0
11	40.0	62.0
12	44.0	62.0

## Dati battute

### Battuta 1

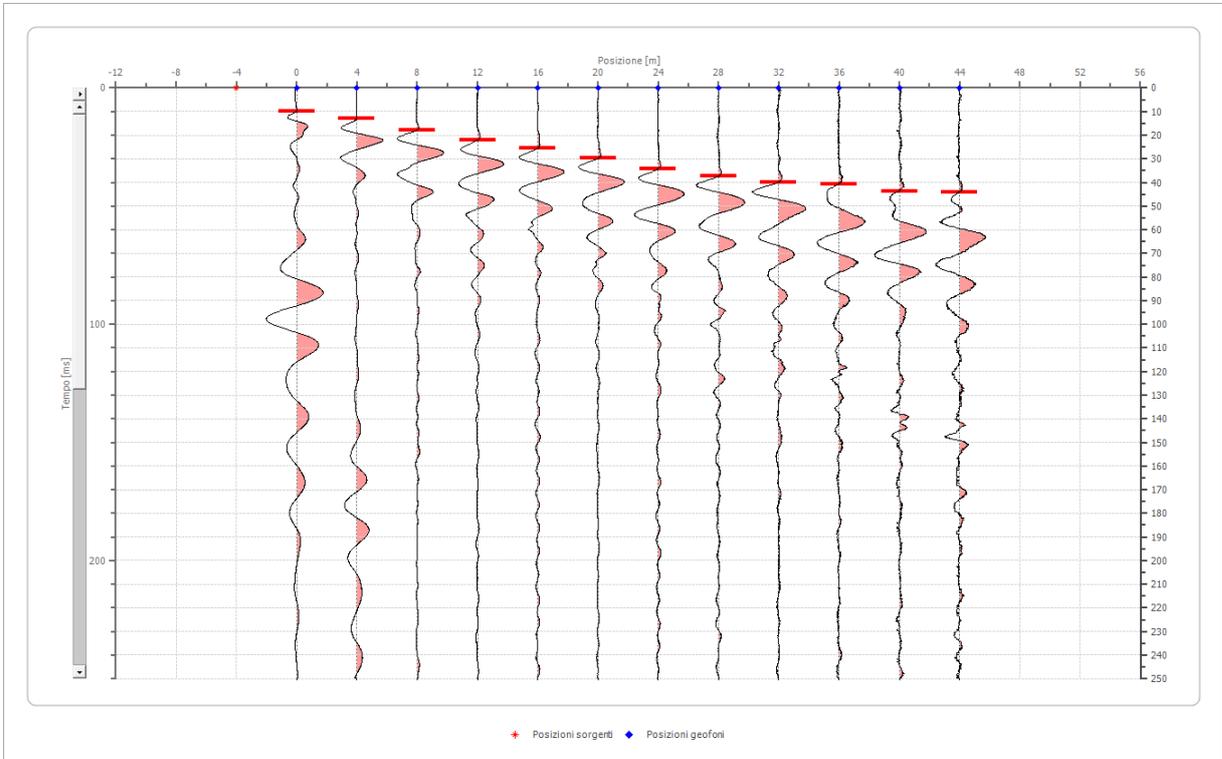
Posizione sorgente X            -8 [m]  
 Posizione sorgente Z            62 [m]



Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	13.3234
4.0	18.2721
8.0	22.0788
12.0	26.6469
16.0	30.0729
20.0	33.8796
24.0	38.0670
28.0	40.7317
32.0	43.0157
36.0	43.7770
40.0	46.0610
44.0	46.4417

**Battuta 2**

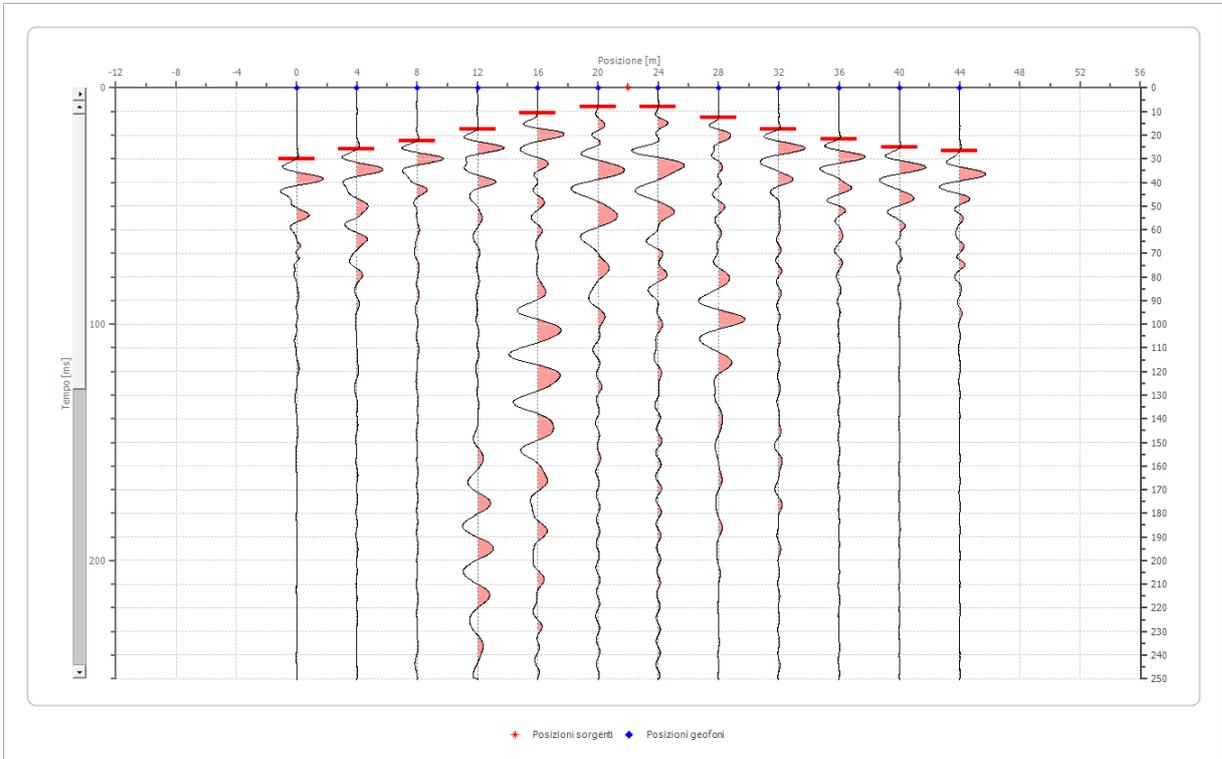
Posizione sorgente X                    -4 [m]  
 Posizione sorgente Z                    62 [m]



Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	9.8974
4.0	12.9428
8.0	17.8915
12.0	22.0788
16.0	25.5049
20.0	29.6922
24.0	34.2603
28.0	37.3056
32.0	39.9703
36.0	40.7317
40.0	43.7770
44.0	44.1577

**Battuta 3**

Posizione sorgente X            22 [m]  
 Posizione sorgente Z            62 [m]

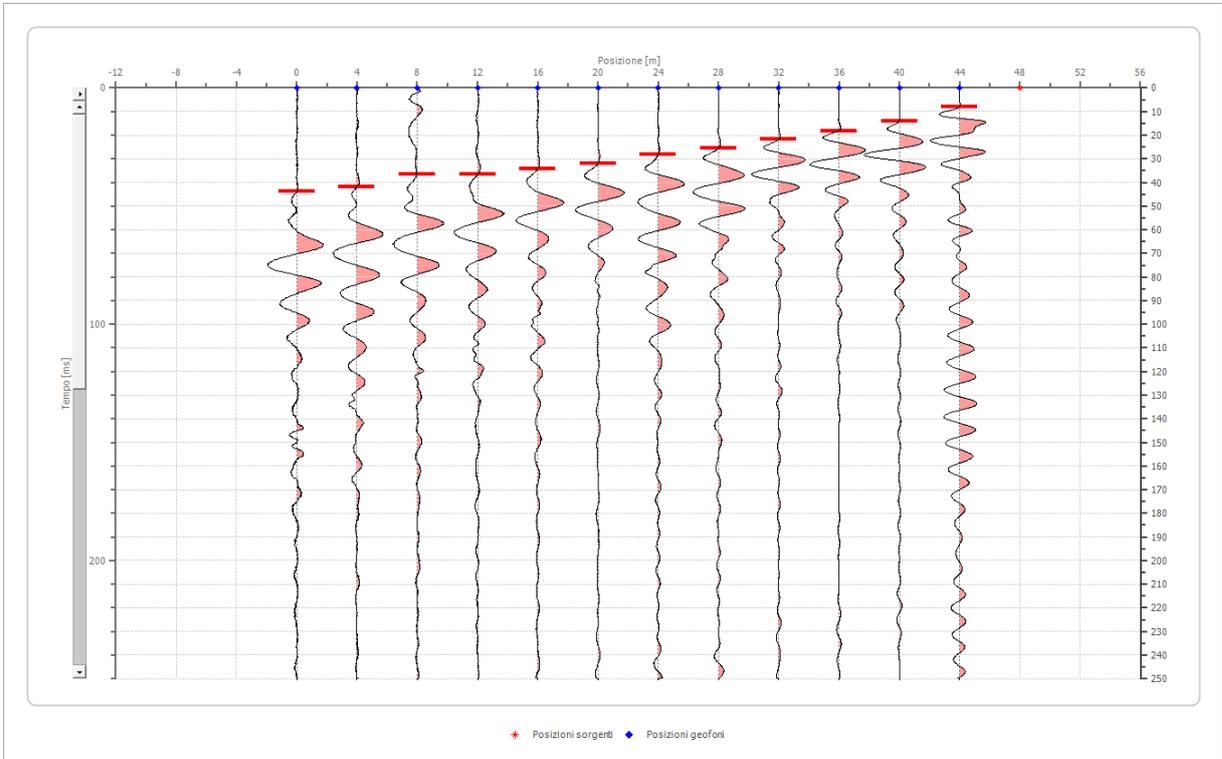


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	30.0729
4.0	25.8855
8.0	22.4595
12.0	17.5108
16.0	10.6588
20.0	7.9941
24.0	7.9941
28.0	12.5621
32.0	17.5108
36.0	21.6982
40.0	25.1242
44.0	26.6469

**Battuta 4**

Posizione sorgente X                    48 [m]

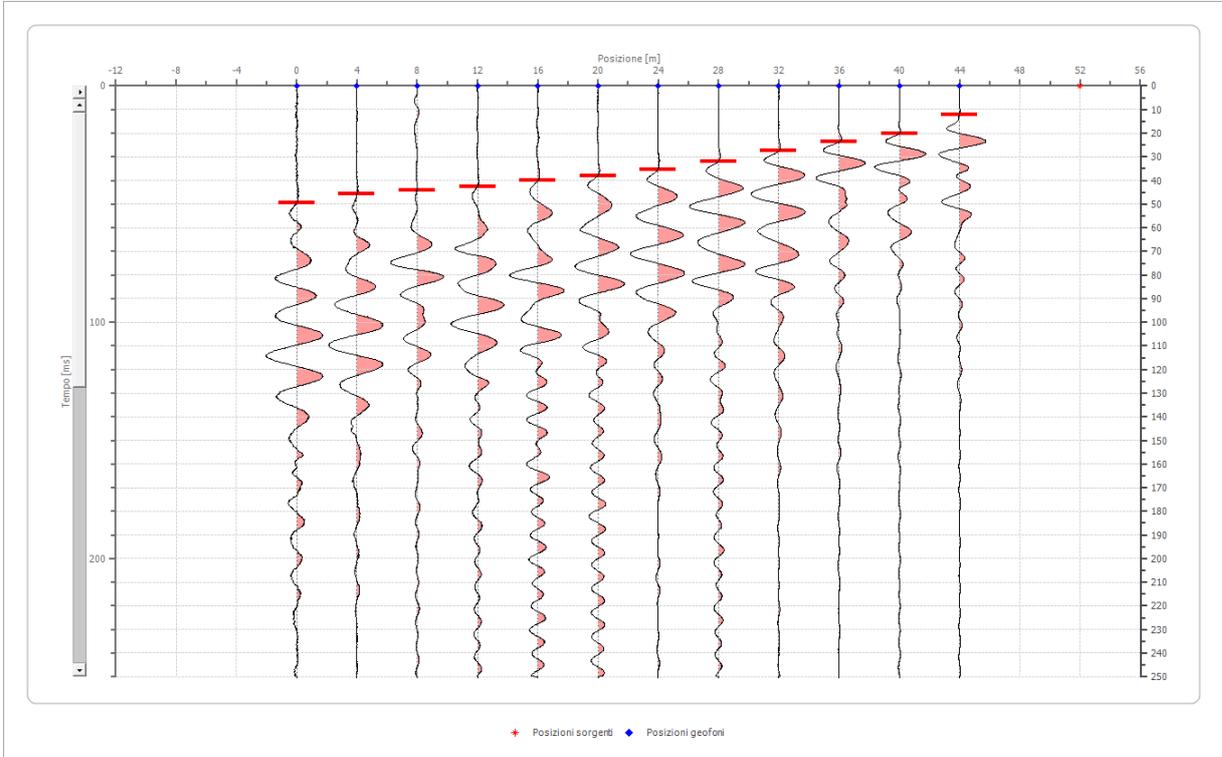
Posizione sorgente Z                    62 [m]



Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	43.7770
4.0	41.8737
8.0	36.5443
12.0	36.5443
16.0	34.2603
20.0	31.9763
24.0	28.1696
28.0	25.5049
32.0	21.6982
36.0	18.2721
40.0	14.0848
44.0	7.9941

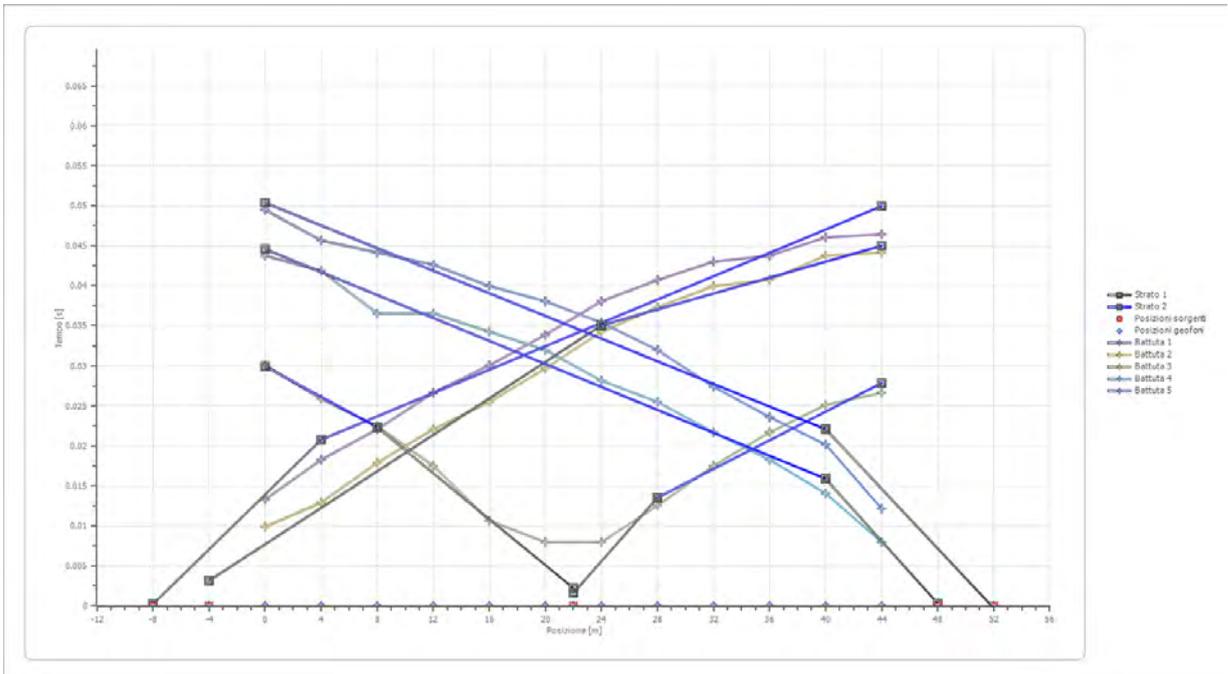
**Battuta 5**

Posizione sorgente X            52 [m]  
 Posizione sorgente Z            62 [m]

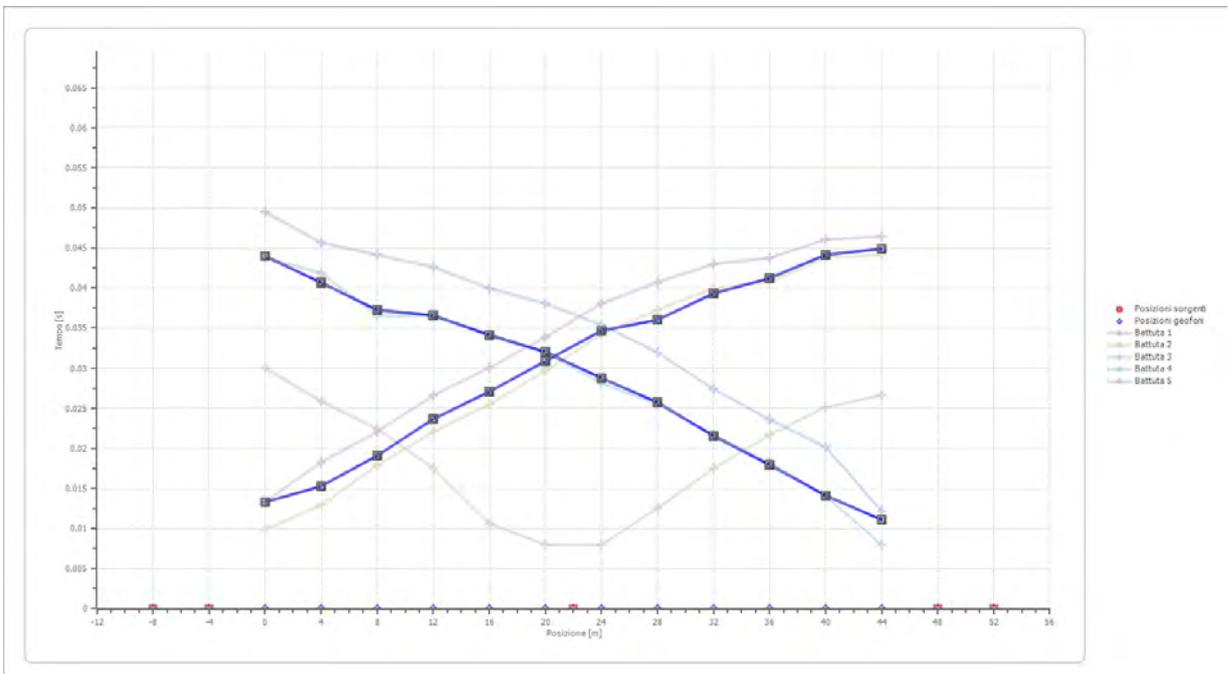


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	49.4871
4.0	45.6804
8.0	44.1577
12.0	42.6350
16.0	39.9703
20.0	38.0670
24.0	35.4023
28.0	31.9763
32.0	27.4082
36.0	23.6015
40.0	20.1755
44.0	12.1814

**Dromocrone**



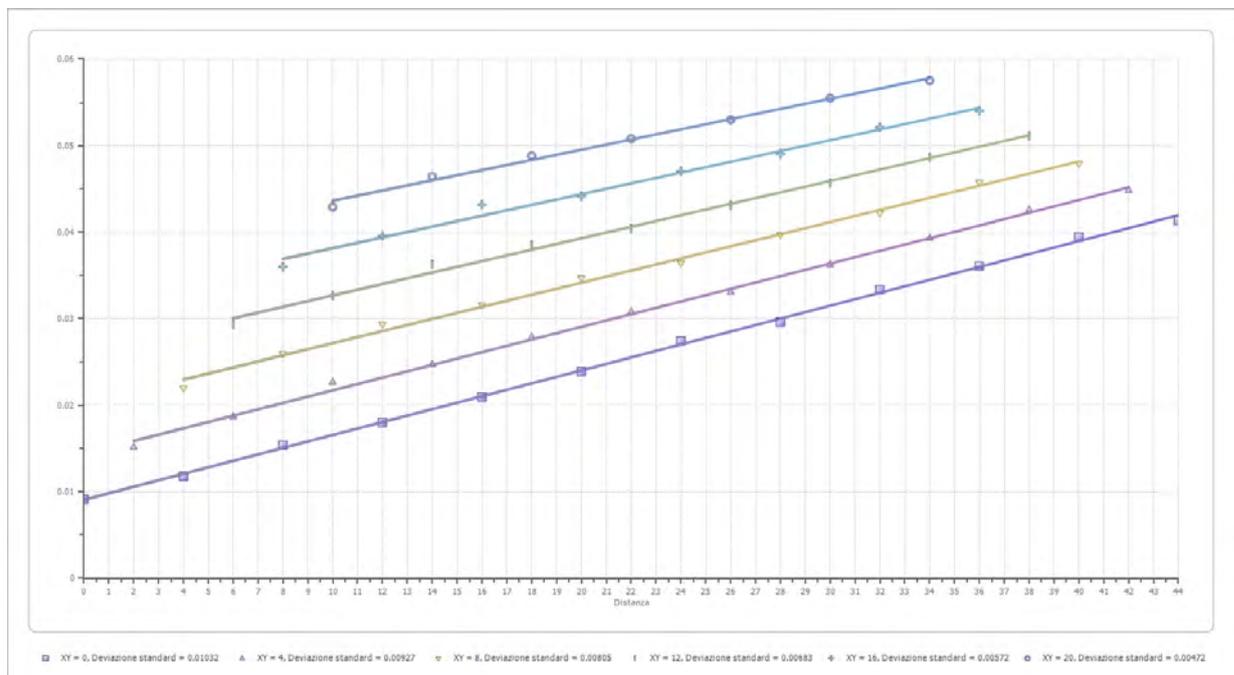
**Dromocrone traslate**



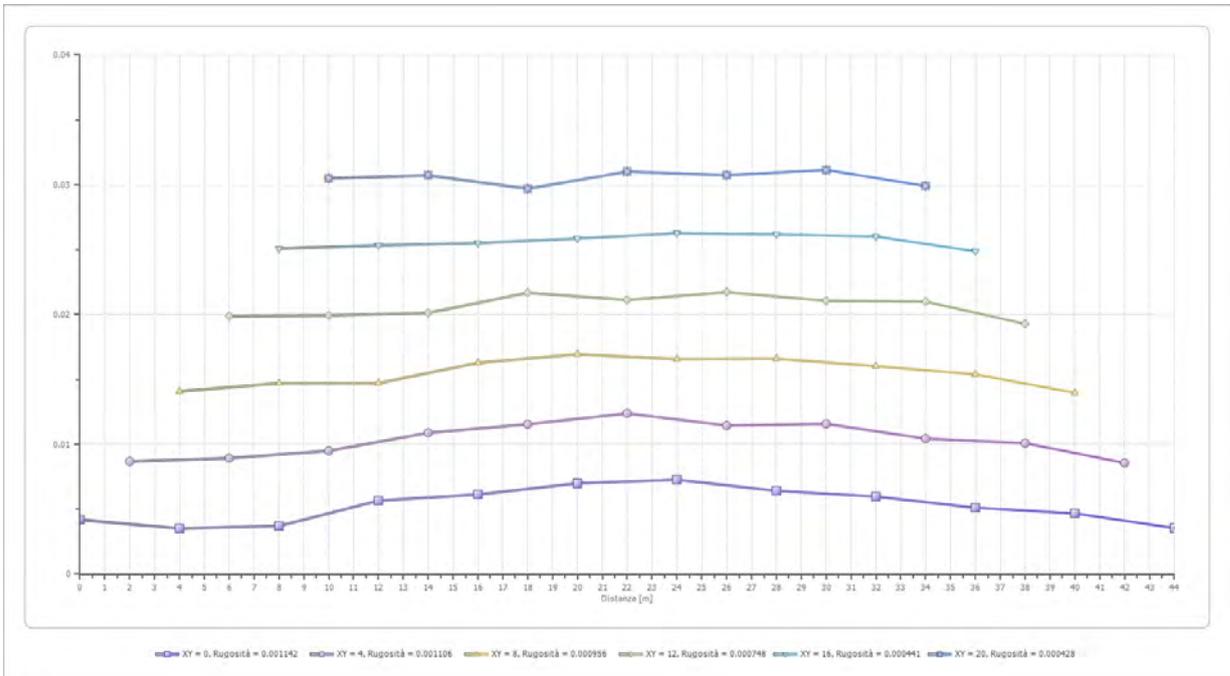
**Interpretazione col metodo G.R.M.**

XY: 0

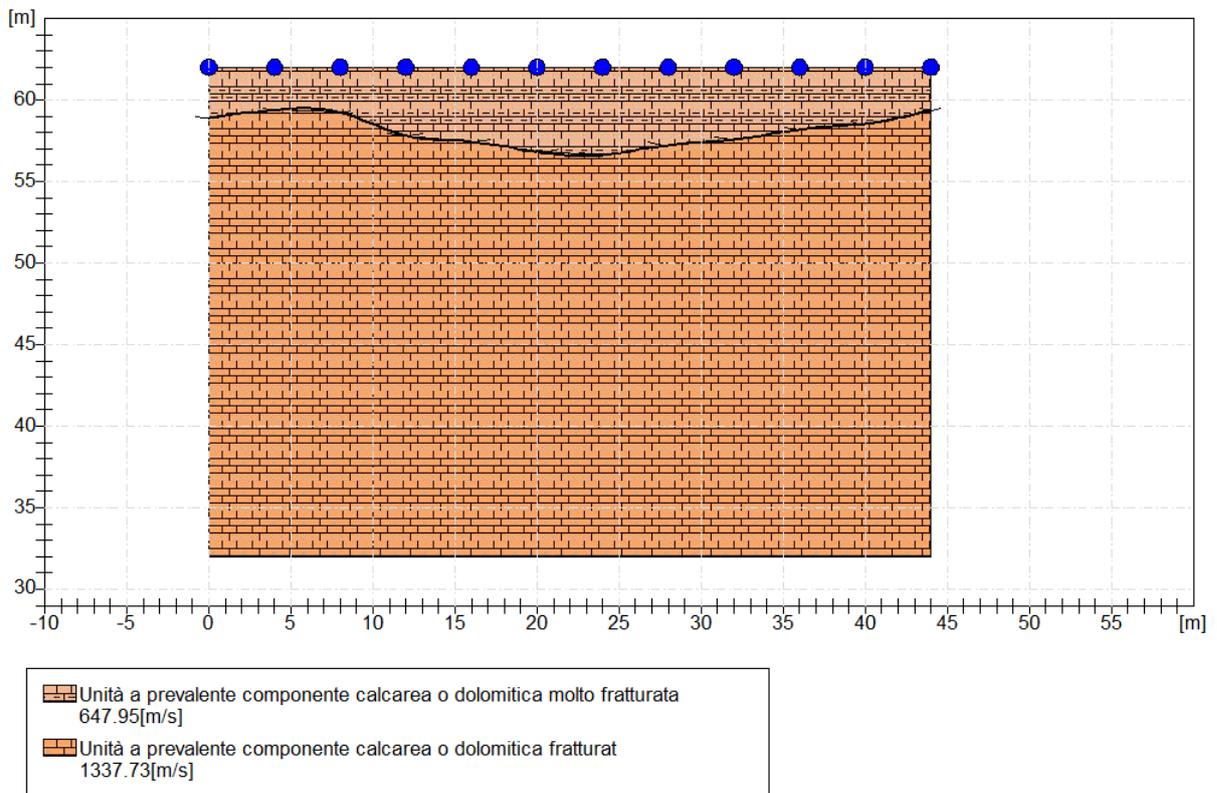
	Strato n. 1	Strato n. 2
G= 0.0 [m]	3.1	8.7
G= 4.0 [m]	2.6	7.7
G= 8.0 [m]	2.8	6.0
G= 12.0 [m]	4.2	9.3
G= 16.0 [m]	4.6	9.5
G= 20.0 [m]	5.2	11.0
G= 24.0 [m]	5.4	10.8
G= 28.0 [m]	4.8	9.9
G= 32.0 [m]	4.4	7.1
G= 36.0 [m]	3.8	5.2
G= 40.0 [m]	3.5	4.7
G= 44.0 [m]	2.6	2.6
Velocità [m/sec]	647.9	1337.7
Descrizione	Unità a prevalente componente calcarea o dolomitica molto fratturata	Unità a prevalente componente calcarea o dolomitica fratturata

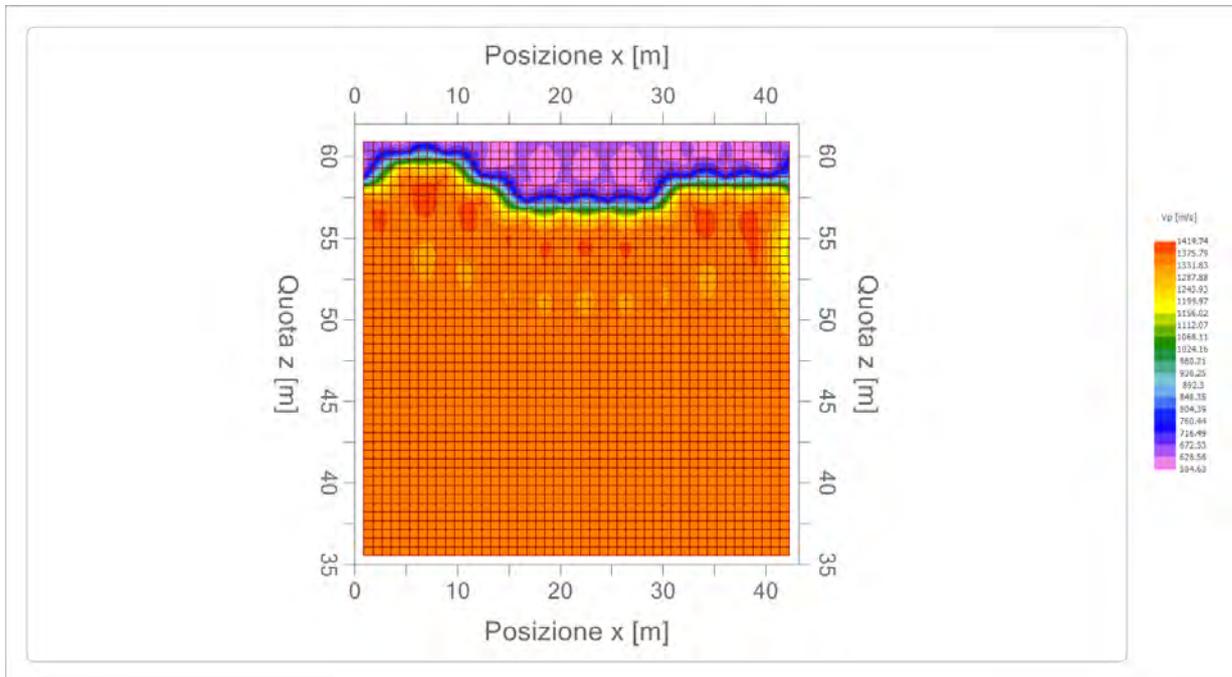
**Funzione Velocità**

**Funzione Tempo Velocità**



**Andamento morfologico rifrattori (stratigrafia)**



**Mappa Velocità****Parametri geotecnici**

Parametri geotecnici*	Strato n. 1	Strato n. 2
Profondità da p.c.	0,00 ÷ 5,00 mt	5,00 ÷ 15,00 mt
Litologia	Unità a prevalente componente calcarea o dolomitica molto fratturata	Unità a prevalente componente calcarea o dolomitica fratturata
Coefficiente Poisson	0.33	0.31
Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	1763.00	2108.00
Vp [m/s]	647.95	1337.73
Vs [m/s]	326.38	701.97
G0 [MPa]	187.80	1038.75
Ed [Mpa]	740.17	3772.30
M0 [MPa]	552.36	2733.55
Ey [Mpa]	499.56	2721.52
Ø [°]	32	40
Cu [Mpa]	0,12	1,23

\* G0: Modulo di deformazione al taglio; Ed: Modulo edometrico; M0: Modulo di compressibilità volumetrica; Ey: Modulo di Young; Ø: Angolo di attrito; Cu: Coesione

### 10.2.2 Indagine n° 2 (LOTTO SP\_2 assimilato al LOTTO SP\_3 per conformazione geo-litologica-morfologica)

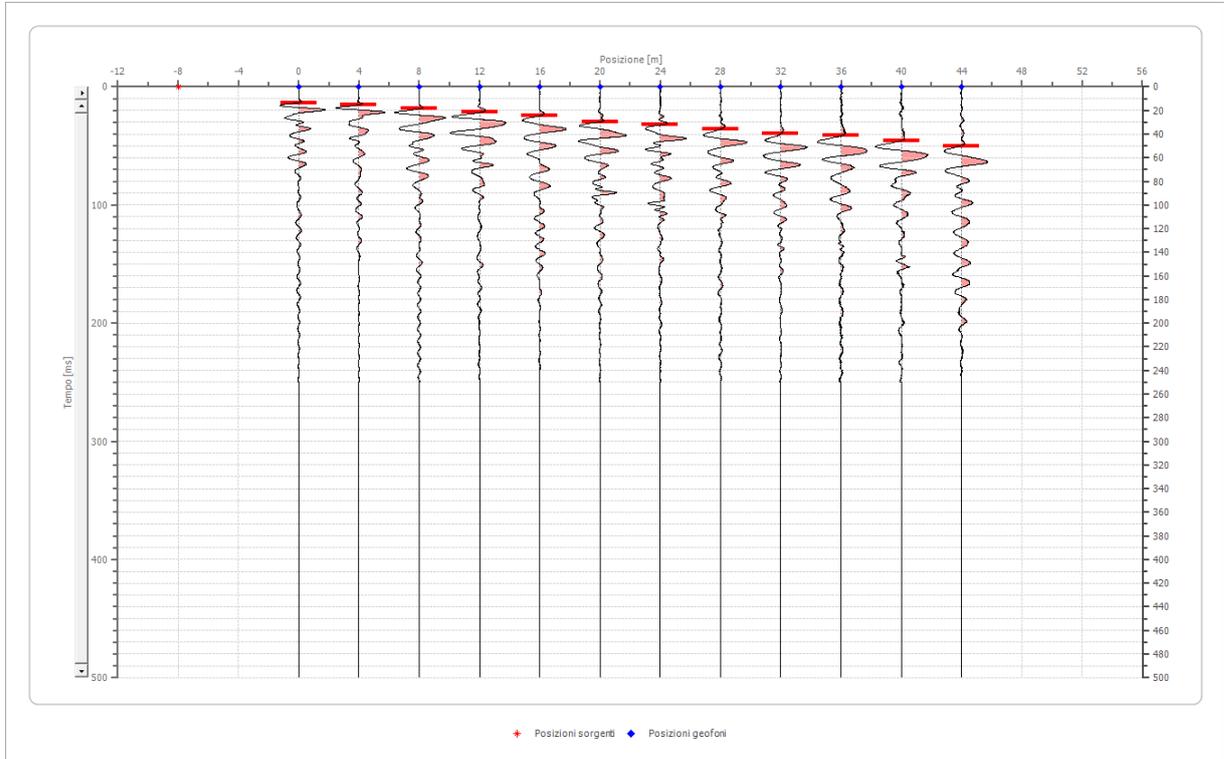
Il rilievo sismico in oggetto è stato realizzato attraverso uno stendimento di lunghezza pari a 44,0 mt a 12 canali ed una distanza geofonica pari a 4,0 mt; l'energizzazione è stata ottenuta utilizzando una massa battente del peso di 5 kg ed una piastra circolare.

#### Geometria geofoni

N° geofoni	Posizione X [m]	Posizione Z [m]
1	0.0	63.0
2	4.0	63.0
3	8.0	63.0
4	12.0	63.0
5	16.0	63.0
6	20.0	63.0
7	24.0	63.0
8	28.0	63.0
9	32.0	63.0
10	36.0	63.0
11	40.0	63.0
12	44.0	63.0

**Dati battute****Battuta 1**

Posizione sorgente X            -8 [m]  
 Posizione sorgente Z            63 [m]

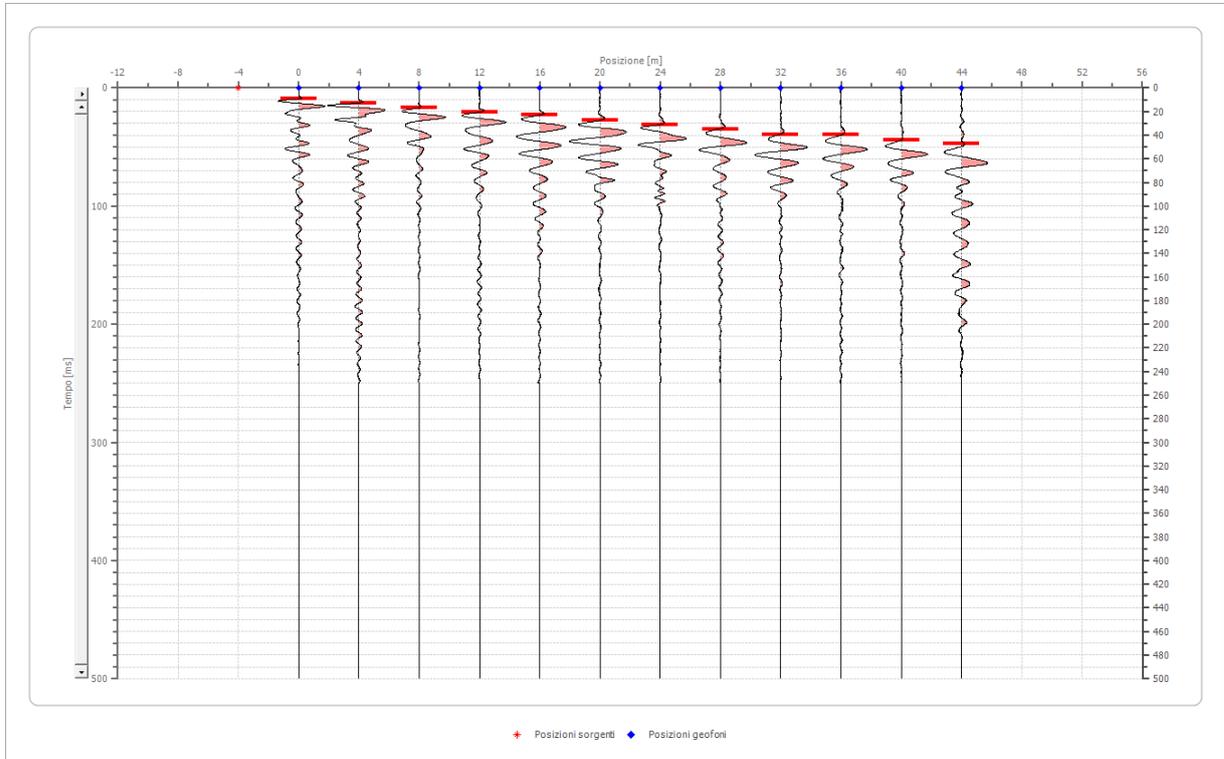


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	13.3234
4.0	15.6075
8.0	18.6528
12.0	21.6982
16.0	24.7435
20.0	29.6922
24.0	32.3569
28.0	35.7830
32.0	39.9703
36.0	41.4930
40.0	45.6804
44.0	49.8677

## Battuta 2

Posizione sorgente X -4 [m]

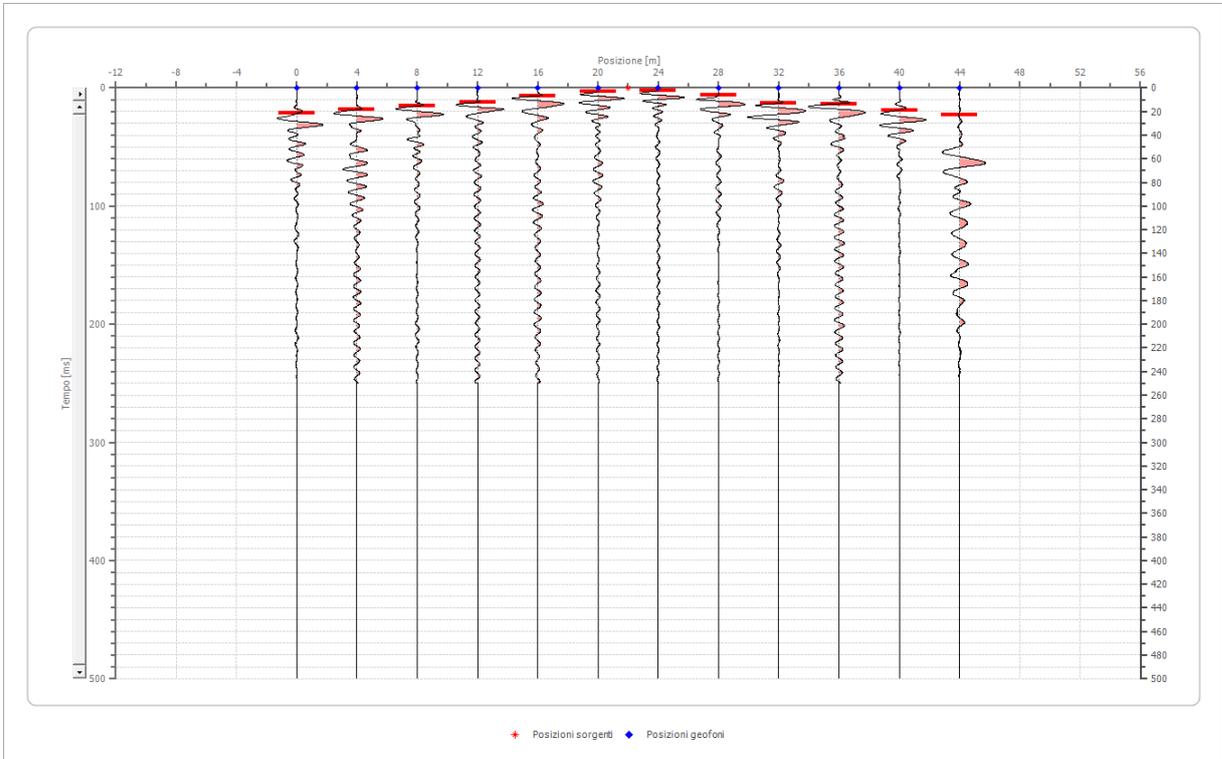
Posizione sorgente Z 63 [m]



Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	9.5167
4.0	12.9428
8.0	16.7495
12.0	20.5562
16.0	23.2209
20.0	27.7889
24.0	31.2149
28.0	34.6409
32.0	39.2090
36.0	39.5896
40.0	44.1577
44.0	47.5837

**Battuta 3**

Posizione sorgente X                    22 [m]  
 Posizione sorgente Z                    63 [m]

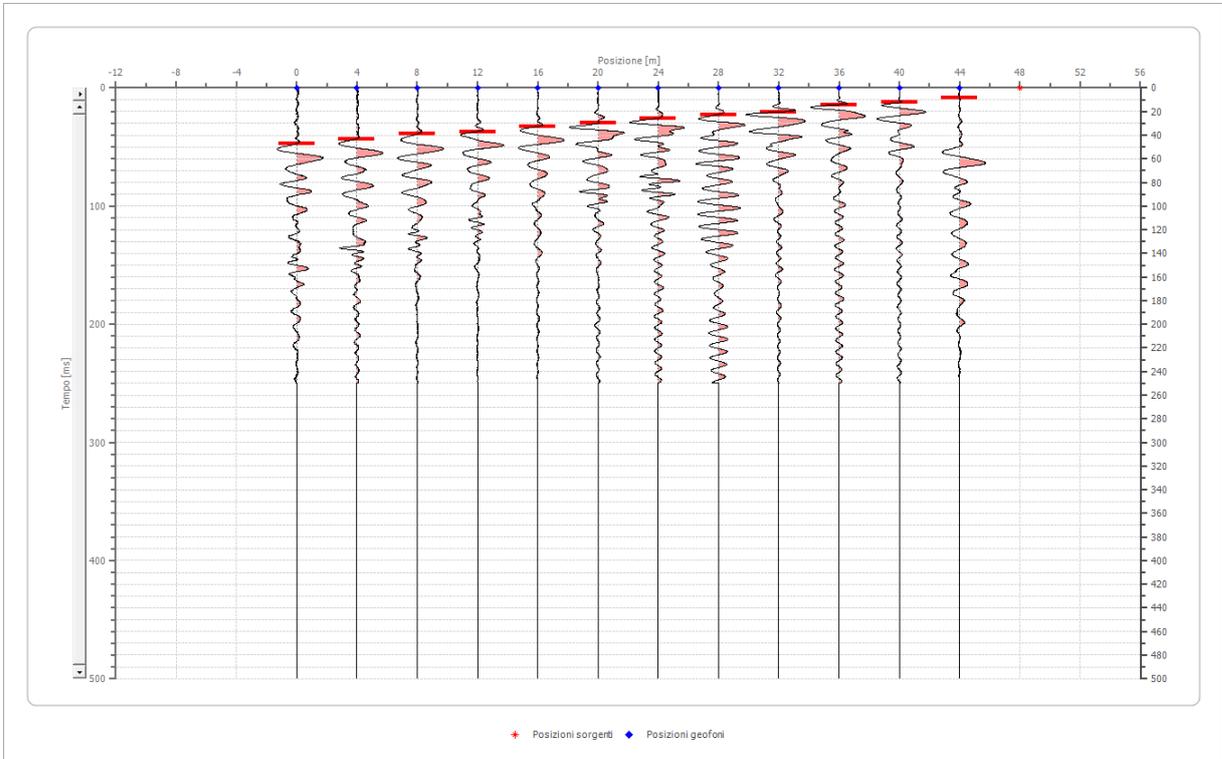


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	21.3175
4.0	18.5259
8.0	15.4806
12.0	12.1814
16.0	6.8521
20.0	3.0454
24.0	2.2840
28.0	6.0907
32.0	12.9428
36.0	13.4503
40.0	19.0335
44.0	22.5864

**Battuta 4**

Posizione sorgente X                    48 [m]

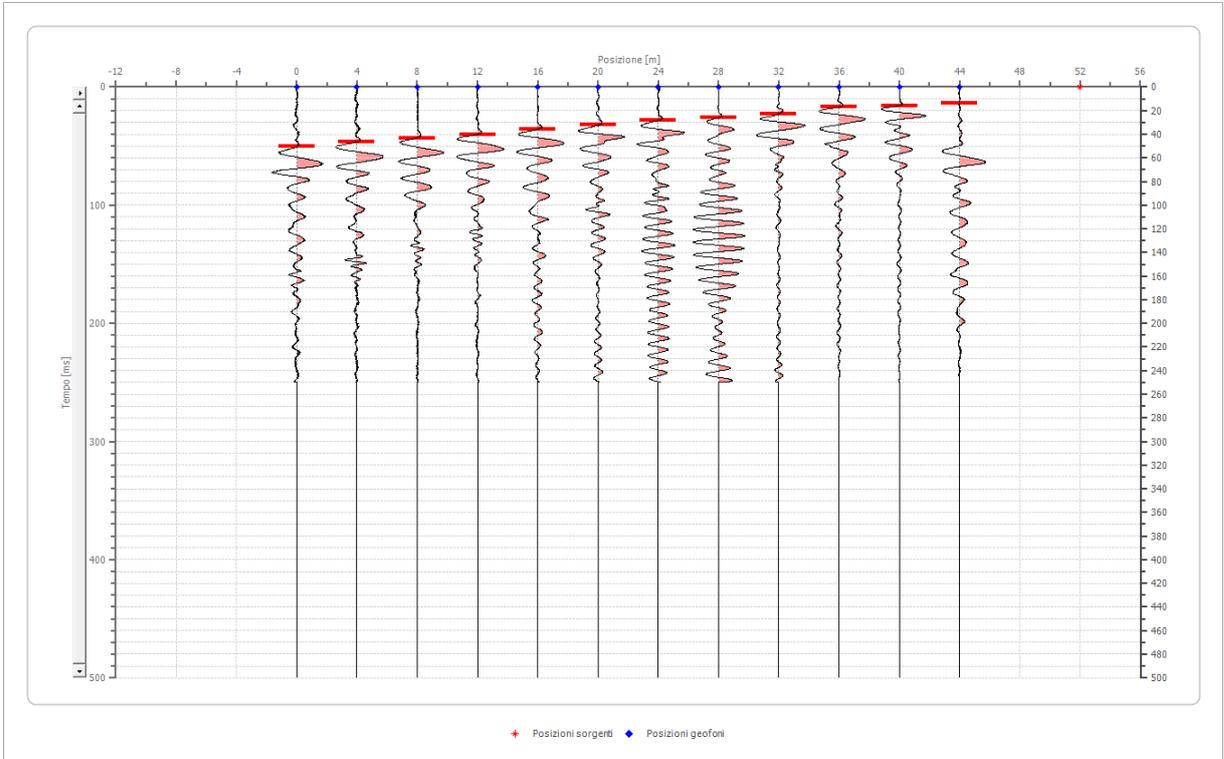
Posizione sorgente Z                    63 [m]



Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	46.9493
4.0	43.1426
8.0	39.0821
12.0	37.0518
16.0	32.7376
20.0	29.6922
24.0	25.6318
28.0	22.5864
32.0	20.3024
36.0	14.2117
40.0	12.4352
44.0	8.1210

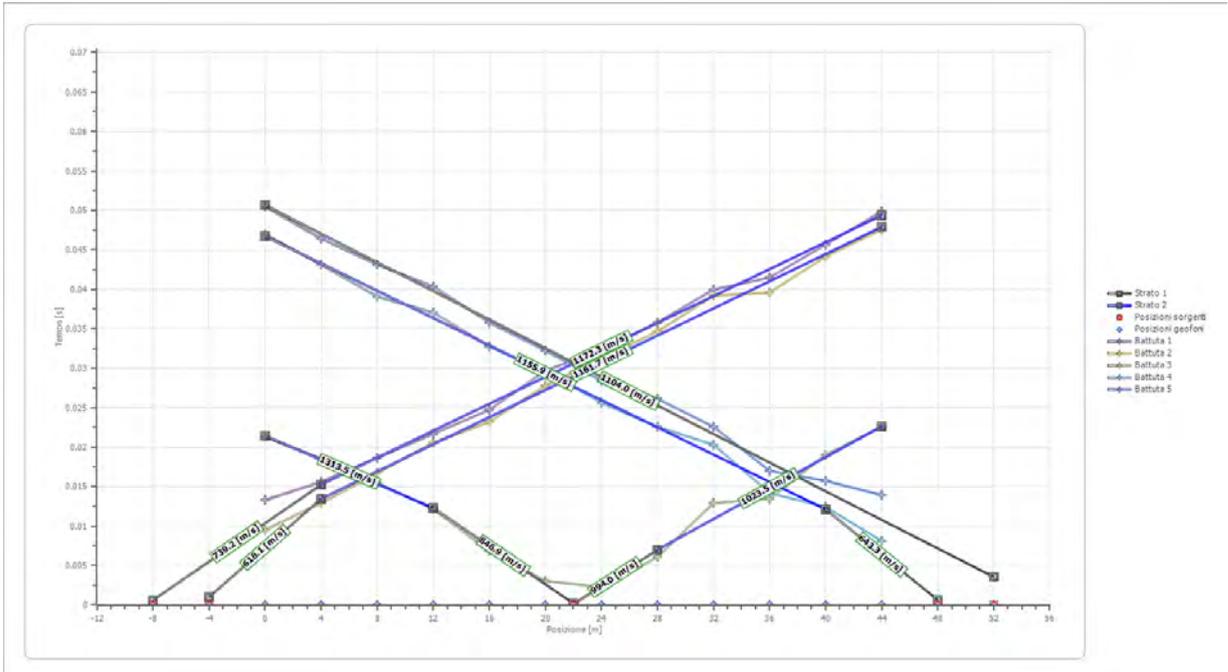
**Battuta 5**

Posizione sorgente X                    52 [m]  
 Posizione sorgente Z                    63 [m]

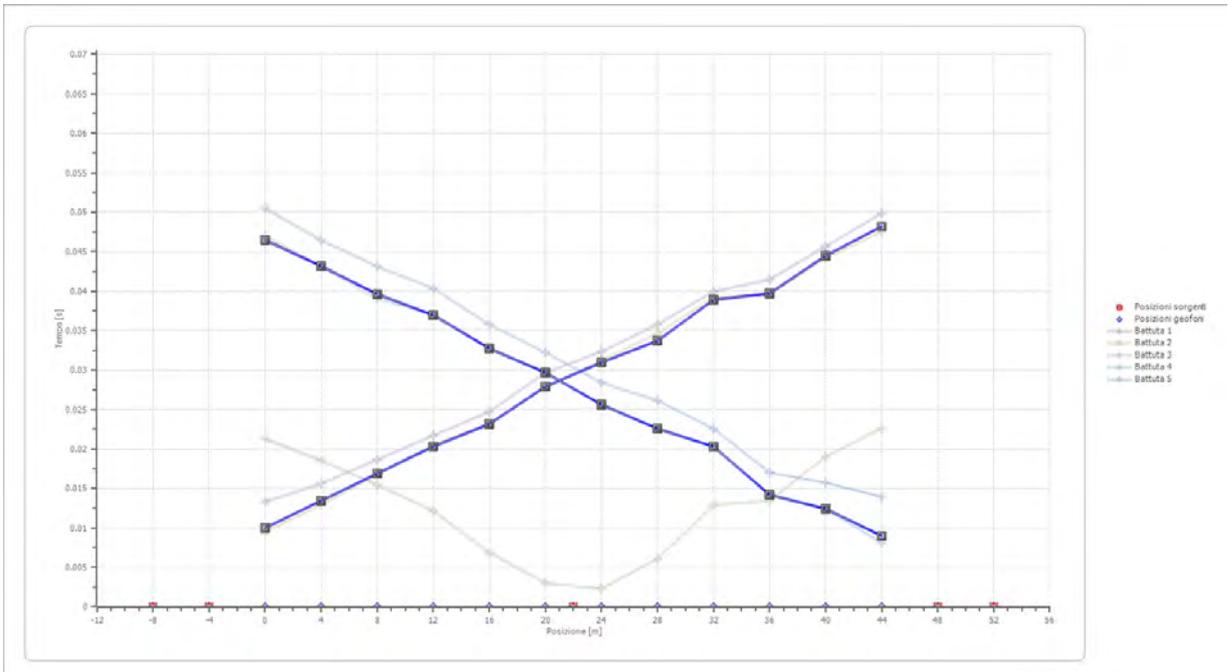


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	50.5022
4.0	46.4417
8.0	43.1426
12.0	40.3510
16.0	35.7830
20.0	32.2300
24.0	28.4233
28.0	26.1393
32.0	22.5864
36.0	17.0032
40.0	15.7343
44.0	13.9579

**Dromocrone**



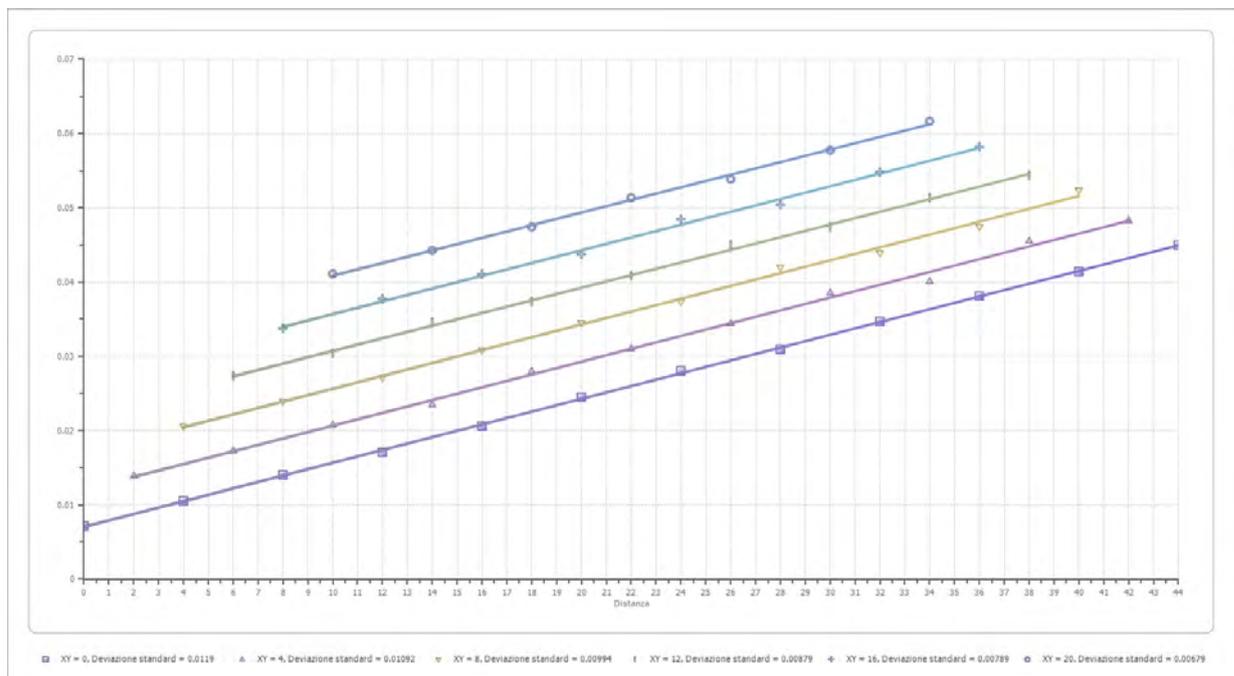
**Dromocrone traslate**



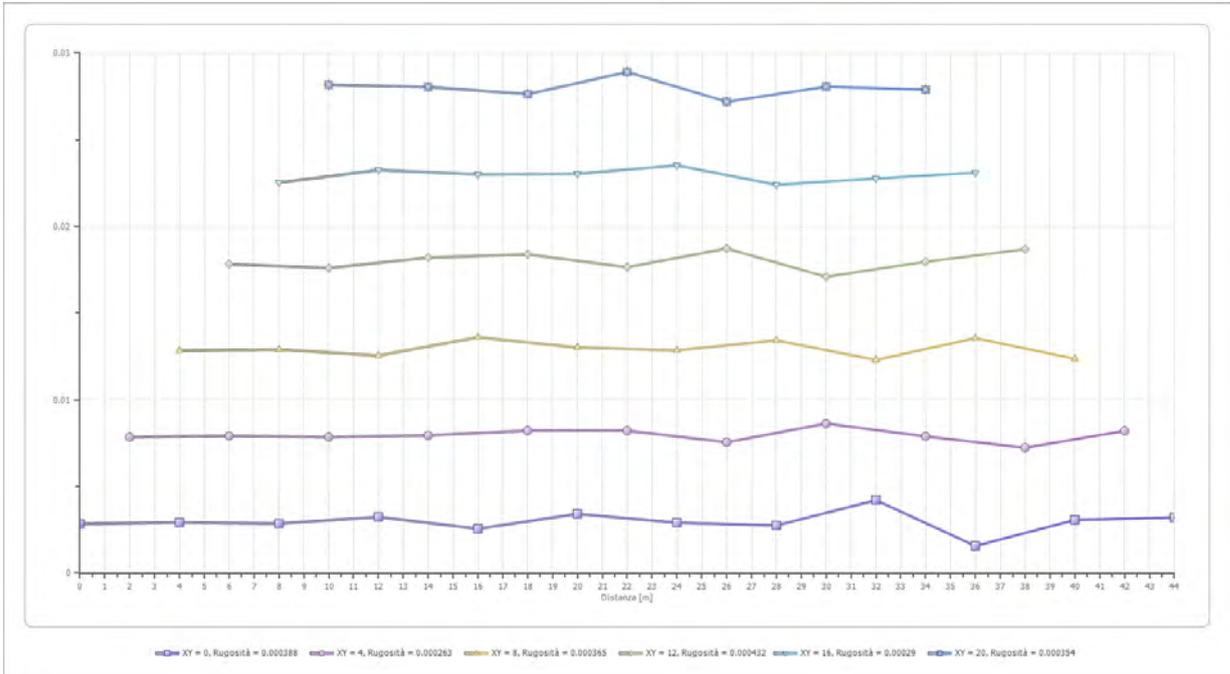
**Interpretazione col metodo G.R.M.**

XY: 0

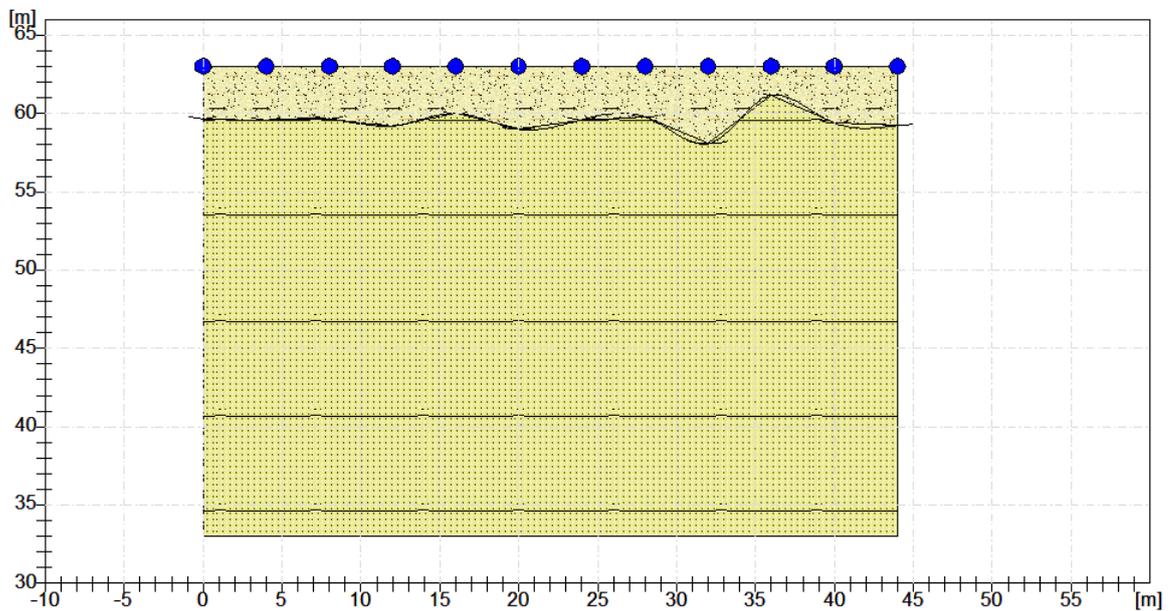
	Strato n. 1	Strato n. 2
G= 0.0 [m]	3.3	9.7
G= 4.0 [m]	3.4	9.1
G= 8.0 [m]	3.4	8.1
G= 12.0 [m]	3.8	13.3
G= 16.0 [m]	3.0	8.5
G= 20.0 [m]	4.0	8.9
G= 24.0 [m]	3.4	8.1
G= 28.0 [m]	3.2	3.2
G= 32.0 [m]	4.9	4.9
G= 36.0 [m]	1.8	8.6
G= 40.0 [m]	3.6	8.1
G= 44.0 [m]	3.8	5.9
Velocità [m/sec]	824.3	1160.7
Descrizione	Unità a prevalente componente sabbiosa-arenitica	Unità a prevalente componente arenitica

**Funzione Velocità**

**Funzione Tempo Velocità**

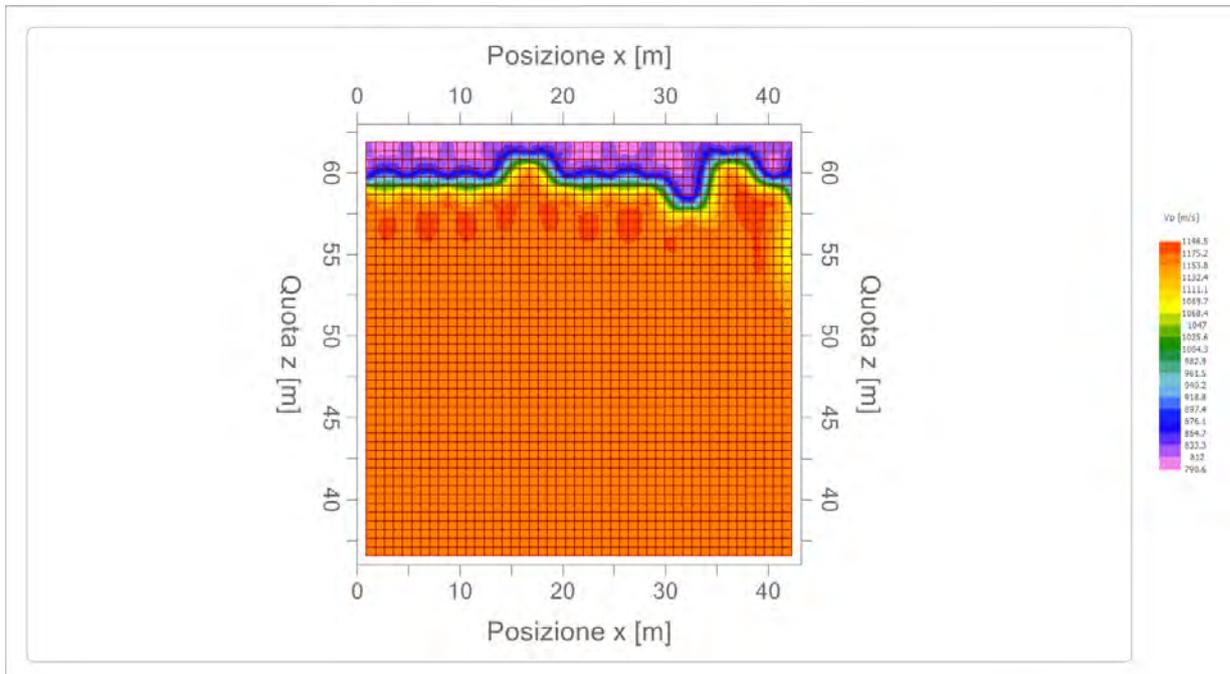


**Andamento morfologico rifrattori (stratigrafia)**



- Unità a prevalente componente sabbiosa-arenitica  
824.27[m/s]
- Unità a prevalente componente arenitica  
1160.70[m/s]

## Mappa Velocità



## Parametri geotecnici

Parametri geotecnici*	Strato n. 1	Strato n. 2
Profondità da p.c.	0,00 ÷ 3,50 mt	3,50 ÷ 15,00 mt
Litologia	Unità a prevalente componente sabbiosa-arenitica	Unità a prevalente componente arenitica
Coefficiente Poisson	0.34	0.32
Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	2000.00	2072.00
Vp [m/s]	824.27	1160.70
Vs [m/s]	405.84	597.17
G0 [MPa]	312.95	702.53
Ed [Mpa]	1290.90	2654.02
M0 [MPa]	977.96	1951.48
Ey [Mpa]	838.70	1854.69
Ø [°]	35	40
Cu [Mpa]	0,51	0,95

\* G0: Modulo di deformazione al taglio; Ed: Modulo edometrico; M0: Modulo di compressibilità volumetrica; Ey: Modulo di Young; Ø: Angolo di attrito; Cu: Coesione

### 10.2.3 Indagine n° 3 (LOTTO SP\_4 assimilato al LOTTO SP\_5 per conformazione geo-litologica-morfologica)

Il rilievo sismico in oggetto è stato realizzato attraverso uno stendimento di lunghezza pari a 44,0 mt a 12 canali ed una distanza geofonica pari a 4,0 mt; l'energizzazione è stata ottenuta utilizzando una massa battente del peso di 5 kg ed una piastra circolare.

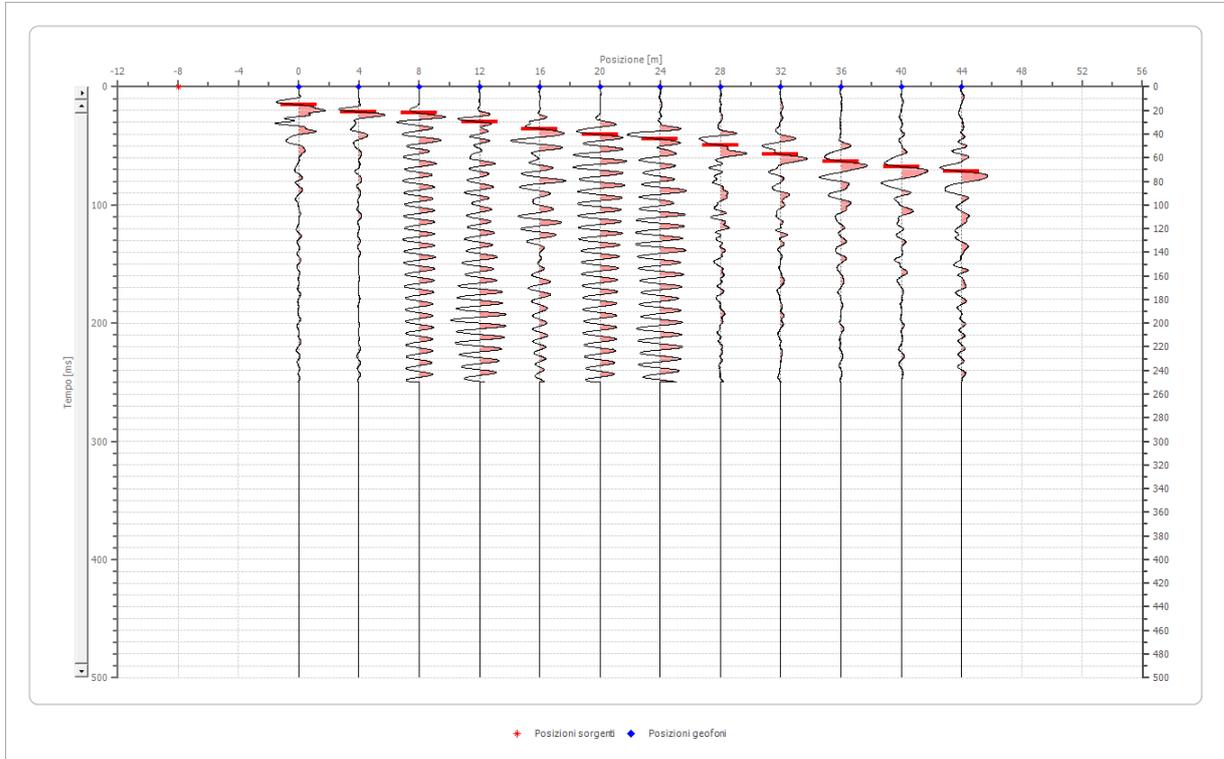
#### Geometria geofoni

N° geofoni	Posizione X [m]	Posizione Z [m]
1	0.0	58.0
2	4.0	58.0
3	8.0	58.0
4	12.0	58.0
5	16.0	58.0
6	20.0	58.0
7	24.0	58.0
8	28.0	58.0
9	32.0	58.0
10	36.0	58.0
11	40.0	58.0
12	44.0	58.0

## Dati battute

### Battuta 1

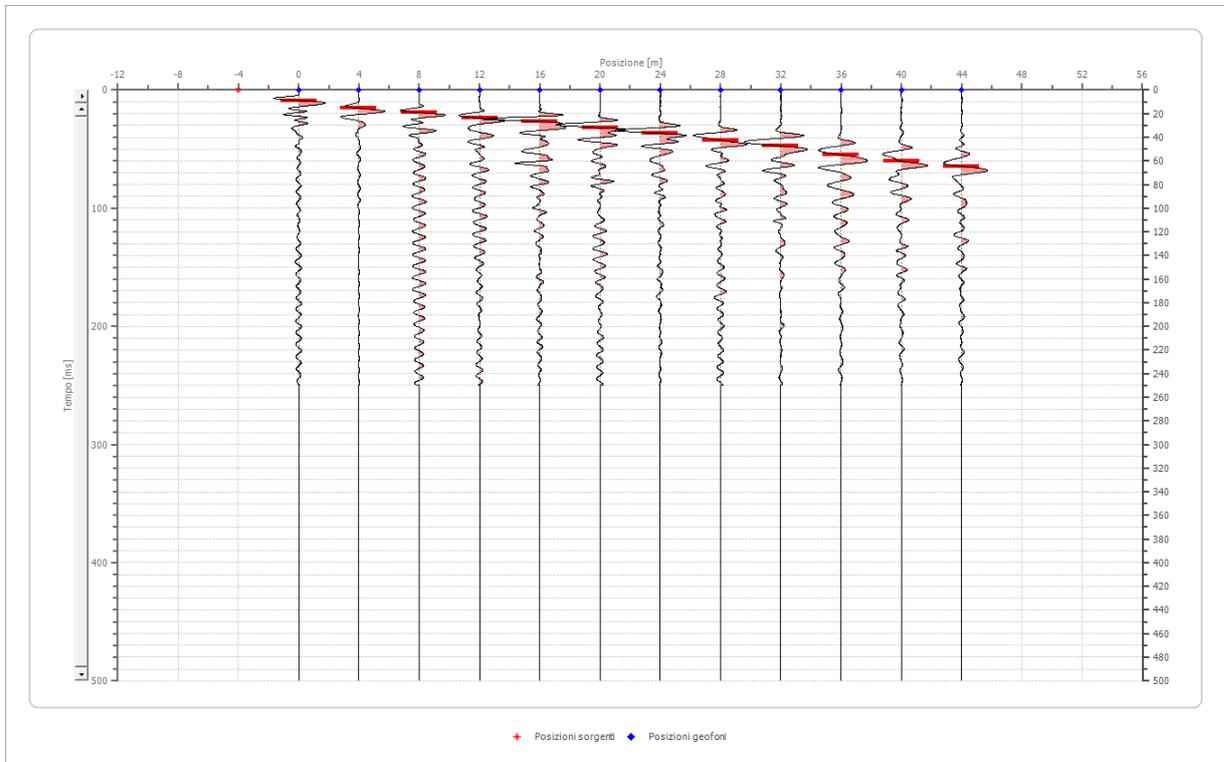
Posizione sorgente X            -8 [m]  
 Posizione sorgente Z            58 [m]



Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	15.3791
4.0	21.0637
8.0	22.3834
12.0	29.6922
16.0	35.5292
20.0	40.6555
24.0	44.3100
28.0	49.6393
32.0	57.2527
36.0	63.0389
40.0	67.5054
44.0	71.5659

**Battuta 2**

Posizione sorgente X            -4 [m]  
 Posizione sorgente Z            58 [m]

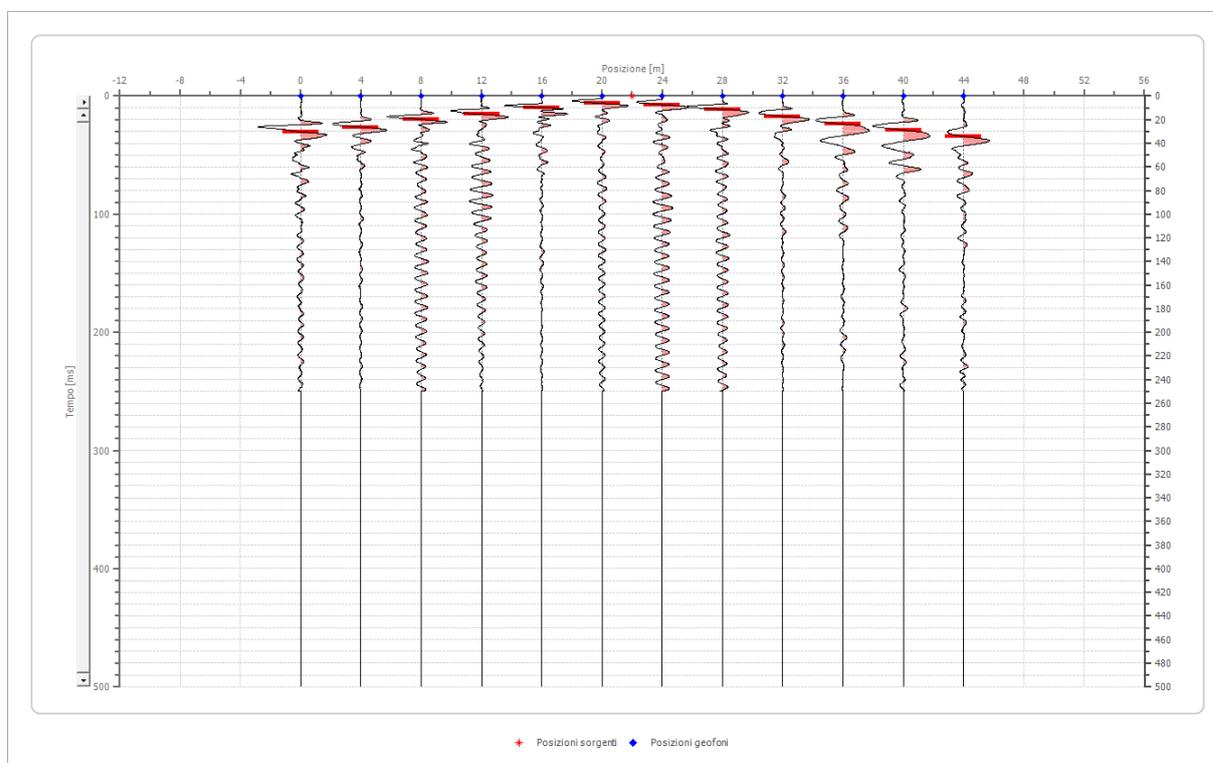


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	8.8315
4.0	15.5313
8.0	19.1858
12.0	23.6015
16.0	26.7991
20.0	31.6717
24.0	36.7981
28.0	42.6350
32.0	47.3553
36.0	54.8164
40.0	60.2981
44.0	64.7138

**Battuta 3**

Posizione sorgente X                    22 [m]

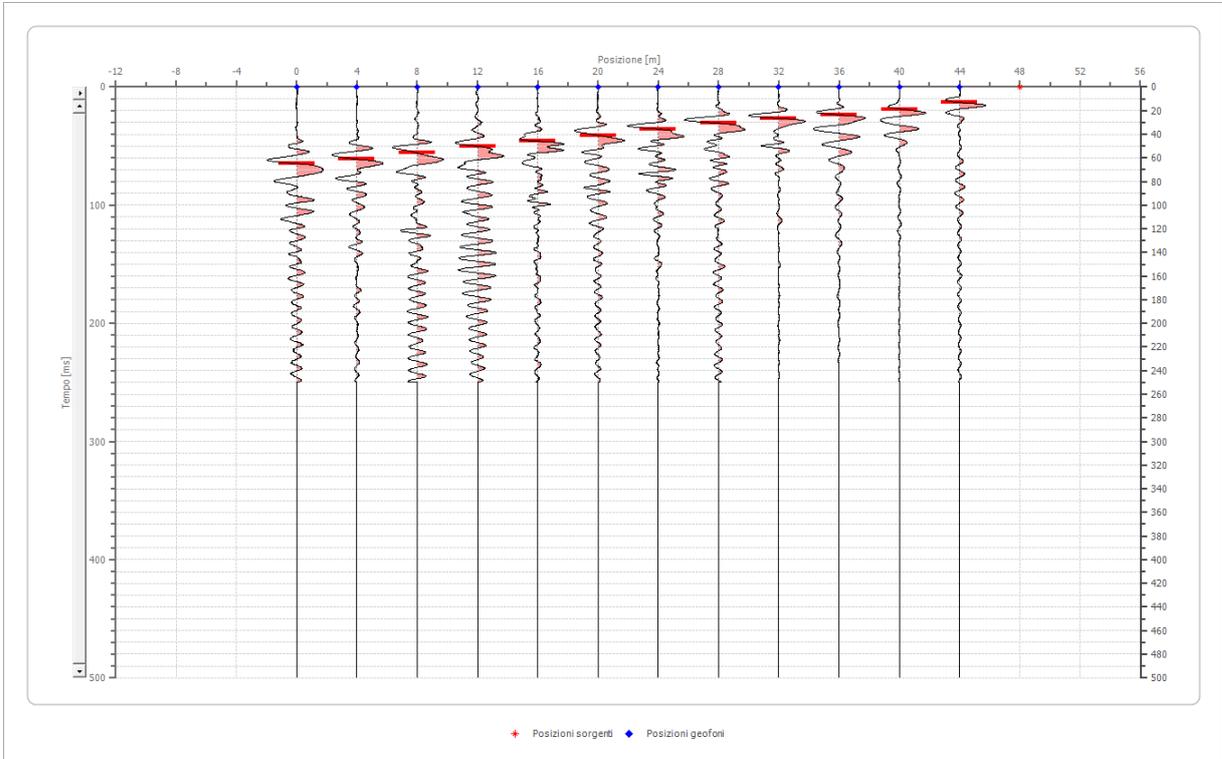
Posizione sorgente Z                    58 [m]



Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	30.4536
4.0	26.3931
8.0	19.7948
12.0	15.4806
16.0	9.8974
20.0	6.3445
24.0	7.4611
28.0	11.2678
32.0	17.2063
36.0	23.7538
40.0	29.0832
44.0	34.4125

**Battuta 4**

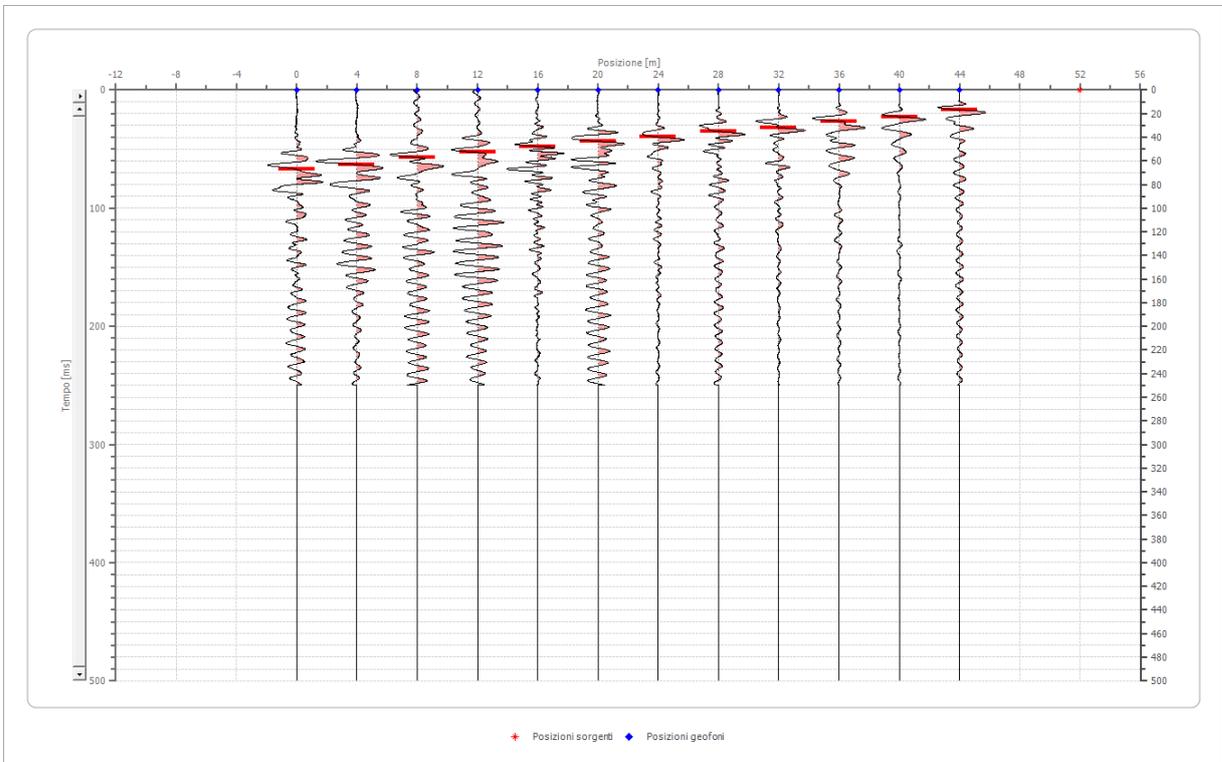
Posizione sorgente X                    48 [m]  
 Posizione sorgente Z                    58 [m]



Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	64.8661
4.0	61.2117
8.0	55.7300
12.0	50.4007
16.0	45.8326
20.0	40.8585
24.0	35.7830
28.0	30.7581
32.0	26.6469
36.0	23.6015
40.0	18.7289
44.0	13.0950

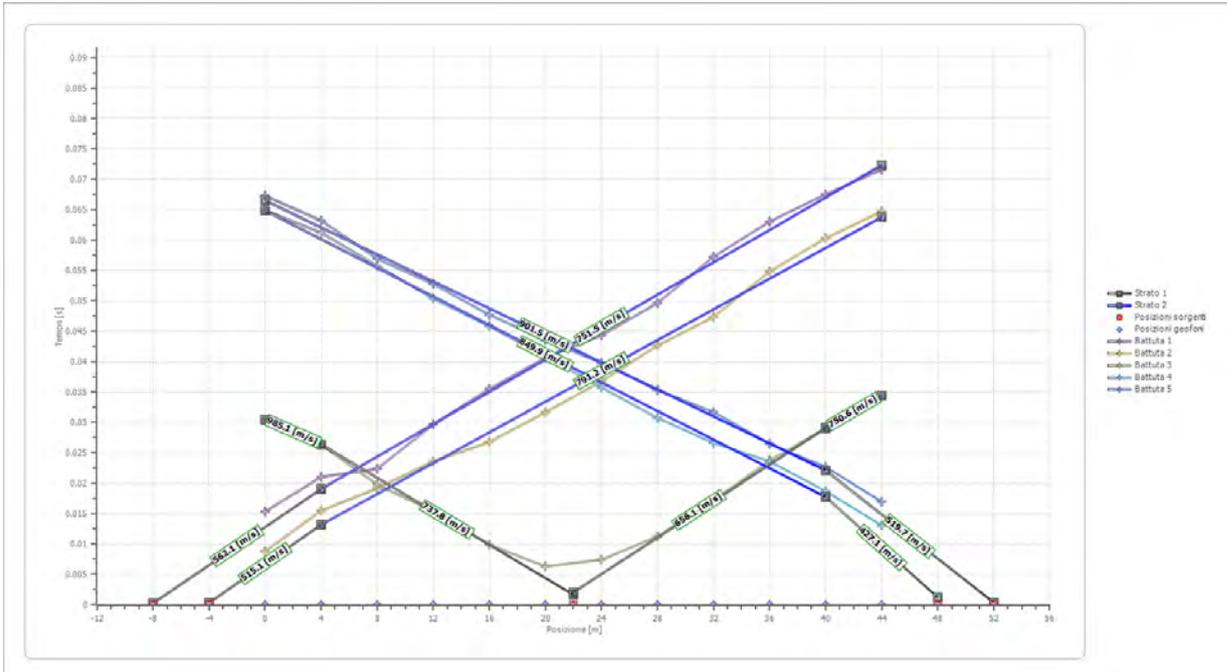
**Battuta 5**

Posizione sorgente X            52 [m]  
 Posizione sorgente Z            58 [m]

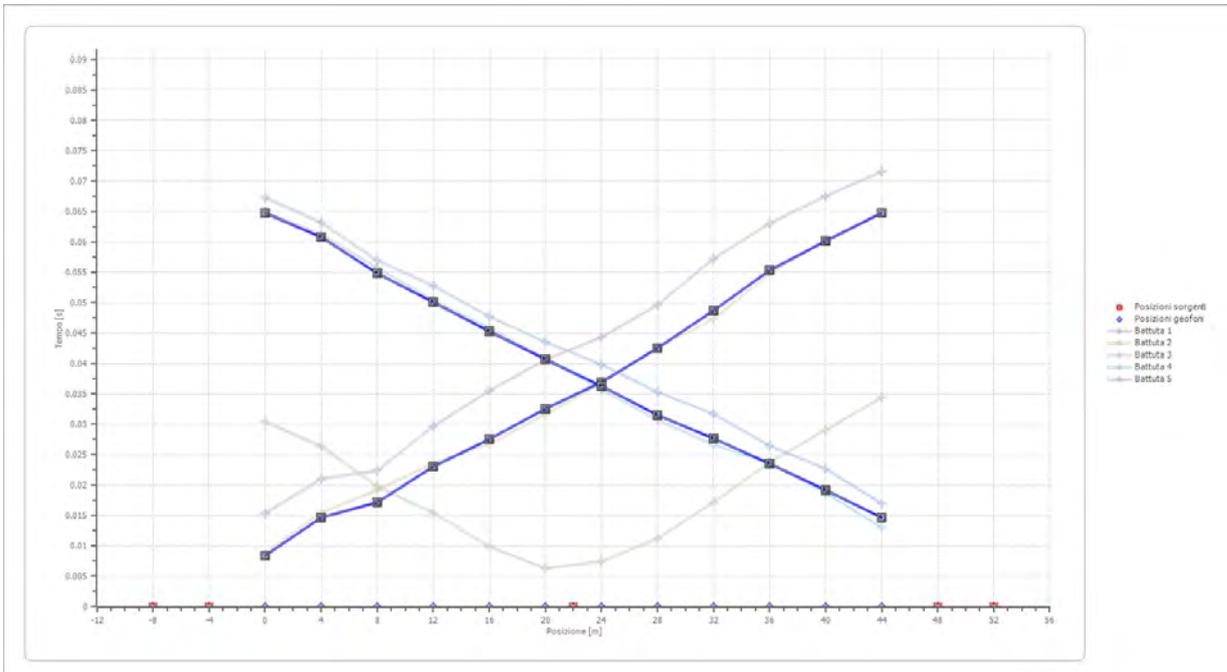


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	67.2516
4.0	63.1912
8.0	56.9482
12.0	52.7862
16.0	47.7106
20.0	43.5486
24.0	39.8434
28.0	35.3261
32.0	31.7225
36.0	26.4946
40.0	22.6879
44.0	17.0032

**Dromocrone**



**Dromocrone traslate**

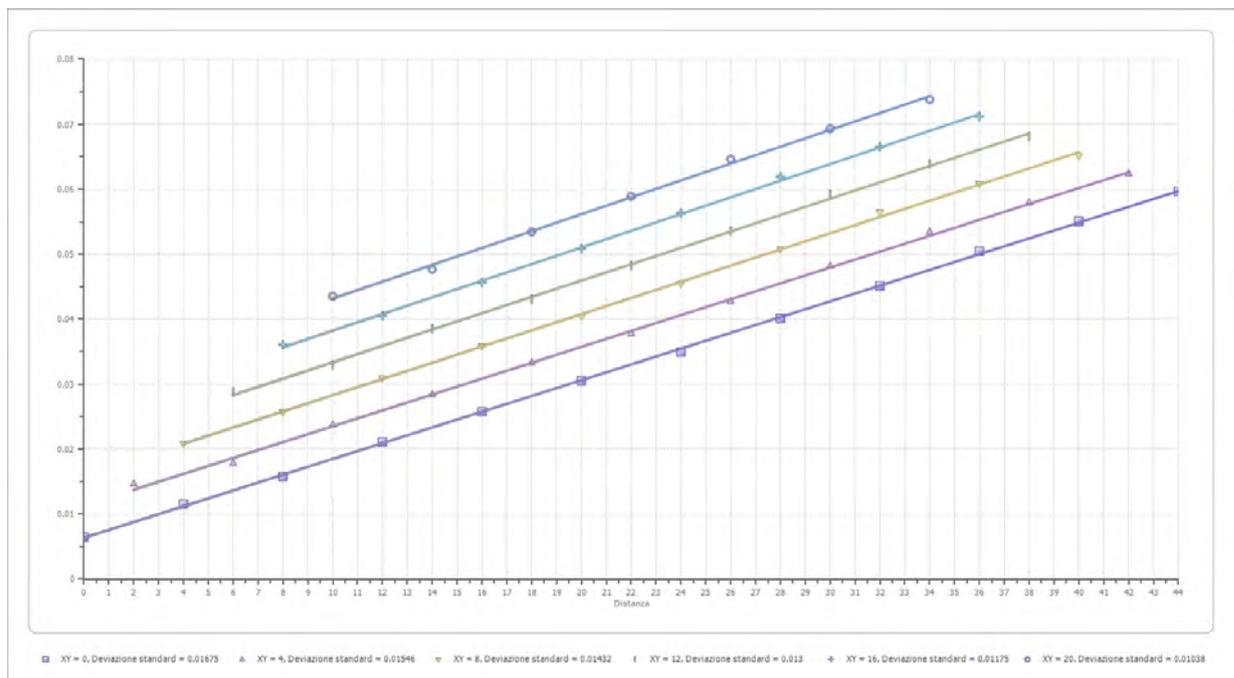


### Interpretazione col metodo G.R.M.

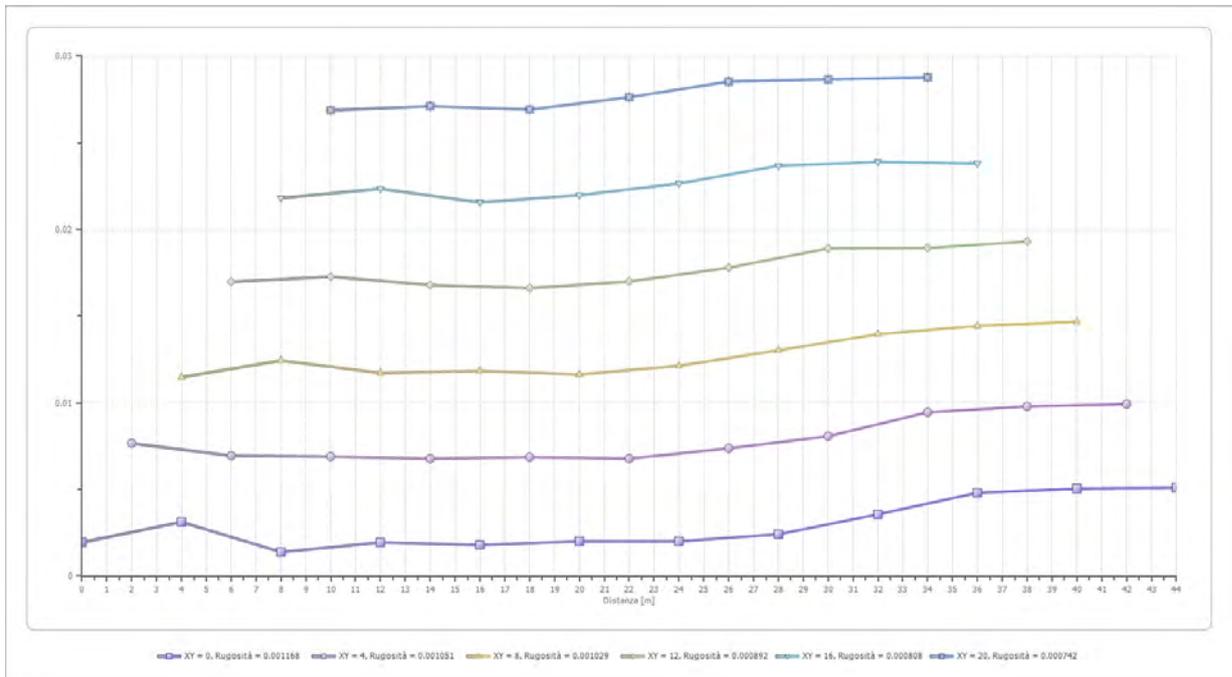
XY: 0

	Strato n. 1	Strato n. 2
G= 0.0 [m]	1.5	--
G= 4.0 [m]	2.5	--
G= 8.0 [m]	1.1	--
G= 12.0 [m]	1.5	--
G= 16.0 [m]	1.4	--
G= 20.0 [m]	1.6	--
G= 24.0 [m]	1.6	--
G= 28.0 [m]	1.9	--
G= 32.0 [m]	2.8	--
G= 36.0 [m]	3.8	--
G= 40.0 [m]	4.0	--
G= 44.0 [m]	4.0	--
Velocità [m/sec]	569.6	824.6
Descrizione	Unità a prevalente componente sabbiosa-arenitica	Unità a prevalente componente arenitica

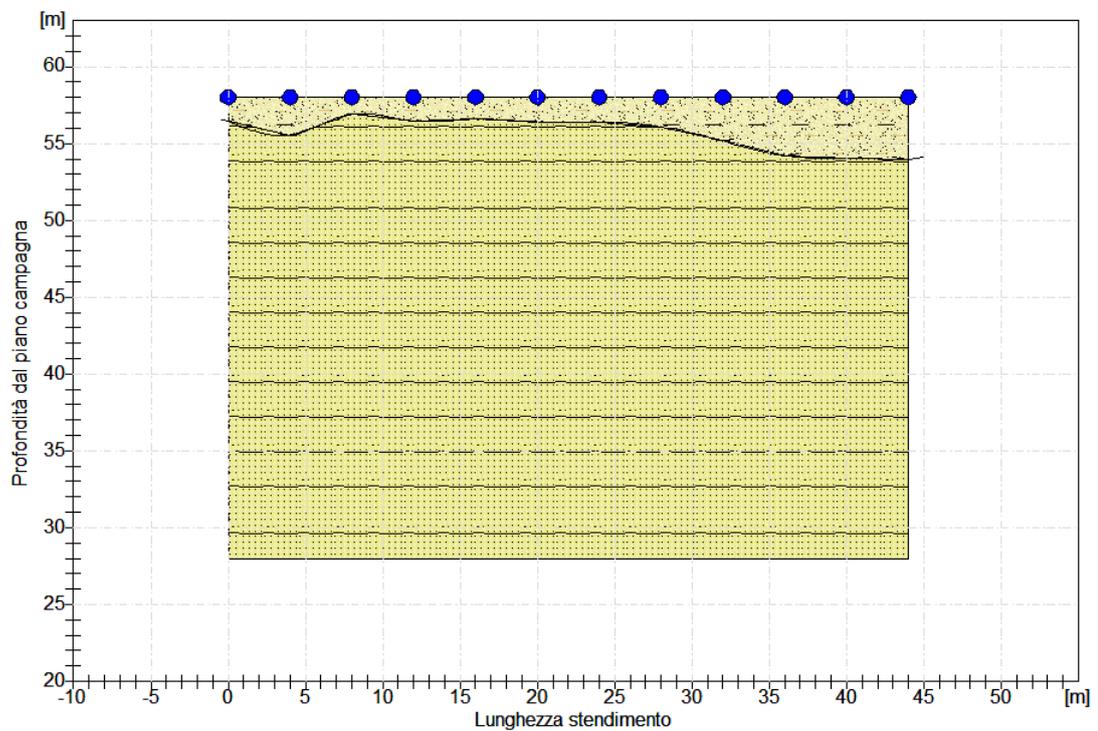
### Funzione Velocità



### Funzione Tempo Velocità

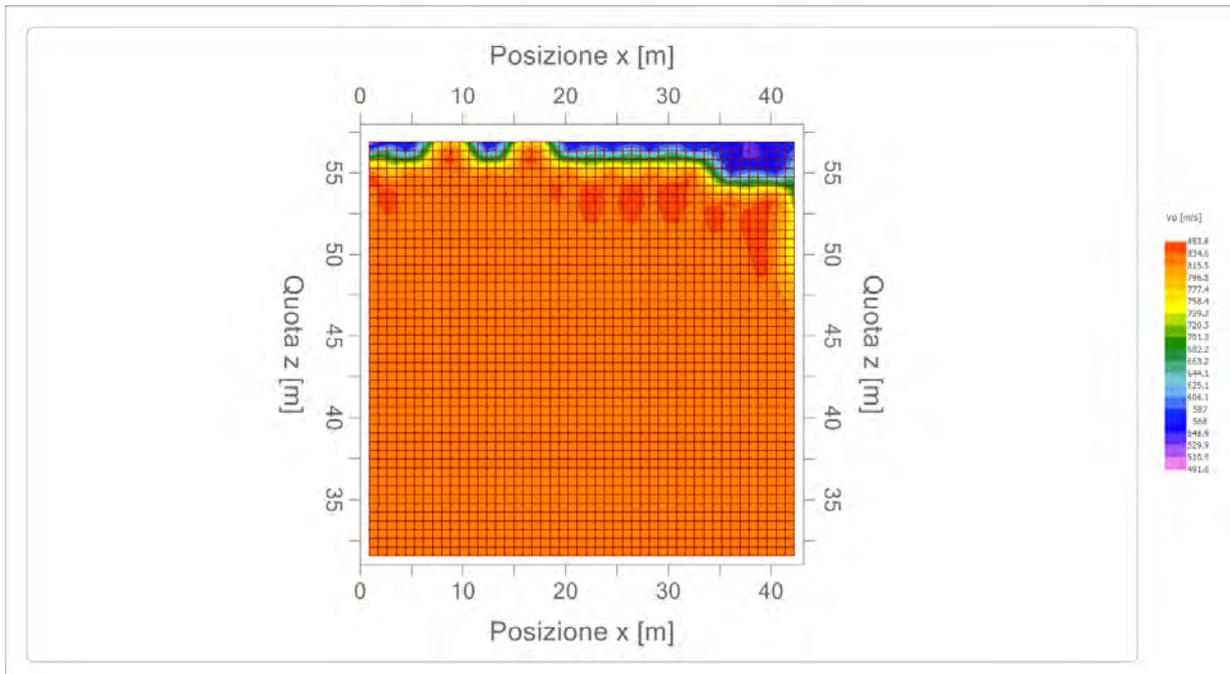


### Andamento morfologico rifrattori (stratigrafia)



Unità a prevalente componente sabbiosa-arenica  
 569.64[m/s]

Unità a prevalente componente argillosa  
 320.00[m/s]

**Mappa Velocità****Parametri geotecnici**

Parametri geotecnici*	Strato n. 1	Strato n. 2
Profondità da p.c.	0,00 ÷ 4,50 mt	4,50 ÷ 15,00 mt
Litologia	Unità a prevalente componente sabbiosa-arenitica	Unità a prevalente componente arenitica
Coefficiente Poisson	0.33	0.31
Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	1747.00	1900.00
Vp [m/s]	569.64	824.60
Vs [m/s]	286.94	432.71
G0 [MPa]	143.84	355.75
Ed [Mpa]	566.89	1291.94
M0 [MPa]	423.05	936.19
Ey [Mpa]	382.61	932.07
Ø [°]	30	40
Cu [Mpa]	0,30	0,57

\* G0: Modulo di deformazione al taglio; Ed: Modulo edometrico; M0: Modulo di compressibilità volumetrica; Ey: Modulo di Young; Ø: Angolo di attrito; Cu: Coesione

### 10.1 DINAMIC PROBING SUPER HEAVY (DPSH)

Per la definizione delle caratteristiche geotecniche dei depositi indagati, come anticipato al capitolo 7, è stata eseguita una campagna di indagine di prospezione geologica dei terreni a mezzo di **N° 4 Prove Penetrometriche Dinamiche Superpesanti** (Dynamic Probing Super Heavy) all'interno della sagoma di ingombro delle opere in progetto.

La prova penetrometrica dinamica consiste nel misurare la resistenza alla penetrazione di una punta conica, infissa per battitura nel terreno, per mezzo di un idoneo dispositivo di percussione, secondo una procedura standardizzata.

Le prove in sito sono state effettuate utilizzando un penetrometro dinamico modello DPSH63-73 della GEO DEEP DRILL, con attrezzatura superpesante, DPSH (peso massa battente  $M \geq 60$  kg), eseguite secondo lo standard DIN 4094 (la prova consiste nell'infiggere la punta conica nel terreno, per tratti consecutivi di 20 cm, misurando il numero di colpi N20 necessari).

**Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH63-73 GEO DEEP DRILL**

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63,5 Kg
Altezza di caduta libera	0,75 m
Peso sistema di battuta	8 Kg
Diametro punta conica	50,46 mm
Area di base punta	20 cm <sup>2</sup>
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6,3 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,80 m
Avanzamento punta	0,20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	60°



La resistenza opposta dal terreno alla punta conica viene correlata alle caratteristiche fisico-meccaniche e portanti del terreno, consentendo inoltre di riconoscere, con buona approssimazione, la stratigrafia del sottosuolo; il tutto fino alla profondità a cui la resistenza del terreno è tale da non permetterne più l'infissione (rigetto della punta).

Per il riconoscimento ed il calcolo delle più significative caratteristiche fisico-meccaniche del terreno di fondazione, sono state elaborate le norme relative al penetrometro superpesante medio italiano usato per le prove (DPSH63 della GEO DEEP DRILL).

### Correlazione con N<sub>spt</sub>

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<sub>spt</sub> ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con N<sub>spt</sub>. Il passaggio viene dato da:

$$NSPT = \beta_t \cdot N$$

Dove:

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

in cui Q è l'energia specifica per colpo e Q<sub>spt</sub> è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

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

Dove:

M = peso massa battente.

M' = peso aste.

H = altezza di caduta.

A = area base punta conica.

D = passo di avanzamento.

Attraverso la nota "Formula degli Olandesi", di seguito riportata, ci si ricava la resistenza dinamica alla punta (altrimenti detta resistenza di rottura dinamica alla punta) (R<sub>pd</sub>), parametro caratteristico dello stato di addensamento di un terreno incoerente e della consistenza di un terreno coesivo.

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

Dove:

R<sub>pd</sub> = resistenza dinamica punta;

A = sezione della punta conica;

e = infissione media per colpo (20 / N) = 20/N cm (con N corrispondente al n° di colpi per ogni approfondimento di 20 cm);

M = peso massa battente (maglio)

H = altezza caduta massa battente;

P = peso totale aste e sistema battuta.

La resistenza dinamica alla punta (R<sub>pd</sub>) è correlata alla pressione ammissibile specifica sull'interstrato (Q<sub>ad</sub> altrimenti detta portanza) (con effetto di riduzione energia per svergolamento aste o no) calcolata

secondo le note elaborazioni proposte da Herminier, applicando un coefficiente di sicurezza (generalmente =  $20 \div 22$ ) 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.

$$Q_{ad} = \frac{R_{pd}}{[20 \div 22]}$$

Dall'elaborazione delle risultanze delle prove penetrometriche dinamiche, attraverso l'utilizzo del software Dynamic Probing versione 2021.26.5.1051 ci si è ricavati i principali parametri fisico meccanici che caratterizzano il modello geotecnico dei depositi indagati, di cui al capitolo 10.

Si riportano di seguito le risultanze delle indagini eseguite.

**DINAMIC PROBING SUPER HEAVY (DPSH n° 1)**

Strumento utilizzato: **DPSH63-73 GEO DEEP DRILL (superpesante)**  
 Prova eseguita in data: **29/03/2021**  
 Profondità prova: **1,00 mt**  
 Falda (profondità dal p.c.): **non rilevata**  
 Certificato **Nr. 1 del 30.03.2021**  
 Codice commessa nr. **39/2020GT**  
 Tipo elaborazione nr. colpi **Medio**

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	1	0.855	8.31	9.72	0.42	0.49
0.40	8	0.851	66.14	77.74	3.31	3.89
0.60	32	0.697	216.75	310.97	10.84	15.55
0.80	41	0.643	256.32	398.43	12.82	19.92
1.00	50	0.640	287.57	449.49	14.38	22.47



Committente: POWERTIS S.r.l.  
Descrizione: Realizzazione di impianto di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica  
Localita': Torre S. Susanna - Mesagne - Erchie (BR)

29-03-2021

Scala 1:5



**DINAMIC PROBING SUPER HEAVY (DPSH n° 2)**

Strumento utilizzato: **DPSH63-73 GEO DEEP DRILL (superpesante)**  
 Prova eseguita in data: **29/03/2021**  
 Profondità prova: **1,00 mt**  
 Falda (profondità dal p.c.): **non rilevata**  
 Certificato **Nr. 2 del 30.03.2021**  
 Codice commessa nr. **39/2020GT**  
 Tipo elaborazione nr. colpi **Medio**

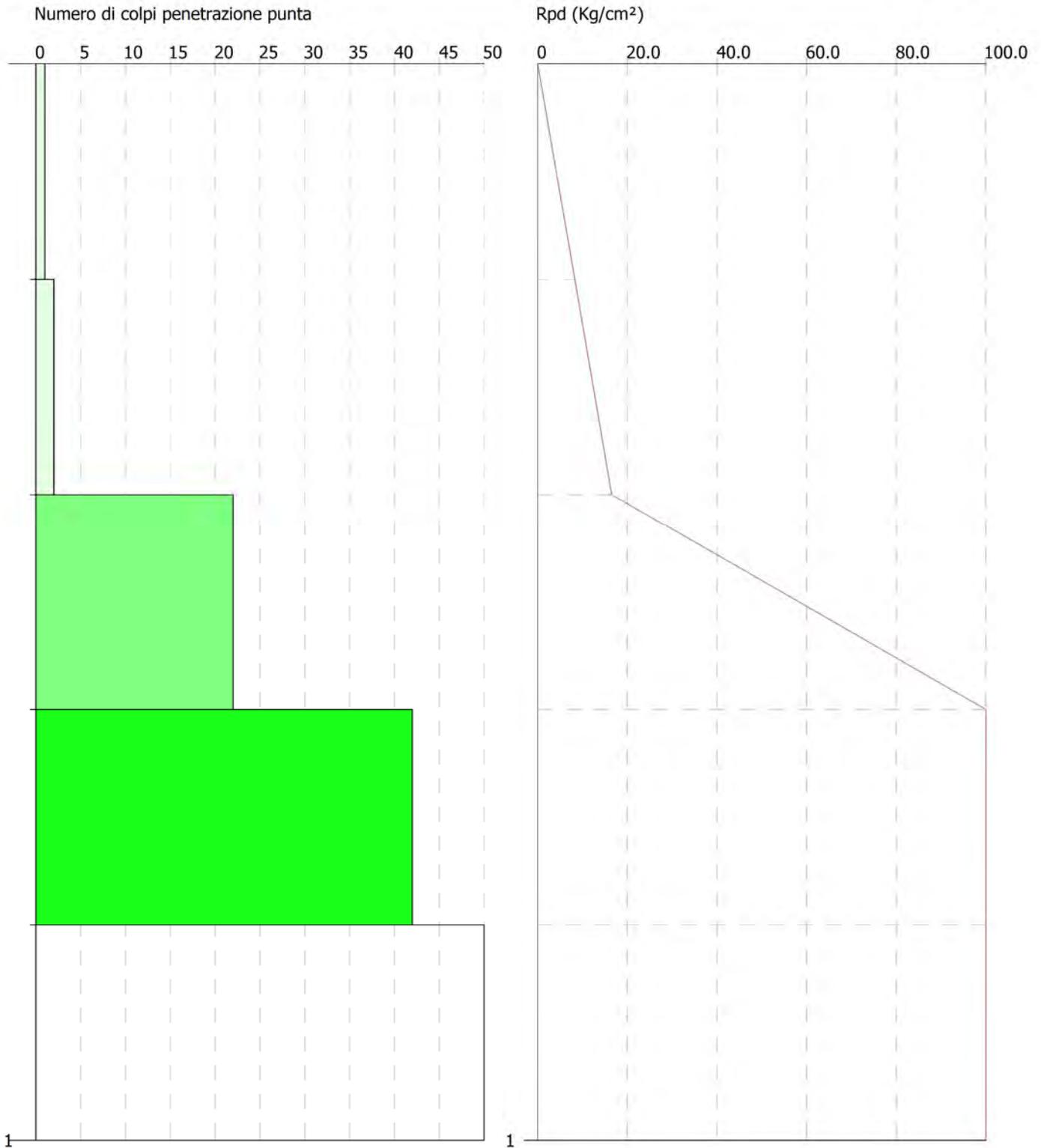
Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	1	0.855	8.31	9.72	0.42	0.49
0.40	2	0.851	16.54	19.44	0.83	0.97
0.60	22	0.747	159.70	213.79	7.99	10.69
0.80	42	0.643	262.58	408.15	13.13	20.41
1.00	50	0.640	287.57	449.49	14.38	22.47



Committente: POWERTIS S.r.l.  
Descrizione: Realizzazione di impianto di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica  
Localita': Torre S. Susanna - Mesagne - Erchie (BR)

29-03-2021

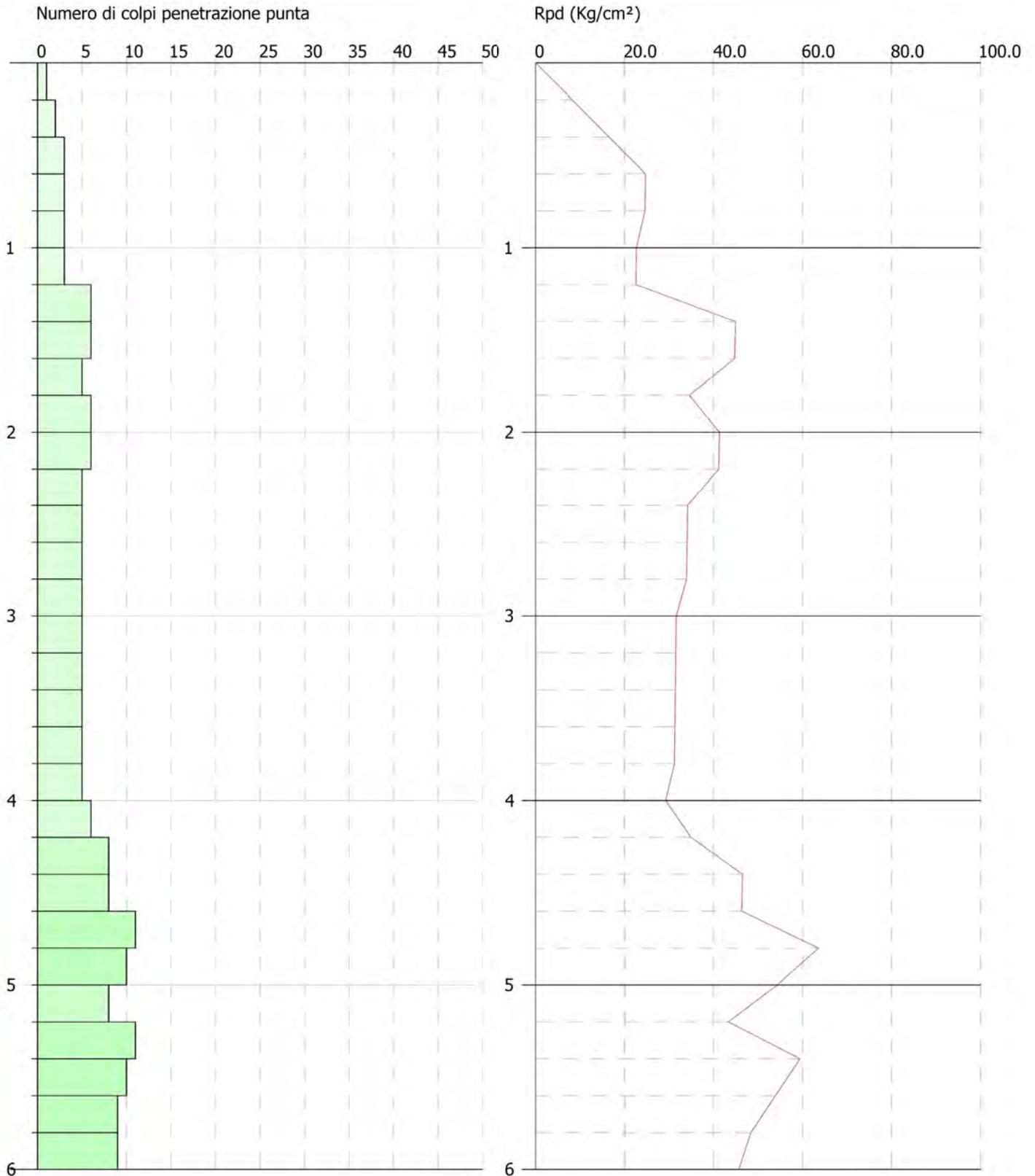
Scala 1:5



**DINAMIC PROBING SUPER HEAVY (DPSH n° 3)**Strumento utilizzato: **DPSH63-73 GEO DEEP DRILL (superpesante)**Prova eseguita in data: **29/03/2021**Profondità prova: **6,00 mt**Falda (profondità dal p.c.): **non rilevata**Certificato **Nr. 3 del 30.03.2021**Codice commessa nr. **39/2020GT**Tipo elaborazione nr. colpi **Medio**

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	1	0.855	8.31	9.72	0.42	0.49
0.40	2	0.851	16.54	19.44	0.83	0.97
0.60	3	0.847	24.69	29.15	1.23	1.46
0.80	3	0.843	24.59	29.15	1.23	1.46
1.00	3	0.840	22.65	26.97	1.13	1.35
1.20	3	0.836	22.55	26.97	1.13	1.35
1.40	6	0.833	44.92	53.94	2.25	2.70
1.60	6	0.830	44.75	53.94	2.24	2.70
1.80	5	0.826	37.14	44.95	1.86	2.25
2.00	6	0.823	41.31	50.18	2.07	2.51
2.20	6	0.820	41.15	50.18	2.06	2.51
2.40	5	0.817	34.17	41.82	1.71	2.09
2.60	5	0.814	34.05	41.82	1.70	2.09
2.80	5	0.811	33.93	41.82	1.70	2.09
3.00	5	0.809	31.61	39.09	1.58	1.95
3.20	5	0.806	31.51	39.09	1.58	1.95
3.40	5	0.803	31.41	39.09	1.57	1.95
3.60	5	0.801	31.31	39.09	1.57	1.95
3.80	5	0.798	31.21	39.09	1.56	1.95
4.00	5	0.796	29.22	36.70	1.46	1.84
4.20	6	0.794	34.96	44.04	1.75	2.20
4.40	8	0.791	46.47	58.72	2.32	2.94
4.60	8	0.789	46.35	58.72	2.32	2.94
4.80	11	0.787	63.55	80.74	3.18	4.04
5.00	10	0.785	54.30	69.17	2.72	3.46
5.20	8	0.783	43.33	55.34	2.17	2.77
5.40	11	0.781	59.43	76.09	2.97	3.80
5.60	10	0.779	53.89	69.17	2.69	3.46
5.80	9	0.777	48.39	62.25	2.42	3.11
6.00	9	0.775	45.65	58.86	2.28	2.94

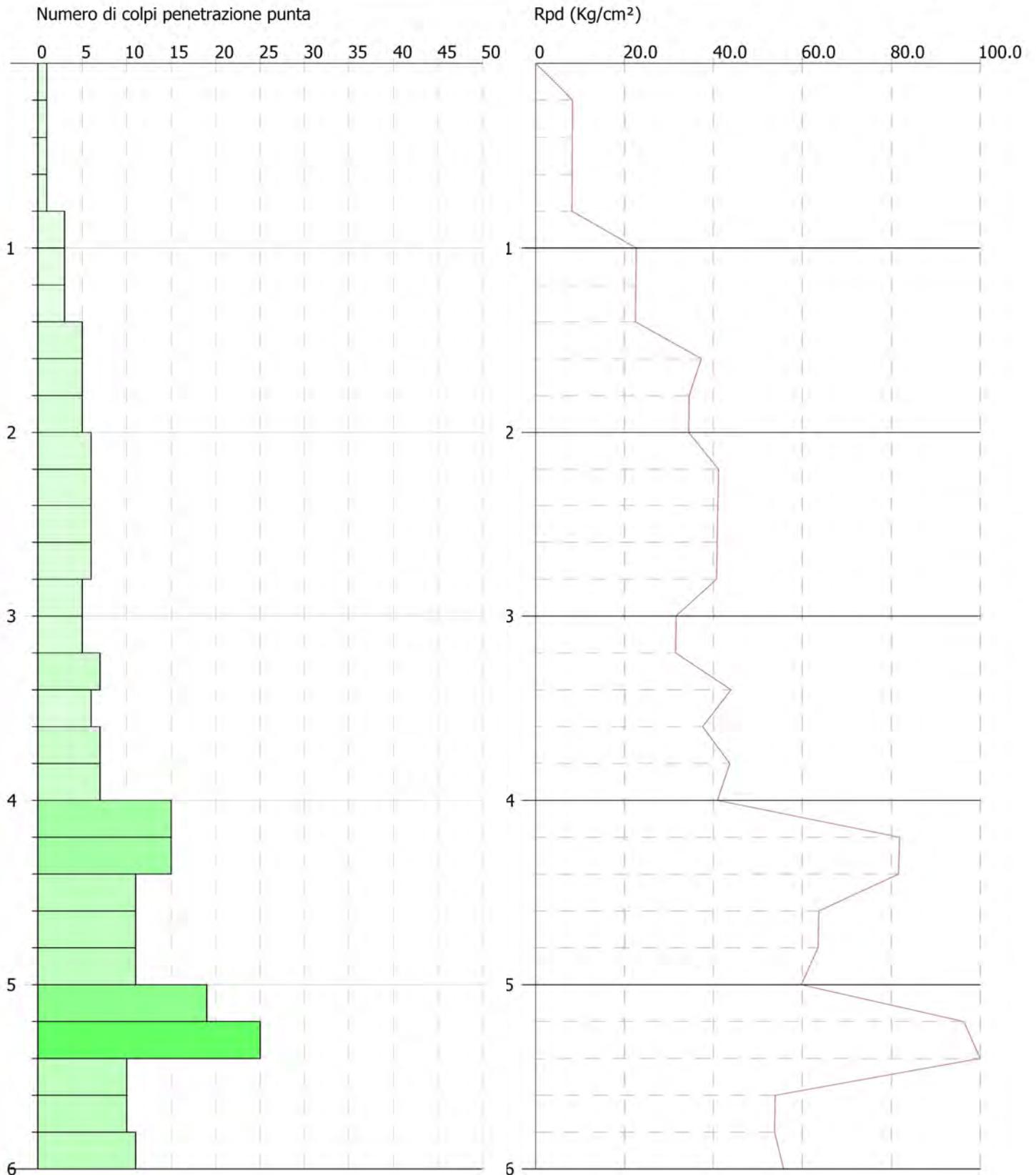




**DINAMIC PROBING SUPER HEAVY (DPSH n° 4)**Strumento utilizzato: **DPSH63-73 GEO DEEP DRILL (superpesante)**Prova eseguita in data: **29/03/2021**Profondità prova: **6,00 mt**Falda (profondità dal p.c.): **non rilevata**Certificato **Nr. 4 del 30.03.2021**Codice commessa nr. **39/2020GT**Tipo elaborazione nr. colpi **Medio**

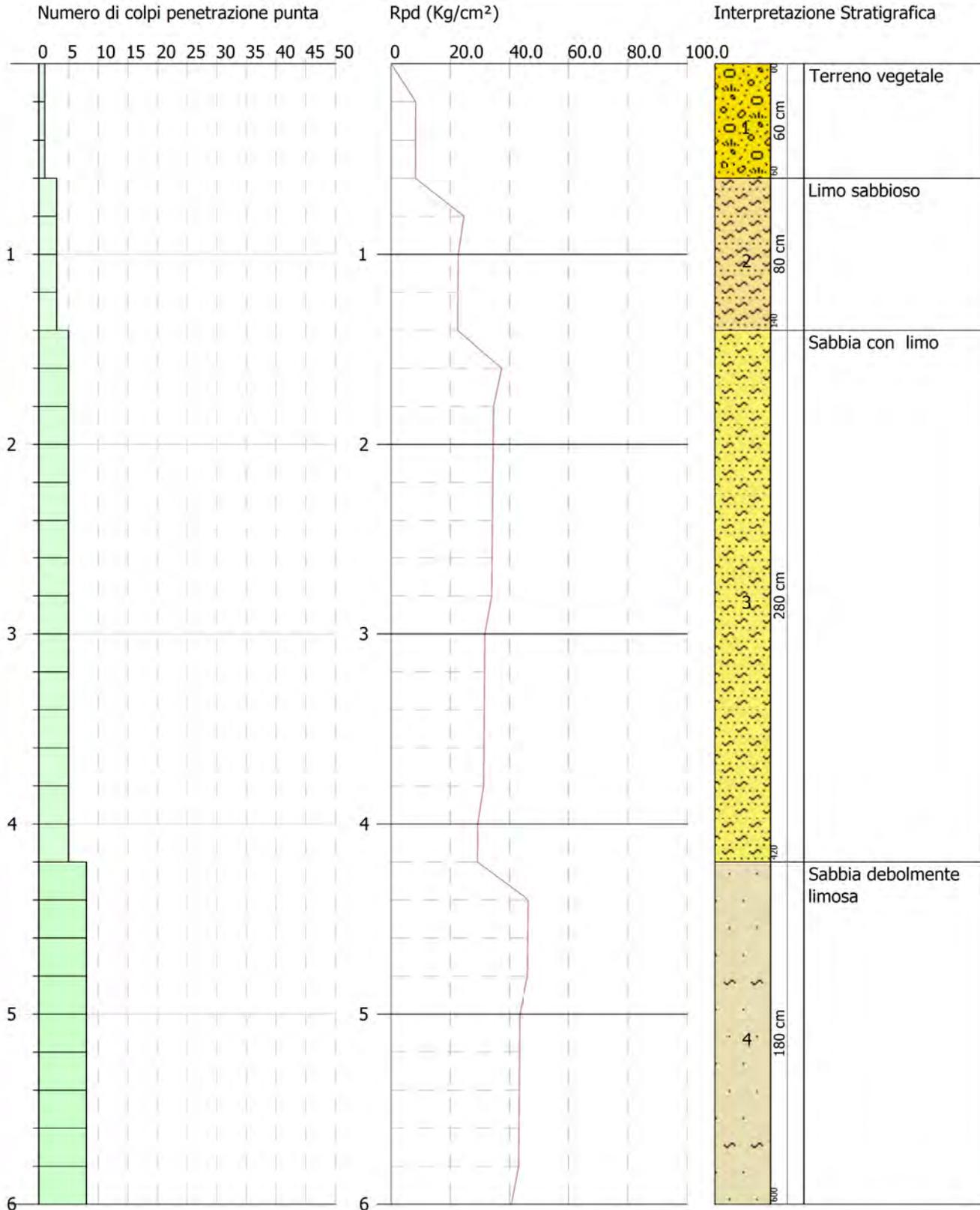
Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	1	0.855	8.31	9.72	0.42	0.49
0.40	1	0.851	8.27	9.72	0.41	0.49
0.60	1	0.847	8.23	9.72	0.41	0.49
0.80	1	0.843	8.20	9.72	0.41	0.49
1.00	3	0.840	22.65	26.97	1.13	1.35
1.20	3	0.836	22.55	26.97	1.13	1.35
1.40	3	0.833	22.46	26.97	1.12	1.35
1.60	5	0.830	37.29	44.95	1.86	2.25
1.80	5	0.826	37.14	44.95	1.86	2.25
2.00	5	0.823	34.42	41.82	1.72	2.09
2.20	6	0.820	41.15	50.18	2.06	2.51
2.40	6	0.817	41.00	50.18	2.05	2.51
2.60	6	0.814	40.86	50.18	2.04	2.51
2.80	6	0.811	40.72	50.18	2.04	2.51
3.00	5	0.809	31.61	39.09	1.58	1.95
3.20	5	0.806	31.51	39.09	1.58	1.95
3.40	7	0.803	43.97	54.73	2.20	2.74
3.60	6	0.801	37.57	46.91	1.88	2.35
3.80	7	0.798	43.70	54.73	2.18	2.74
4.00	7	0.796	40.90	51.38	2.05	2.57
4.20	15	0.744	81.88	110.10	4.09	5.51
4.40	15	0.741	81.64	110.10	4.08	5.51
4.60	11	0.789	63.73	80.74	3.19	4.04
4.80	11	0.787	63.55	80.74	3.18	4.04
5.00	11	0.785	59.73	76.09	2.99	3.80
5.20	19	0.733	96.34	131.43	4.82	6.57
5.40	25	0.681	117.77	172.93	5.89	8.65
5.60	10	0.779	53.89	69.17	2.69	3.46
5.80	10	0.777	53.77	69.17	2.69	3.46
6.00	11	0.775	55.79	71.94	2.79	3.60





**MODELLO GEOTECNICO AREA SOTTOSTAZIONE**Strumento utilizzato: **DPSH63-73 GEO DEEP DRILL (superpesante)**Profondità prova: **6,00 mt**Falda (profondità dal p.c.): **non rilevata**

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	1	0.855	8.31	9.72	0.42	0.49
0.40	1	0.851	8.27	9.72	0.41	0.49
0.60	1	0.847	8.23	9.72	0.41	0.49
0.80	3	0.843	24.59	29.15	1.23	1.46
1.00	3	0.840	22.65	26.97	1.13	1.35
1.20	3	0.836	22.55	26.97	1.13	1.35
1.40	3	0.833	22.46	26.97	1.12	1.35
1.60	5	0.830	37.29	44.95	1.86	2.25
1.80	5	0.826	37.14	44.95	1.86	2.25
2.00	5	0.823	34.42	41.82	1.72	2.09
2.20	5	0.820	34.29	41.82	1.71	2.09
2.40	5	0.817	34.17	41.82	1.71	2.09
2.60	5	0.814	34.05	41.82	1.70	2.09
2.80	5	0.811	33.93	41.82	1.70	2.09
3.00	5	0.809	31.61	39.09	1.58	1.95
3.20	5	0.806	31.51	39.09	1.58	1.95
3.40	5	0.803	31.41	39.09	1.57	1.95
3.60	5	0.801	31.31	39.09	1.57	1.95
3.80	5	0.798	31.21	39.09	1.56	1.95
4.00	5	0.796	29.22	36.70	1.46	1.84
4.20	5	0.794	29.13	36.70	1.46	1.84
4.40	8	0.791	46.47	58.72	2.32	2.94
4.60	8	0.789	46.35	58.72	2.32	2.94
4.80	8	0.787	46.22	58.72	2.31	2.94
5.00	8	0.785	43.44	55.34	2.17	2.77
5.20	8	0.783	43.33	55.34	2.17	2.77
5.40	8	0.781	43.22	55.34	2.16	2.77
5.60	8	0.779	43.12	55.34	2.16	2.77
5.80	8	0.777	43.01	55.34	2.15	2.77
6.00	8	0.775	40.57	52.32	2.03	2.62



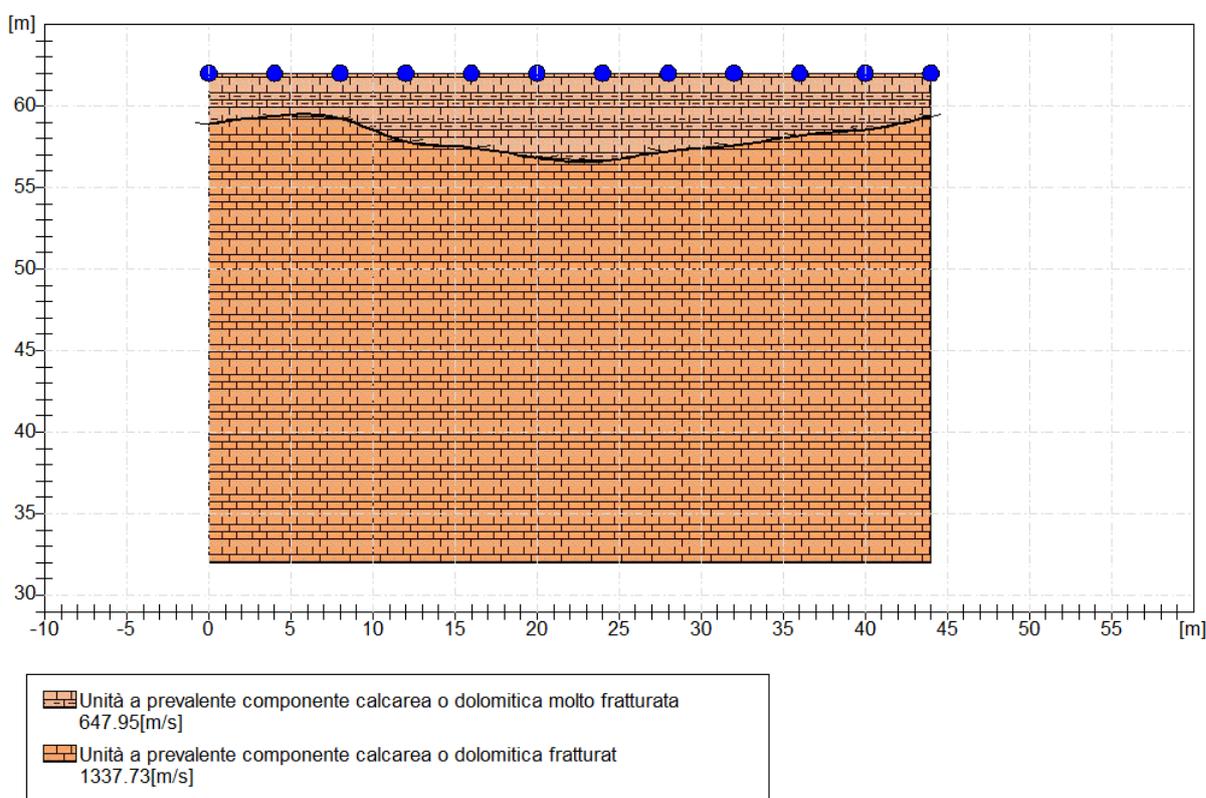
## 11. PARAMETRI GEOTECNICI DEI DEPOSITI INDAGATI

Alla luce delle indagini di cui ai capitoli precedenti, sono stati definiti i principali parametri fisico meccanici che caratterizzano il modello geotecnico dei depositi indagati come di seguito sintetizzati.

### - Area CAMPI FOTOVOLTAICI: LOTTO SP\_1

Parametri geotecnici*	Strato n. 1	Strato n. 2
Profondità da p.c.	0,00 ÷ 5,00 mt	5,00 ÷ 15,00 mt
Litologia	Unità a prevalente componente calcarea o dolomitica molto fratturata	Unità a prevalente componente calcarea o dolomitica fratturata
Coefficiente Poisson	0.33	0.31
Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	1763.00	2108.00
Vp [m/s]	647.95	1337.73
Vs [m/s]	326.38	701.97
G0 [MPa]	187.80	1038.75
Ed [Mpa]	740.17	3772.30
M0 [MPa]	552.36	2733.55
Ey [Mpa]	499.56	2721.52
Ø [°]	32	40
Cu [Mpa]	0,12	1,23

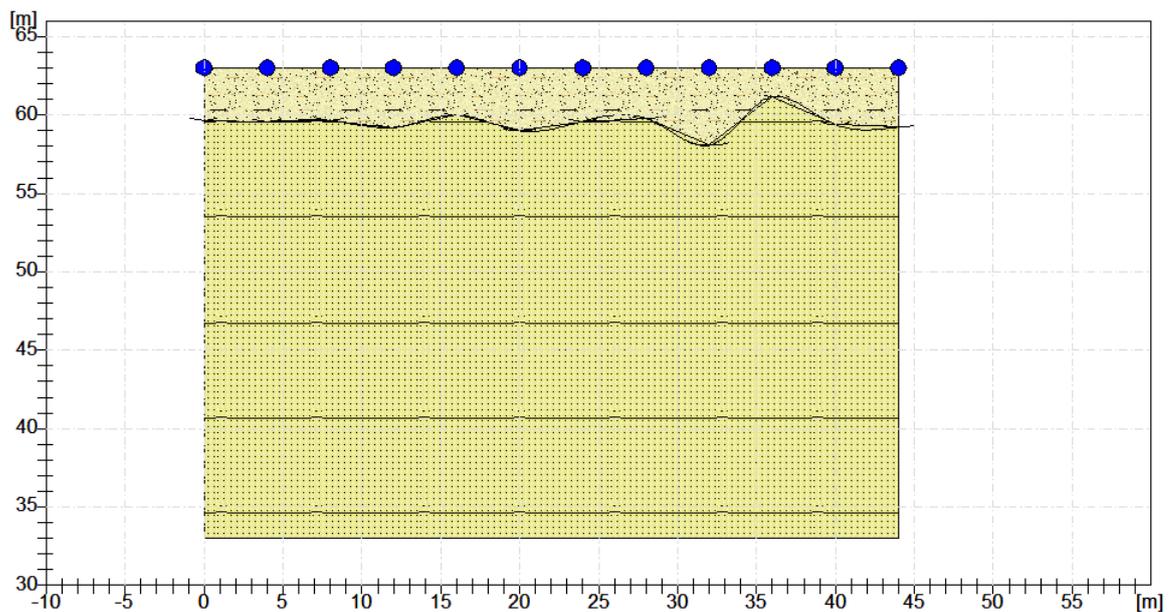
\* G0: Modulo di deformazione al taglio; Ed: Modulo edometrico; M0: Modulo di compressibilità volumetrica; Ey: Modulo di Young; Ø: Angolo di attrito; Cu: Coesione



## - Area CAMPI FOTOVOLTAICI: LOTTO SP\_2 – SP\_3

Parametri geotecnici*	Strato n. 1	Strato n. 2
Profondità da p.c.	0,00 ÷ 3,50 mt	3,50 ÷ 15,00 mt
Litologia	Unità a prevalente componente sabbiosa-arenitica	Unità a prevalente componente arenitica
Coefficiente Poisson	0.34	0.32
Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	2000.00	2072.00
Vp [m/s]	824.27	1160.70
Vs [m/s]	405.84	597.17
G0 [MPa]	312.95	702.53
Ed [Mpa]	1290.90	2654.02
M0 [MPa]	977.96	1951.48
Ey [Mpa]	838.70	1854.69
Ø [°]	35	40
Cu [Mpa]	0,51	0,95

\* G0: Modulo di deformazione al taglio; Ed: Modulo edometrico; M0: Modulo di compressibilità volumetrica; Ey: Modulo di Young; Ø: Angolo di attrito; Cu: Coesione

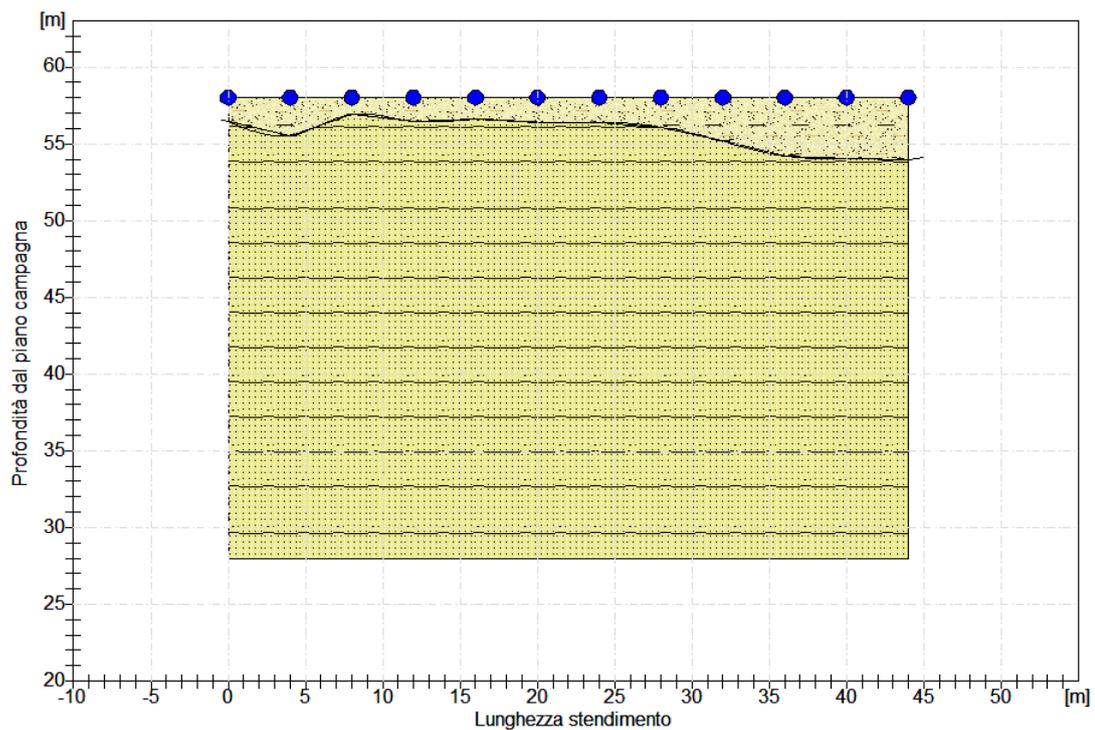


	Unità a prevalente componente sabbiosa-arenitica 824.27[m/s]
	Unità a prevalente componente arenitica 1160.70[m/s]

## - Area CAMPI FOTOVOLTAICI: LOTTO SP\_4 – SP\_5

Parametri geotecnici*	Strato n. 1	Strato n. 2
Profondità da p.c.	0,00 ÷ 4,50 mt	4,50 ÷ 15,00 mt
Litologia	Unità a prevalente componente sabbiosa-arenitica	Unità a prevalente componente arenitica
Coefficiente Poisson	0.33	0.31
Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	1747.00	1900.00
Vp [m/s]	569.64	824.60
Vs [m/s]	286.94	432.71
G0 [MPa]	143.84	355.75
Ed [Mpa]	566.89	1291.94
M0 [MPa]	423.05	936.19
Ey [Mpa]	382.61	932.07
Ø [°]	30	40
Cu [Mpa]	0,30	0,57

\* G0: Modulo di deformazione al taglio; Ed: Modulo edometrico; M0: Modulo di compressibilità volumetrica; Ey: Modulo di Young; Ø: Angolo di attrito; Cu: Coesione



-  Unità a prevalente componente sabbiosa-arenitica  
569.64[m/s]
-  Unità a prevalente componente arenitica  
824.60[m/s]

## - Area SOTTOSTAZIONE

LITOLOGIA (ORIZZONTE)	PROFONDITA' dal P.C. (mt)	PARAMETRI GEOTECNICI	CORRELAZIONE	VALORE
TERRENO VEGETALE (ORIZZONTE 1)	0,00 ÷ 0,60	=	=	=
DEPOSITO LIMO-SABBIOSO POCO ADDENSATO (ORIZZONTE 2)	0,60 ÷ 1,40	Coesione (C)	[Terzaghi-Peck]	0,0 (Kg/cmq)
		Angolo di attrito	[Sowers (1961)]	28°
		Modulo Elastico (di Young)	[Schmertmann (1978)]	38,82 (Kg/cmq)
		Modulo Edometrico	[Menzenbach e Malcev]	53,82 (Kg/cmq)
		Modulo di Poisson	A.G.I.	0,34
		Classificazione AGI (1977)	AGI (1977)	POCO ADDENSATO
		Peso unità di volume naturale ( $\gamma$ )	[Terzaghi-Peck 1948-1967]	1,41 (t/mc)
		Peso unità di volume saturo ( $\gamma_s$ )	[Terzaghi-Peck 1948-1967]	1,88 (t/mc)
		Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \text{SigmaH}/P_0$	[Navfac 1971-1982]	0,86
Falda profondità dal p.c.	=	NON RILEVATA		
DEPOSITO SABBIOSO LIMOSO POCO ADDENSATO (ORIZZONTE 3)	1,40 ÷ 4,20	Coesione (C)	[Terzaghi-Peck]	0 (Kg/cmq)
		Angolo di attrito	[Sowers (1961)]	30°
		Modulo Elastico (di Young)	[Schmertmann (1978)]	65,94 (Kg/cmq)
		Modulo Edometrico	[Menzenbach e Malcev]	71,76 (Kg/cmq)
		Modulo di Poisson	A.G.I.	0,34
		Classificazione AGI (1977)	AGI (1977)	POCO ADDENSATO
		Peso unità di volume naturale ( $\gamma$ )	[Terzaghi-Peck 1948-1967]	1,45 (t/mc)
		Peso unità di volume saturo ( $\gamma_s$ )	[Terzaghi-Peck 1948-1967]	1,90 (t/mc)
		Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \text{SigmaH}/P_0$	[Navfac 1971-1982]	1,57
Falda superficiale dal p.c.	=	NON RILEVATA		
DEPOSITO SABBIOSO DEBOLMENTE LIMOSO MODERATAMENTE ADDENSATO (ORIZZONTE 2)	4,20 ÷ 6,00	Coesione (C)	[Terzaghi-Peck]	0,0 (Kg/cmq)
		Angolo di attrito	[Sowers (1961)]	31°
		Modulo Elastico (di Young)	[Schmertmann (1978)]	147,60 (Kg/cmq)
		Modulo Edometrico	[Menzenbach e Malcev]	166,66 (Kg/cmq)
		Modulo di Poisson	A.G.I.	0,33
		Classificazione AGI (1977)	AGI (1977)	MODERATAMENTE ADDENSATO
		Peso unità di volume naturale ( $\gamma$ )	[Terzaghi-Peck 1948-1967]	1,51 (t/mc)
		Peso unità di volume saturo ( $\gamma_s$ )	[Terzaghi-Peck 1948-1967]	1,94 (t/mc)
		Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \text{SigmaH}/P_0$	[Navfac 1971-1982]	2,58
Falda profondità dal p.c.	=	NON RILEVATA		

## **12. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE**

Il presente studio è stato finalizzato alla definizione:

1. della caratterizzazione e modellazione geologica al fine della ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio indagato onde verificare la fattibilità tecnica delle opere in progetto;
2. della caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni indagati, definire il modello geotecnico e la categoria sismica di sottosuolo ed i parametri e coefficienti sismici locali, secondo quanto previsto dal D.M. 14.01.2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni" come aggiornate dal D.M. 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni";

dei terreni di fondazione ubicati entro i territori dei comuni di Torre Santa Susanna, Mesagne ed Erchie nella provincia di Brindisi che saranno interessati dalla "realizzazione di impianto di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica denominato "SPARPAGLIATA", delle recinzioni e relative opere di connessione fino alla più vicina cabina MT di consegna".

L'indagine, svolta in conformità alle normative tecniche vigenti, è stata articolata nelle seguenti fasi di studio:

- raccolta e consultazione della documentazione geologica e geomorfologica esistente relativa a studi ed analisi effettuate nella stessa area, in aree limitrofe o in situazioni del tutto analoghe;
- raccolta ed analisi accurata della cartografia dell'area;
- rilievi di superficie, effettuati allo scopo di definire le forme e l'estensione delle strutture di superficie e di descrivere l'idrografia superficiale (Rilievo geomorfologico), di riconoscere l'estensione areale ed i limiti dei litotipi presenti nell'area (Rilievo geolitologico), di individuare eventuali strutture di tipo fragile e di tipo duttile (Rilievo geologico - strutturale);
- campagna di indagine di prospezione geologica e sismica dei terreni eseguita dallo scrivente, in relazione alle caratteristiche tecnico-dimensionali delle opere in progetto, della complessità geologica e della vulnerabilità ambientale del sito, per mezzo di:
  - ✓ n° 2 Prove Penetrometriche Dinamiche Super Pesanti (DYNAMIC PROBING SUPER HEAVY),
  - ✓ n° 3 stendimenti sismici in onda S a tecnica MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves),
  - ✓ n° 3 stendimenti sismici in onda S a tecnica RE.MI. (Refraction Microtremor),
  - ✓ n° 3 stendimenti sismici tomografici a rifrazione in onda P (Rifrazione);all'interno delle aree interessate dalla realizzazione dei campi fotovoltaici;
  - ✓ n° 2 Prove Penetrometriche Dinamiche Super Pesanti (DYNAMIC PROBING SUPER HEAVY),
  - ✓ n° 1 stendimento sismico in onda S a tecnica MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves),
  - ✓ n° 1 stendimento sismico in onda S a tecnica RE.MI. (Refraction Microtremor),all'interno dell'area interessata dalla realizzazione della cabina di consegna/sottostazione.

In virtù di quanto sopra si attesta che:

**1.** dall'analisi della **Carta Idro-geomorfologica della Regione Puglia allegata al Piano di bacino stralcio assetto idrogeologico (P.A.I.)** della Regione Puglia si evidenzia come:

**a. L'area interessata dalla realizzazione dell'impianto in progetto** risulta interessata da:

- LOTTO SP\_3: un corso d'acqua episodico a distanza di poco superiore ai 98 mt dal perimetro del lotto e 133 mt dal primo tracker;
- LOTTO SP\_5: un corso d'acqua episodico a distanza di poco superiore ai 119 mt dal perimetro del lotto e 139 mt dal primo tracker;

alla luce di quanto sopra, dette aree **ricadono**:

- a meno di 150 mt da tratti di reticolo idrografici, nell'ambito della fascia di pertinenza fluviale (Art. 10 NTA).

**b. Il tracciato interessato dalla realizzazione delle opere di connessione fino alla più vicina cabina MT di consegna/sottostazione** tra il LOTTO SP\_5 e la STAZIONE DI UTENZA, intercetta immediatamente a sud dello stesso LOTTO un corso d'acqua episodico immissario di un piccolo bacino endoreico, che fa sì che detta area si **ricada** pertanto:

- a meno di 75 mt da tratti di reticolo idrografici, in alveo in modellamento attivo ed area golenale (Art. 6 NTA);
- a meno di 150 mt da tratti di reticolo idrografici, nell'ambito della fascia di pertinenza fluviale (Art. 10 NTA).

**c. L'area interessata dalla realizzazione della cabina di consegna/sottostazione in progetto non ricade**, neanche parzialmente:

- a meno di 75 mt da tratti di reticolo idrografici, in alveo in modellamento attivo ed area golenale (Art. 6 NTA);
- a meno di 150 mt da tratti di reticolo idrografici, nell'ambito della fascia di pertinenza fluviale (Art. 10 NTA).

**2.** Dall'analisi della cartografia allegata al **Piano di bacino stralcio assetto idrogeologico (P.A.I.)** della Regione Puglia in cui l'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale Sede Puglia ha individuato le aree esposte a pericolosità geomorfologica e idraulica e pertanto a rischio, si evidenzia come:

**a. la sola recinzione del LOTTO SP 5 interessato dalla realizzazione dell'impianto in progetto ricade**, in area identificata e perimetrata a pericolosità idraulica (Art. 7 – 8 – 9 NTA), mentre nessuna di dette aree ricade in:

- in aree identificate e perimetrata a pericolosità geomorfologica (Art. 13 – 14 – 15 NTA);
- in aree identificate e perimetrata a rischio.

**b. Il tracciato interessato dalla realizzazione delle opere di connessione fino alla più vicina cabina MT di consegna/sottostazione** tra il LOTTO SP\_5 e la STAZIONE DI UTENZA,

- intercettando n° 4 aree identificate e perimetrata a pericolosità idraulica **Alta (A.P.), Media (M.P.) e Bassa (B.P.)** (Art. 7 – 8 – 9 NTA), come definite all'art. 36 delle Norme Tecniche di

Attuazione, dovute alla presenza di depressioni (conche) a carattere endoreico (Tav. 5, 5.1 e 5.2);

mentre non ricadono neanche parzialmente:

- in aree identificate e perimetrate a pericolosità geomorfologica (Art. 13 – 14 – 15 NTA);
- in aree identificate e perimetrate a rischio.

**c. L'area interessata dalla realizzazione della cabina di consegna/sottostazione in progetto non ricade**, neanche parzialmente:

- in aree identificate e perimetrate a pericolosità idraulica (Art. 7 – 8 – 9 NTA);
- in aree identificate e perimetrate a pericolosità geomorfologica (Art. 13 – 14 – 15 NTA);
- in aree identificate e perimetrate a rischio.

**3.** L'area interessata dalla realizzazione dell'impianto fotovoltaico nel suo complesso non risulta interessata dalla presenza di una falda superficiale fino alla profondità di circa 5,00 mt dal p.c..

**4.** Sulla base del valore della velocità equivalente  $V_{s,eq}$  di propagazione delle onde di taglio ricavata dall'**analisi sismica** in sito è possibile classificare il sottosuolo di fondazione come di seguito:

- **area interessata dalla realizzazione dei campi fotovoltaici (LOTTE SP 1, 2, 3, 4 e 5)** di tipo **A**,
- **area interessata dalla realizzazione della cabina di consegna/sottostazione** di tipo **C**.

**5.** Le condizioni topografiche dell'area indagata fanno sì che la stessa rientri nella categoria **T1** "Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ ".

**6.** Sulla base delle premesse riportate al capitolo 7.3 considerando che l'area oggetto di studio è similmente classificata come zona 4, ci si è ricavati i parametri e coefficienti sismici locali come sintetizzati ai paragrafi 9.3.1. e 9.3.2, da cui si evince come trovandoci nelle condizioni in cui l'accelerazione massima attesa al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) risulta minore di 0,1g, il sito in oggetto rientra tra quelli per i quali è prevista l'esclusione dalla verifica a liquefazione.

**7.** I principali parametri fisico-meccanici che caratterizzano il modello geotecnico dei depositi indagati, idonei ad ospitare le opere in progetto, sono sintetizzati nel capitolo precedente.

**8.** Che considerando che dai rilievi di superficie eseguiti si evince come le aree in oggetto non mostrino evidenze strutturali che lascino intendere alla presenza di aree di instabilità morfologica e/o possibili forme dovute a fenomeni carsici di qualche interesse, **adottando i criteri costruttivi sintetizzati al capitolo 7 come descritti nella documentazione progettuale scritto-grafica redatta dalla proponente, è possibile affermare come l'intervento in progetto possa essere considerato del tutto compatibile con le condizioni idro-geomorfologiche del territorio interessato.**

In conclusione, al fine di garantire la buona tenuta statica delle opere in progetto ed evitare il verificarsi di cedimenti differenziali del terreno di fondazione non compatibili con la capacità di resistenza delle strutture in elevazione, si può ipotizzare la realizzazione di fondazioni dirette attestate a profondità

superiore ai 0,60 mt dal p.c. o per quanto riguarda i moduli fotovoltaici, attraverso tracker fissati al terreno tramite pali infissi e/o battuti, adottando i parametri geotecnici di cui al capitolo precedente.

*Dovendo sempre supporre un certo grado di imprevedibilità, caratteristica propria delle formazioni geologiche, si rimanda comunque al progettista e/o direttore dei lavori l'onere di verificare, in fase esecutiva, la rispondenza tra quanto previsto e quanto effettivamente riscontrato, differendo in caso contrario le soluzioni progettuali sulla scorta di ulteriori approfondimenti.*

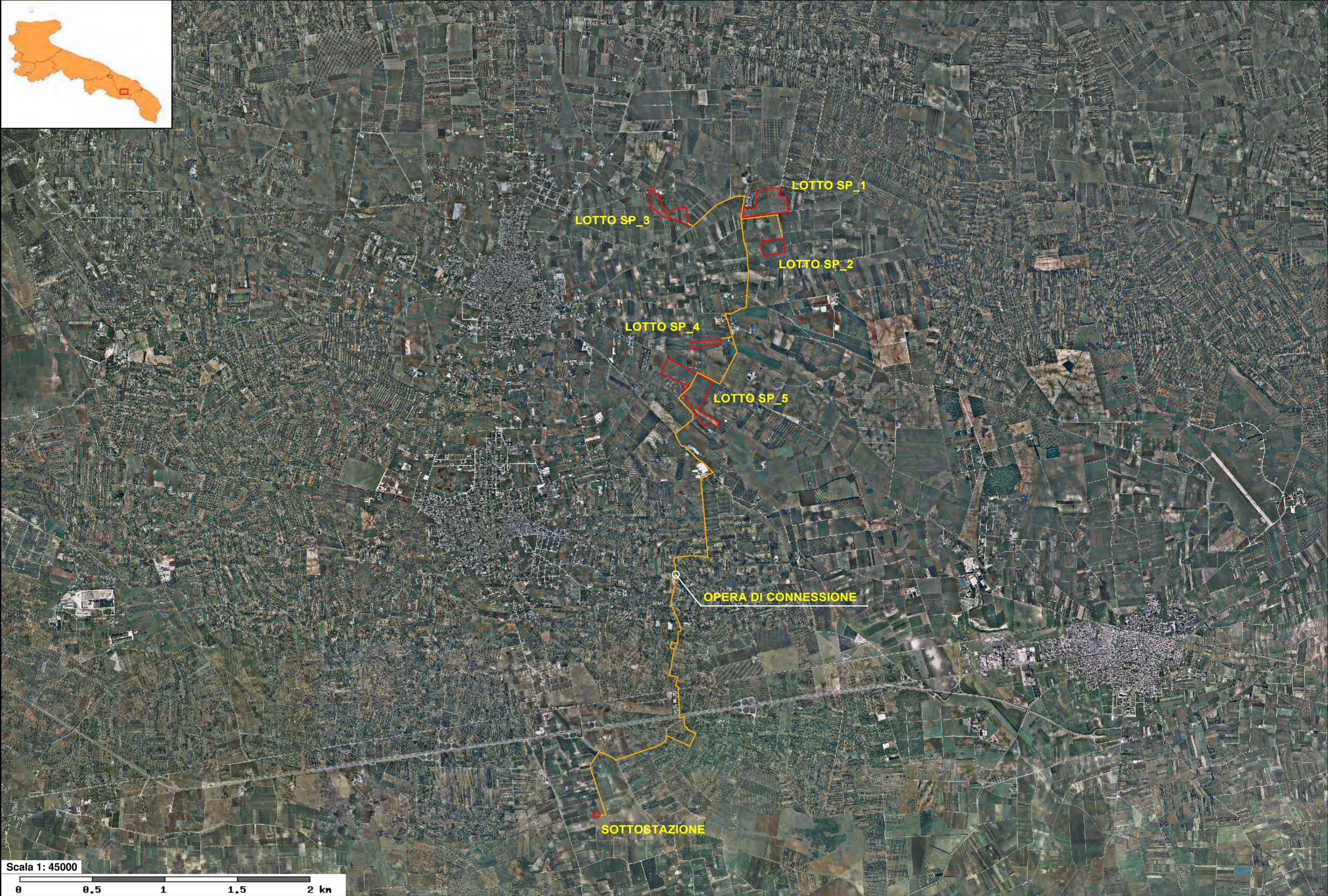
Tanto si doveva in espletamento dell'incarico affidatomi.

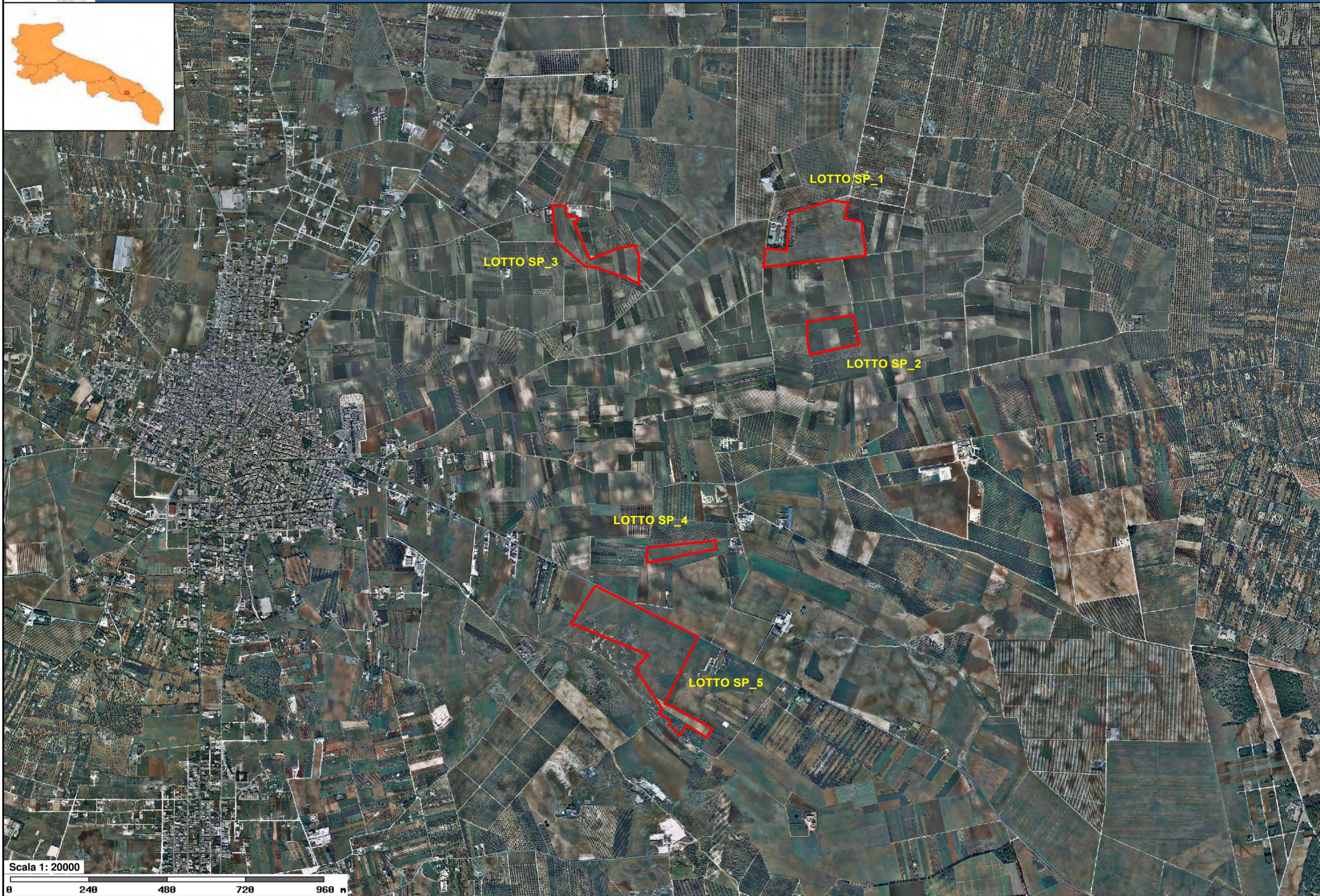
Brindisi, li 01.04.2021

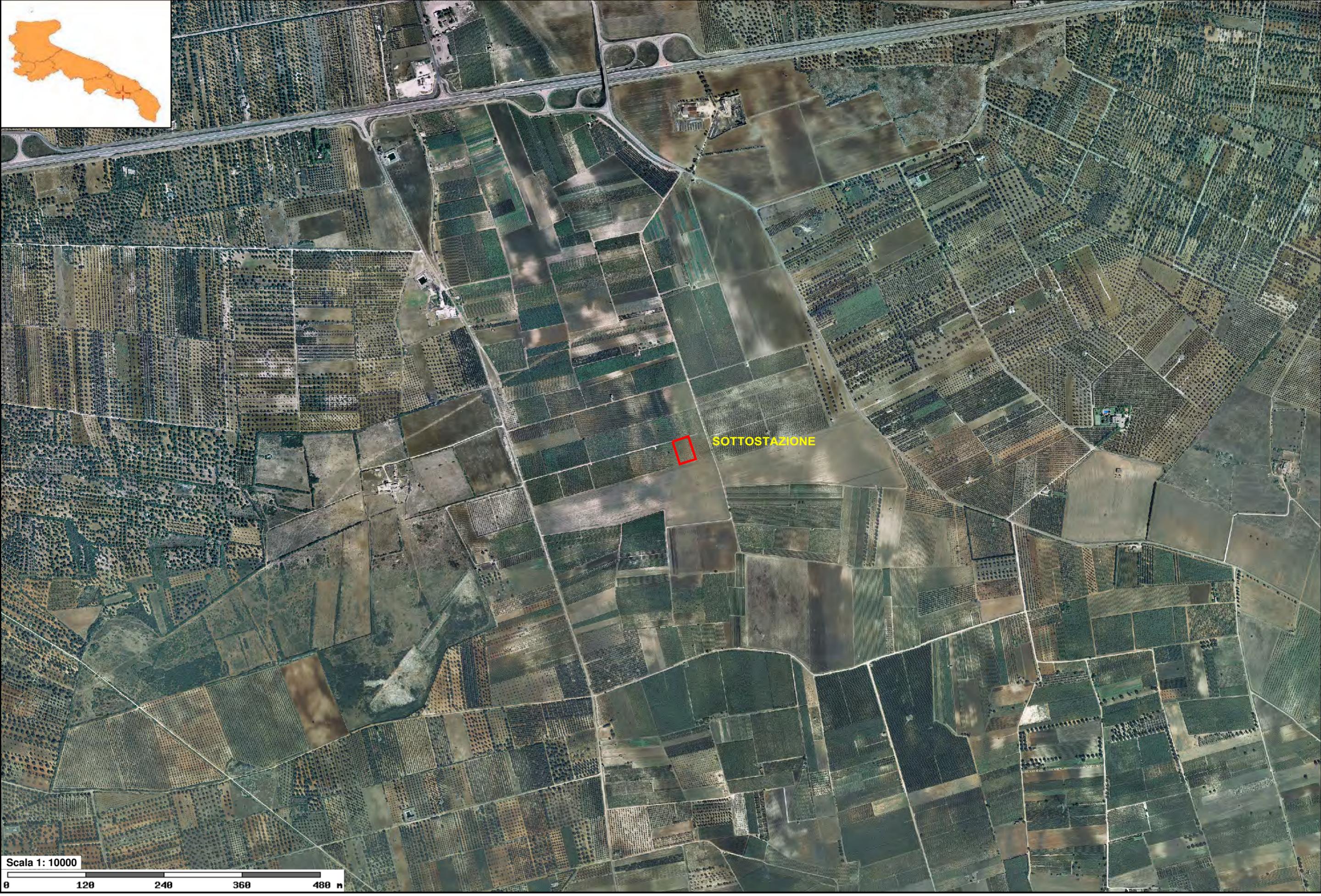
**IL TECNICO**

(Timbro e firma)

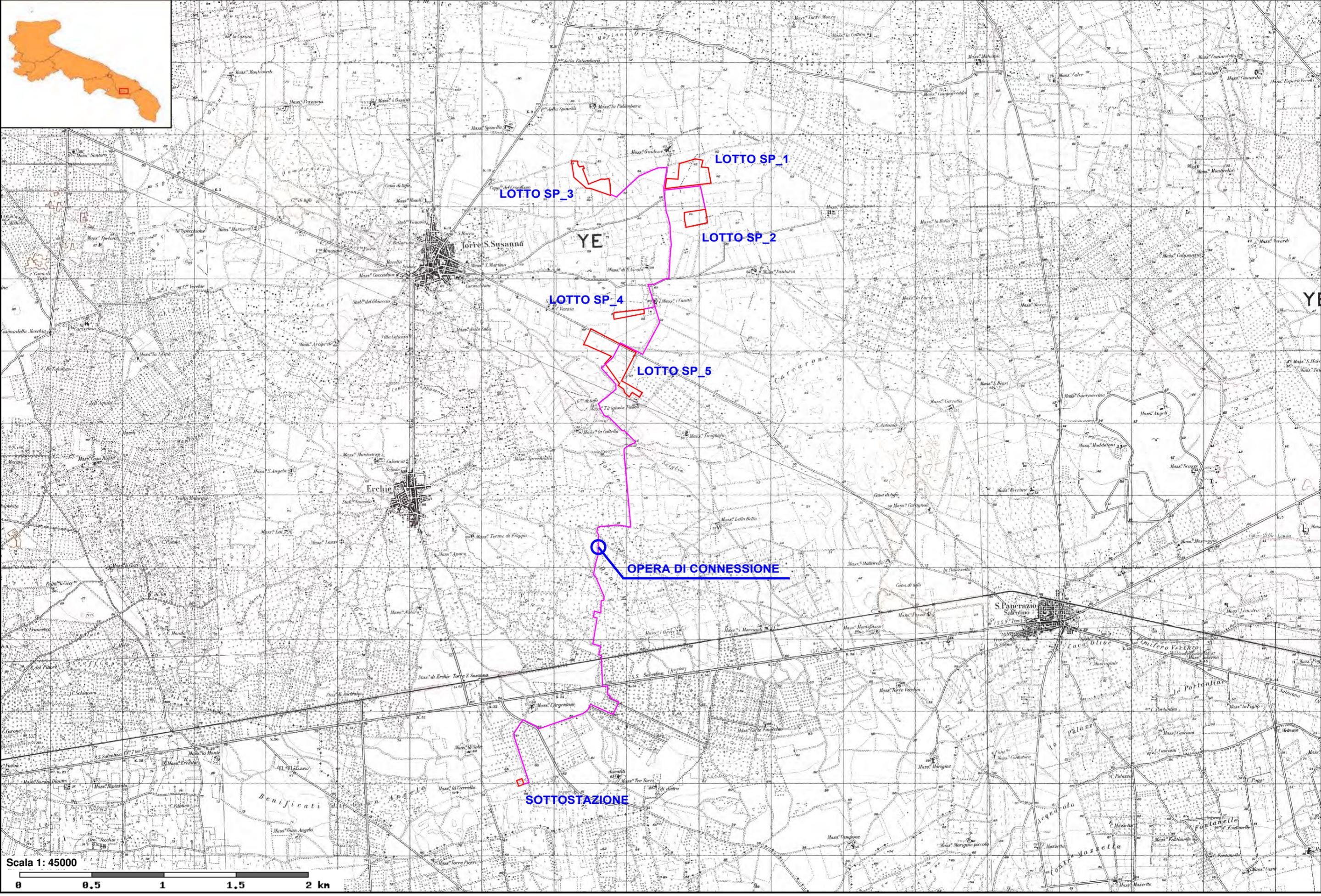
Geologo dott. Dario FISCHETTO

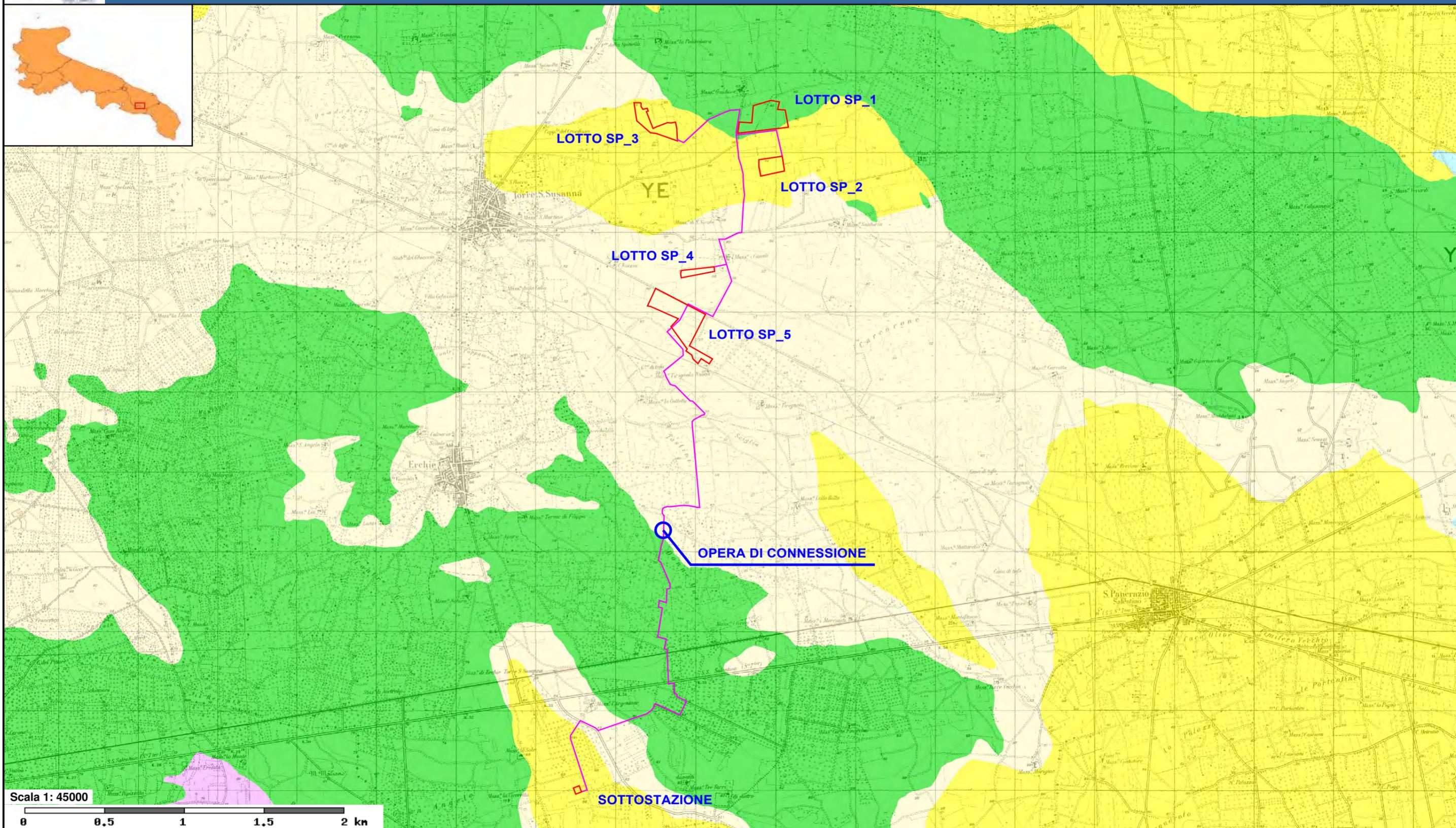






SOTTOSTAZIONE





Scala 1: 45000

0 0.5 1 1.5 2 km

**ELEMENTI GEOSTRUTTURALI**

**Litologia substr.**

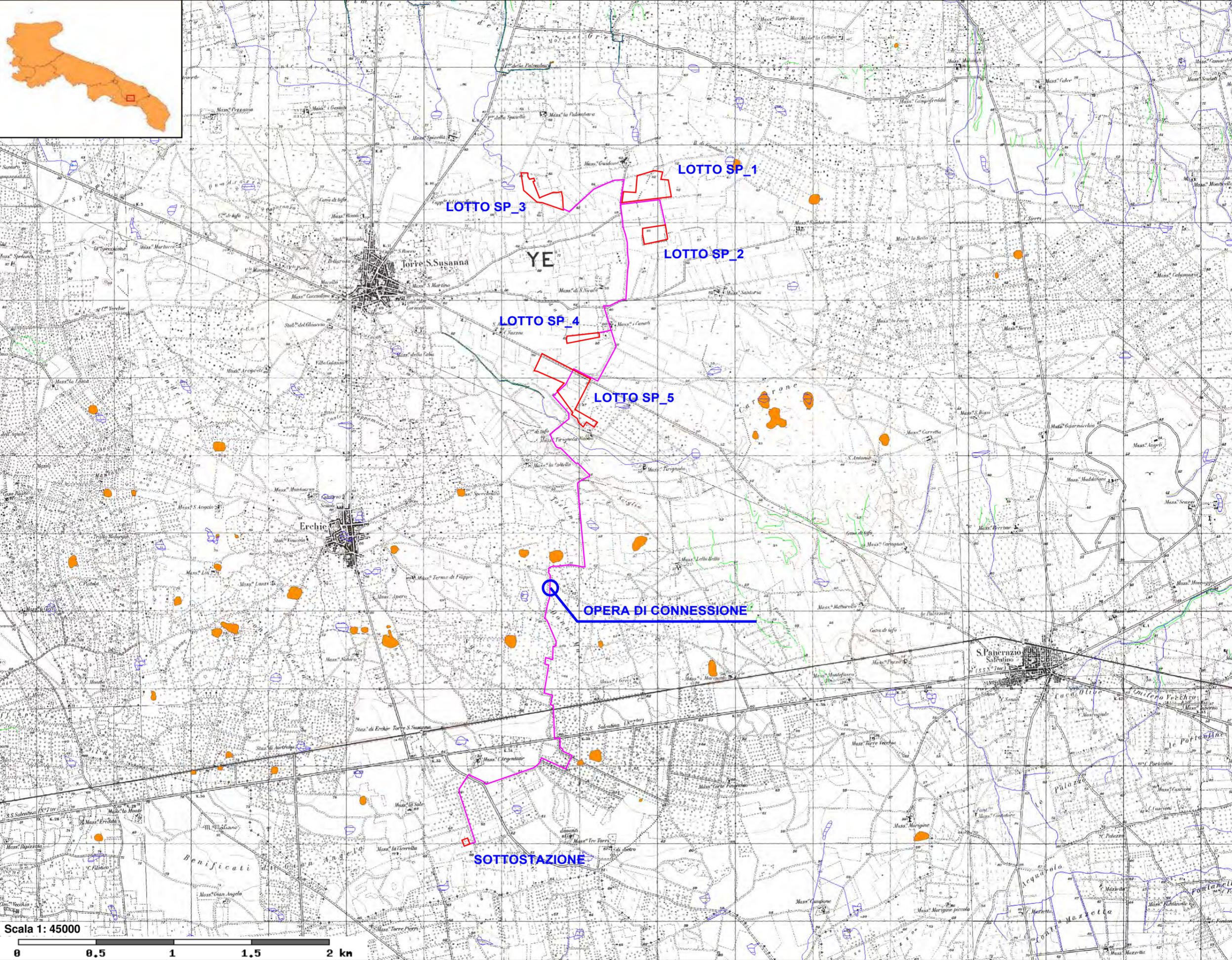
- Unità prevalentemente calcarea o dolomitica
- Unità a prevalente componente argillosa
- Unità a prevalente componente siltoso-sabbiosa e/o arenitica

- Unità a prevalente componente arenitica
- Unità a prevalente componente ruditica
- Unità costituite da alternanze di rocce a composizione e/o granulometria variabile
- Unità a prevalente componente argillitica con un generale assetto caotico
- Depositi sciolti a prevalente componente pelitica

- Depositi sciolti a prevalente componente sabbioso-ghiaiosa
- Tettonica**
- Faglia
- Faglia presunta
- Asse di anticlinale certo
- Asse di anticlinale presunto

- Asse di sinclinale certo
- Asse di sinclinale presunto

**Cartografia di base**



**FORME DI MODELLAMENTO DI CORSO D'ACQUA**

- Cigli e ripe
- Ciglio di sponda
- Ripa di erosione

**FORME ED ELEMENTI LEGATI ALL'IDROGRAFIA SUPERFICIALE**

- Corsi d'acqua
- Corso d'acqua
- Corso d'acqua episodico
- Corso d'acqua obliaterato
- Corso d'acqua tombato
- Recapito finale di bacino endoreico
- Sorgenti
- Canali lagunari

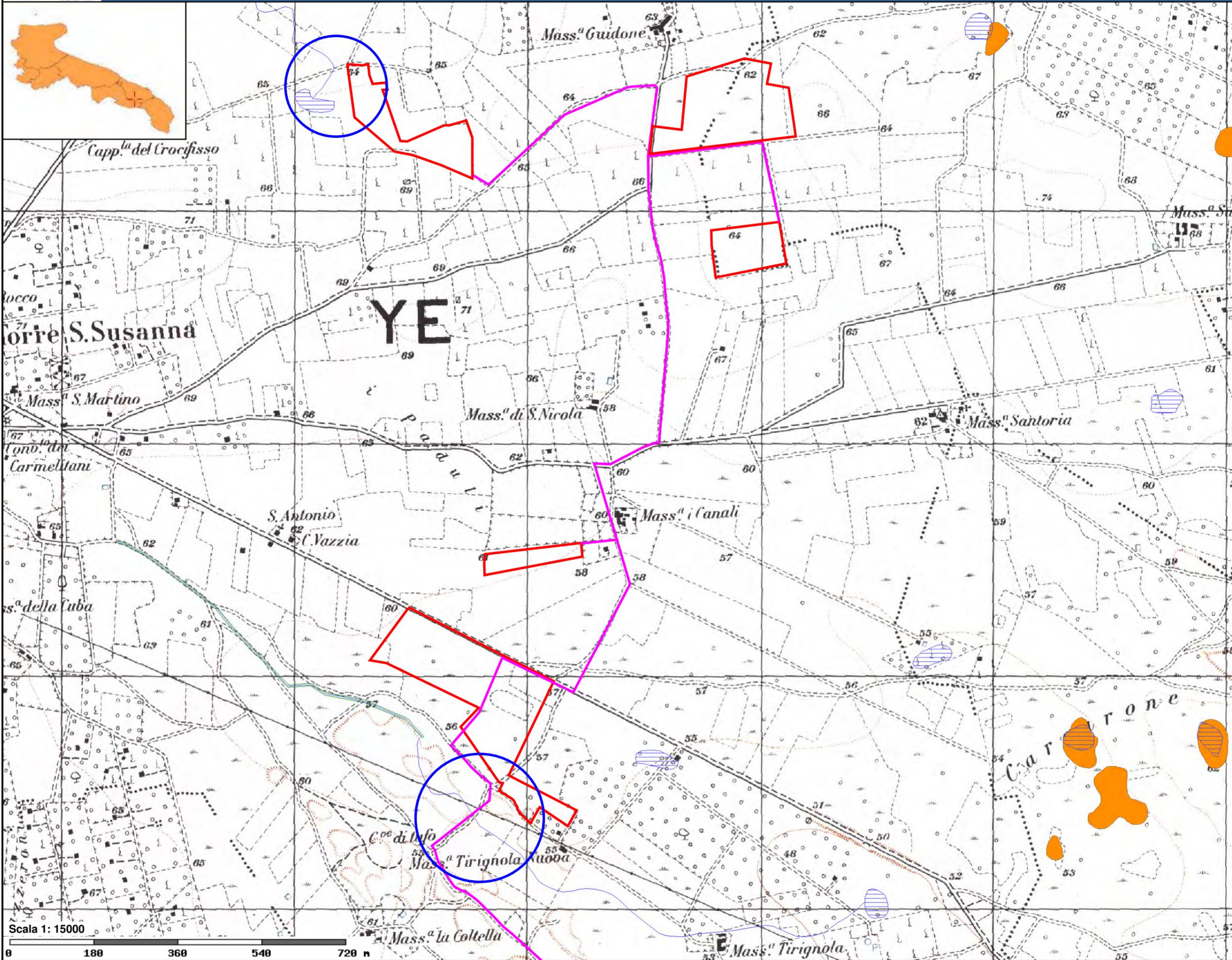
**BACINI IDRICI**

- Bacini
- Lago naturale
- Lago artificiale
- Laguna costiera
- Salina
- Stagno, acquitrino, zona palustre

**FORME CARSIICHE**

- Doline
- Grotte naturali
- Orlo di depressione carsica
- Voragini

**Cartografia di base**



**FORME DI MODELLAMENTO DI CORSO D'ACQUA**

- Cigli e ripe**
- Ciglio di sponda
  - Ripa di erosione

**FORME ED ELEMENTI LEGATI ALL'IDROGRAFIA SUPERFICIALE**

- Corsi d'acqua**
- Corso d'acqua
  - Corso d'acqua episodico
  - Corso d'acqua obliterato
  - Corso d'acqua tombato
  - Recapito finale di bacino endoreico
  - Sorgenti
  - Canali lagunari

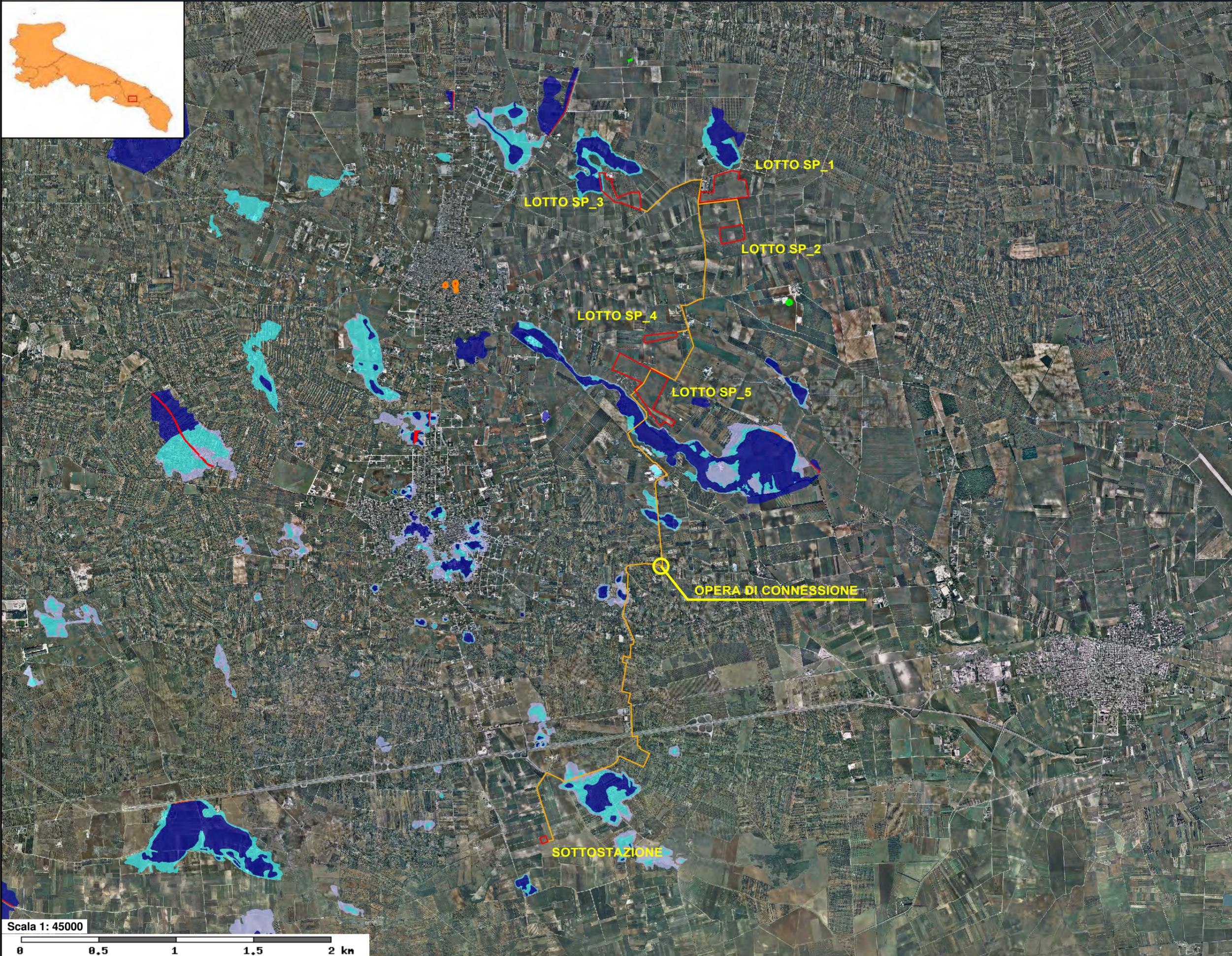
**BACINI IDRICI**

- Bacini**
- Lago naturale
  - Lago artificiale
  - Laguna costiera
  - Salina
  - Stagno, acquitrino, zona palustre

**FORME CARSIICHE**

- Doline
- Grotte naturali
- Orlo di depressione carsica
- Voragini

**Cartografia di base**



**Pericolosità e Rischio**

**Peric. Geomorf.**  
 ■ media e moderata (PG1)

■ elevata (PG2)

■ elevata (PG3)

**Peric. Idraulica**

■ bassa (BP)

■ media (MP)

■ alta (AP)

**Rischio**

■ R1

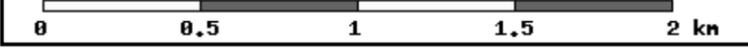
■ R2

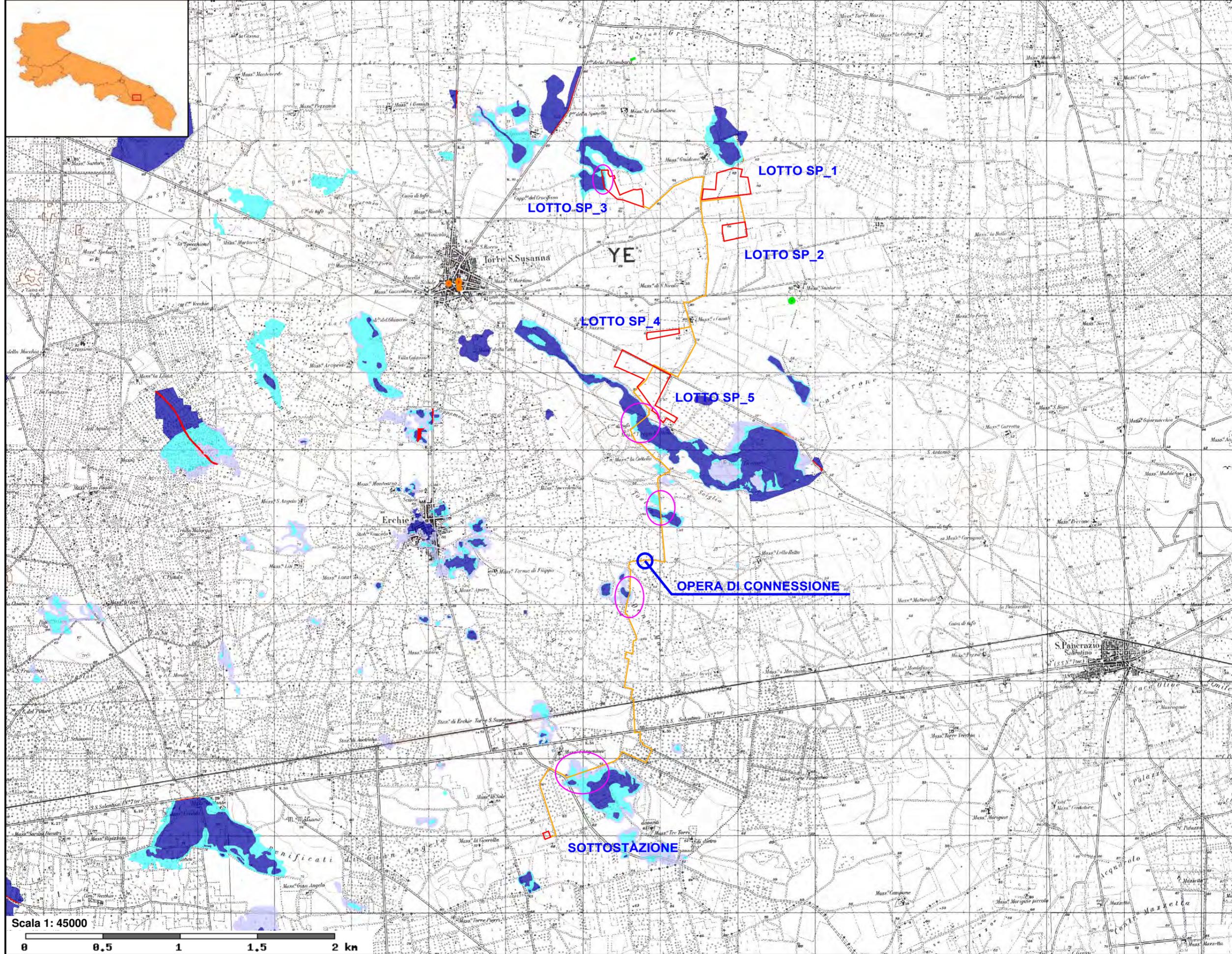
■ R3

■ R4

**Cartografia di base**

Scala 1: 45000





**Pericolosità e Rischio**

**Peric. Geomorf.**  
media e moderata (PG1)

elevata (PG2)

elevata (PG3)

**Peric. Idraulica**

bassa (BP)

media (MP)

alta (AP)

**Rischio**

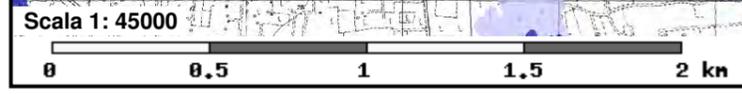
R1

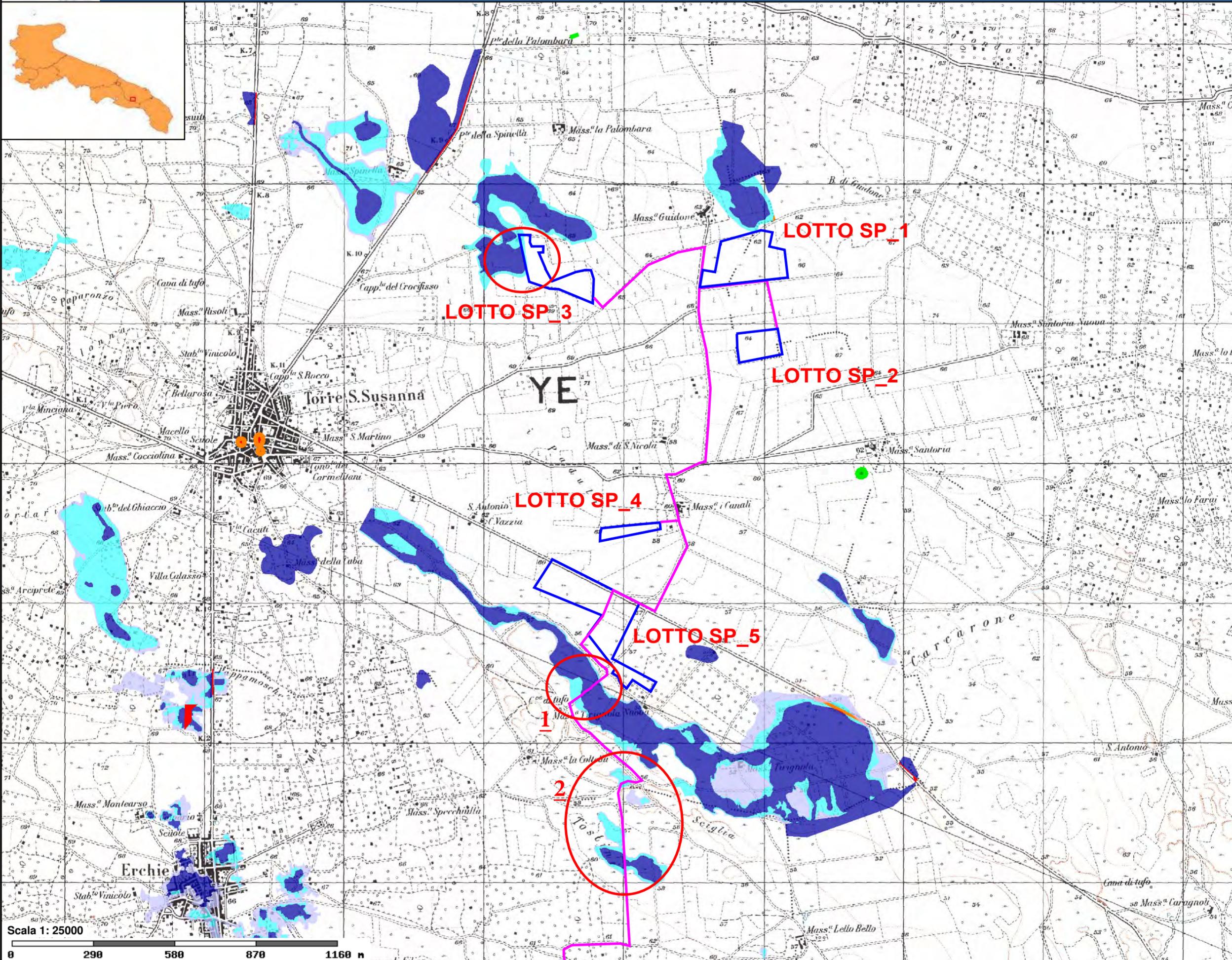
R2

R3

R4

**Cartografia di base**





**Pericolosità e Rischio**

**Peric. Geomorf.**  
media e moderata (PG1)

elevata (PG2)

elevata (PG3)

**Peric. Idraulica**

bassa (BP)

media (MP)

alta (AP)

**Rischio**

R1

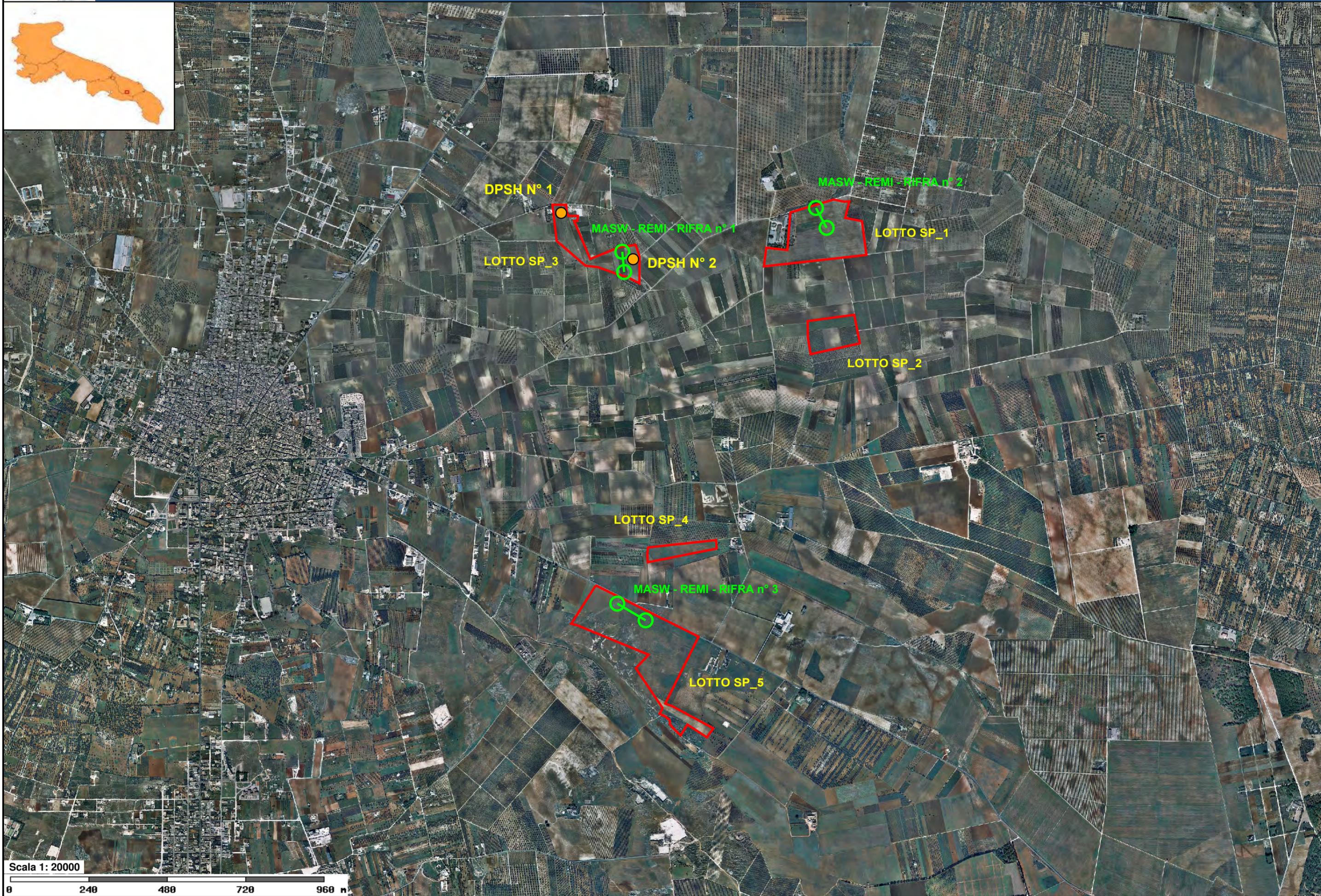
R2

R3

R4

**Cartografia di base**







SOTTOSTAZIONE

DPSH N° 3

DPSH N° 4

MASW - REMI n° 4

Tav. 7: Carta delle aree a pericolosità di alluvione di cui al Piano di Gestione del Rischio delle Alluvioni (PGRA) dell'AdB Distrettuale dell'Appennino Meridionale

