

REGIONE: PUGLIA

PROVINCIA: LECCE

COMUNE: GUAGNANO (LE)

ELABORATO:

R.3

OGGETTO:

**PARCO EOLICO DA 6 WTG DA 6 MW/cad E
SISTEMA DI ACCUMULO DELL'ENERGIA
ELETTRICA DA 18 MW**

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE GEOTECNICA E SISMICA

PROPONENTE:



SORGENIA RENEWABLES S.R.L.

Via Algardi, 4
20148 Milano (MI)

sorgenia.renewables@legalmail.it

PROGETTISTI:

Dott. Raffaele Sassone

Ordine dei Geologi della Puglia n.
664

Via dei Mori, 22

70023 Gioia del Colle (BA)

r.sassone@epap.sicurezzapostale.it

Note:

DATA	REV	DESCRIZIONE	ELABORATO da:	APPROVATO da:
ottobre 2021	0	Emissione	Dott. Raffaele Sassone	Dott. Raffaele Sassone

PROPRIETÀ ESCLUSIVA DELLE SOCIETÀ SOPRA INDICATE UTILIZZO E DUPLICAZIONE VIETATE
SENZA AUTORIZZAZIONE SCRITTA

INDICE

RELAZIONE SISMICA E GEOTECNICA

1. Premessa	pag. 1
2. Inquadramento geologico-strutturale del sito	pag. 1
3. Assetto geomorfologico e litologico del sito	pag. 2
4. Classificazione sismica dell'area	pag. 2
5. Modello geologico del sottosuolo	pag. 4
6. Modellazione geotecnica	pag. 7
7. Verifica di compatibilità geologica e geotecnica del P.A.I. Puglia	pag. 10
8. Conclusioni	pag. 15

1. Premessa

Lo scopo del presente lavoro è fornire delle conoscenze geotecniche e sismiche di base per una porzione di territorio in agro di Guagnano (LE) in cui i progettisti STIM ENGINEERING s.r.l. intendono realizzare un parco eolico situato ad ovest della cittadina (Figg. 1.1, 1.2, 1.3).

Nello specifico, il progetto definitivo prevede:

- L'installazione di 6 aerogeneratori di nuova generazione e delle opere elettriche di collegamento (Figg. 2.1, 2.2), situati in agro di Guagnano (LE);
- La realizzazione di un cavidotto esterno di collegamento fra il parco eolico e la sottostazione elettrica (Fig. 1.2), che si estenderà fra le aree del comune di Guagnano (LE) ed il comune di Erchie (BR);
- La realizzazione di una sottostazione elettrica (Fig. 2.3) connessa tramite cavidotto al parco eolico distante circa 13 km, ubicata in agro di Erchie (BR);

Di seguito si riporta la tabella riepilogativa in cui vengono indicate per ciascun aerogeneratore e la sottostazione elettrica in progetto le relative coordinate UTM 33N WGS84 (Tab.1).

Tabella 1 - Ubicazione delle opere in progetto		
Riferimento IGM	Foglio 203 - Tav. II NE "San Pancrazio Salentino"	
Quota media s.l.m.	48 m	
Coordinate geografiche WGS84 UTM 33N	WTG – 01	Long.: 746009.92 m E (da Greenwich) Lat.: 4478907.03 m N
	WTG – 02	Long.: 746833.97 m E (da Greenwich) Lat.: 4478976.71 m N
	WTG – 03	Long.: 746228.63 m E (da Greenwich) Lat.: 4478342.44 m N
	WTG – 04	Long.: 746665.32 m E (da Greenwich) Lat.: 4478610.47 m N
	WTG – 05	Long.: 746313.60 m E (da Greenwich) Lat.: 4478532.46 m N
	WTG – 06	Long.: 746826.20 m E (da Greenwich) Lat.: 4478752.77 m N
	S.E. CONDIVISA	Long.: 743781.31 m E (da Greenwich) Lat.: 4475585.79 m N

2. Inquadramento geologico-strutturale del sito

Le Murge confinanti con l'area salentina a sud-est costituiscono la parte finale della potente successione carbonatica mesozoica della Piattaforma Apula. Il substrato geologico murgiano è costituito da depositi carbonatici del Cretaceo caratterizzati da una marcata uniformità litologica. Nel sottosuolo e in affioramento, le successioni sono di norma ben stratificate formate da un'alternanza irregolare di calcari micritici, calcilutiti, calcareniti, dolomie e calcari dolomitici, variamente interessati da fratturazione e carsismo.

La serie calcarea mesozoica è nota in letteratura come Gruppo dei Calcari delle Murge. Al di sopra delle rocce calcareo-dolomitiche affiorano, con una certa continuità e con spessore di alcuni metri, lembi di calcareniti giallastre fossilifere di età Miocenica e Plio-Pleistocenica, riferibili alla formazione nota in letteratura con il nome di Calcareniti del Salento. Le calcareniti Plio-Pleistoceniche si presentano come rocce a tessitura omogenea, di colore bianco-giallastro, a grana variabile da fine a grossolana, piuttosto porose, variamente cementate. Stratigraficamente al di sopra delle calcareniti pleistoceniche affiorano vari depositi sabbiosi, siltoso-argillosi, calcarenitici e calcilutitici di età mediopleistocenica, riferibili a eventi sedimentari di breve durata.

Queste rocce, note in letteratura con il nome di Depositi Marini Terrazzati rientrano nel cosiddetto "Ciclo della Fossa Bradanica", e colmano, con una coltre spessa alcuni metri, la vasta depressione tettonica che dall'area attorno a Francavilla Fontana digrada progressivamente verso il Mare Adriatico.

La successione stratigrafica è chiusa da sedimenti continentali olocenici di esiguo spessore. Sono essenzialmente depositi terrosi residuali (terre rosse) e ciottolosi, derivano dal disfacimento dei calcari e delle calcareniti e si trovano soprattutto nelle depressioni, quali la parte bassa dei solchi erosivi (lame) e nelle doline.

3. Assetto geomorfologico e litologico del sito

L'area di installazione è situata ad ovest dell'abitato di Guagnano (LE), su di un alto morfologico corrispondente allo spartiacque che separa piccoli impluvi effimeri di carattere episodico (Fig.4).

La morfologia risulta piuttosto dolce e ciò trova corrispondenza nel fatto che i piegamenti che hanno colpito le formazioni affioranti sono piuttosto blandi. In superficie non sono state rilevate faglie, quindi le dislocazioni per faglia o sono quasi del tutto assenti, oppure sono anteriori ai terreni pliocenici e pleistocenici che occupano le zone strutturalmente depresse, ed in tal caso risultano sepolte dagli stessi. Il Cretaceo è ben rappresentato con un esteso affioramento che costituisce la terminazione meridionale delle murge baresi. Tutti gli affioramenti cretacei rappresentano degli <<alti>> strutturali. Infatti, gli strati che li costituiscono si immergono sempre verso l'esterno, dando luogo ad anticlinali di solito piuttosto dolci, ad asse diretto secondo nordovest-sudest.

Su tutta l'area destinata all'installazione degli aerogeneratori prossima all'abitato di Guagnano (LE) e sull'area destinata alla realizzazione della sottostazione elettrica prossima all'abitato di Erchie (BR) affiorano delle calcareniti tipo panchina intercalate a vari livelli sabbioso argillosi (Q^1-P^3), di natura detritico-organogena sono di colore bianco o bianco-giallastro, risultano essere composte da detriti organici e da frammenti calcarei derivanti sia dal disfacimento dei sottostanti calcari cretacei che dalla sedimentazione chimico-organogena in ambiente marino costiero. Questa formazione in affioramento è nota anche come "tufi calcarei".

Le sabbie calcaree intercalate risultano invece poco cementate, di colore azzurrognolo-giallastro per ossidazione, spesso argillose e con presenza di livelli esclusivamente argillosi (Calabriano-Pliocene sup, fig. 3).

Lungo il percorso del cavodotto si incontrano anche depositi di terra rossa residuale (*de*) affiorante in prossimità di affioramento di roccia calcarea.

Inoltre, nelle aree immediatamente limitrofe al luogo in studio non sono state osservate discontinuità correlabili a faglie attive.

4. Classificazione sismica dell'area

Il territorio pugliese è generalmente ritenuto poco soggetto al rischio sismico, soprattutto per la più bassa frequenza temporale con cui si verificano eventi capaci di produrre danni.

Tuttavia, le ricerche degli ultimi decenni hanno mostrato che eventi sismici, originatisi sia lungo strutture regionali che extraregionali, possono produrre effetti non trascurabili, quando non devastanti.

Nel passato la Puglia è stata interessata da eventi sismici di una certa intensità che hanno causato la distruzione di intere cittadine con perdite di vite umane. Effetti di particolare intensità sono stati avvertiti anche in quelle aree tradizionalmente considerate a basso rischio. Infatti, a parte le ben note conseguenze dell'attività

sismica del promontorio del Gargano e del vicino Appennino meridionale, anche il Salento è stato colpito da terremoti originatisi lungo le coste balcaniche.

Tra gli eventi sismici storicamente documentati che hanno causato vittime in Puglia, i più gravi si sono verificati in provincia di Foggia. In quest'area tre eventi hanno assunto caratteri catastrofici. Noti sono i terremoti di Ascoli Satriano del 17 luglio 1361, quello della Capitanata settentrionale del 30 luglio 1627 e quello del Foggiano centro-meridionale del 20 marzo 1731. I primi due eventi hanno prodotto effetti massimi stimati intorno al X grado della scala M.C.S. (Mercalli - Cancani - Sieberg) causando vittime nell'ordine di alcune migliaia; il terzo ha prodotto effetti fino al IX grado M.C.S., con un numero di vittime più incerto, ma comunque rilevante (nell'ordine del migliaio, secondo alcune stime). Il sisma meglio studiato è quello del 1627. Le cronache dell'epoca hanno suggerito che questo terremoto ha causato almeno 5000 vittime nell'area tra Serracapriola, Lesina, San Paolo di Civitate, Apricena, Torremaggiore e San Severo. Infine, nonostante sia comunemente diffusa l'opinione che la sismicità del nord della Puglia sia principalmente associata al promontorio garganico, è ormai riconosciuto che gravi catastrofi sismiche hanno avuto il loro fuoco nel Tavoliere o, comunque, nell'area compresa tra il Gargano ed il fronte della catena appenninica. La tabella che segue è tratta dal Database Macrosismico Italiano 2015 (DBMI15, indirizzo web: <https://emidius.mi.ingv.it>). Questo fornisce un set omogeneo di intensità macrosismiche provenienti da diverse fonti relativo ai terremoti con intensità massima ≥ 5 e d'interesse per l'Italia nella finestra temporale 1000-2014. L'insieme di questi dati consente inoltre di elaborare le "storie sismiche" di migliaia di località italiane, vale a dire l'elenco degli effetti di avvertimento o di danno, espressi in termini di gradi di intensità, osservati nel corso del tempo a causa di terremoti.

Guagnano

PlaceID IT_62707
 Coordinate (lat, lon) 40.401, 17.950
 Comune (ISTAT 2015) Guagnano
 Provincia Lecce
 Regione Puglia
 Numero di eventi riportati 3

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
7-8	1743	02	20				Ionio settentrionale	84	9	6.68
4	1980	11	23	18	34	52	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
3	1988	04	13	21	28	2	Golfo di Taranto	272	6-7	4.86

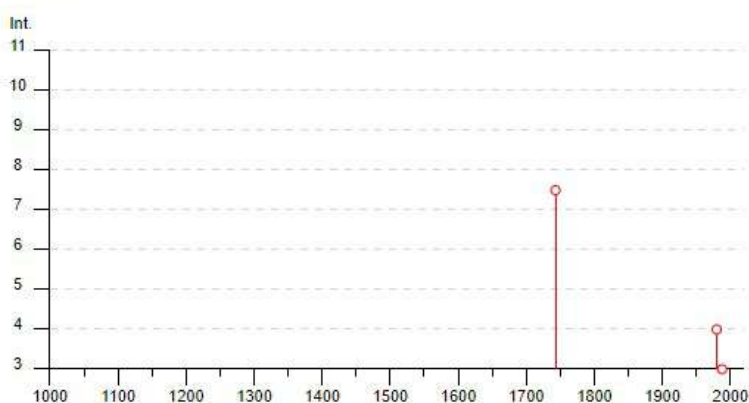


Fig. a - Stralcio del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani 2015 (CPT115)

La Fig. a fornisce dati parametrici omogenei, sia macrosismici, sia strumentali, relativi ai terremoti con intensità massima ≥ 5 o magnitudo ≥ 4.0 d'interesse per l'Italia nella finestra temporale 1000-2014.

Il catalogo considera e armonizza il più possibile dati di base di diverso tipo e provenienza. La magnitudo utilizzata è la magnitudo momento (Mw) e in tutti i casi è riportata la relativa incertezza.

Il catalogo include i terremoti con intensità massima o epicentrale maggiore o uguale a 5, insieme a quelli con magnitudo strumentale equivalente a Mw 4.0 o superiore.

La zonazione sismica nazionale è stata definita con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei ministri n. 3274/2003 "primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" (Gazzetta Ufficiale n. 105 dell'8 maggio 2003). In questa, il territorio italiano è stato classificato in quattro zone di rischio.

Con la Deliberazione della Giunta Regionale 2 marzo 2004, n. 153 la Regione Puglia ha recepito l'O.P.C.M. n. 3274/2003, attribuendo ai singoli comuni una propria categoria sismica.

L'O.P.C.M. n. 3274/2003 è stata a sua volta aggiornata con l'O.P.C.M. n. 3519/2006 che ha classificato la zonazione sismica sulla base del valore dell'accelerazione orizzontale massima (ag) su suolo rigido o pianeggiante, che ha una probabilità del 10% di essere superata in 50 anni (Tab. 2).

In Fig. 12 è riprodotto uno stralcio della classificazione sismica elaborata ai sensi dell'O.P.C.M. n. 3519/2006.

Da questa si evince che il territorio di Guagnano (LE) ricade in zona sismica 4.

Zona sismica	Descrizione	accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni [ag]	accelerazione orizzontale massima convenzionale (Norme Tecniche) [ag]
1	Indica la zona più pericolosa, dove possono verificarsi fortissimi terremoti.	$a_g > 0,25 \text{ g}$	0,35 g
2	Zona dove possono verificarsi forti terremoti.	$0,15 < a_g \leq 0,25 \text{ g}$	0,25 g
3	Zona che può essere soggetta a forti terremoti ma rari.	$0,05 < a_g \leq 0,15 \text{ g}$	0,15 g
4	E' la zona meno pericolosa, dove i terremoti sono rari ed è facoltà delle Regioni prescrivere l'obbligo della progettazione antisismica.	$a_g \leq 0,05 \text{ g}$	0,05 g

Tab. 2 - Classificazione sismica elaborata ai sensi dell'O.P.C.M. n. 3519/2006.

5. Modello geologico del sottosuolo (lettera b) dell'art. 26 del D.P.R. 207/2010)

5.1 Campagna geognostica

Nell'ambito dello studio geologico per il progetto definitivo di un impianto eolico da n.6 WTG da realizzare in agro di Guagnano (LE) in località "Masseria Patriglione", della sottostazione elettrica in agro del comune di Erchie

(BR) in località "Masseria la Cicerella" e del cavidotto nelle aree comprese fra i due comuni, al fine di indagare le caratteristiche del sottosuolo sono state eseguiti:

- n.7 rilievi sismici a rifrazione in onda P (Allegato 1: pag. 6-23);
- n.7 prospezioni sismiche con metodo M.A.S.W. (Allegato 1: pag. 25-43)

Gli stendimenti adoperati nelle indagini, indicati come AA', BB', CC', DD', EE', FF' e GG', sono ubicati come da corografia e planimetrie inserite nella relazione allegata (Allegato 1: Fig.1).

La prospezione sismica di tipo MASW ha consentito la caratterizzazione sismica del terreno di fondazione attraverso il calcolo della V_{seq} , come richiede la normativa vigente. Inoltre, mediante una speditiva indagine sismica a rifrazione è stato possibile determinare le caratteristiche dinamiche dei litotipi investigati e i relativi moduli elastici, nonché definire in maniera più precisa le caratteristiche sismostratigrafiche sub-superficiali.

5.1.1 Risultati indagini geofisiche

Le indagini sismiche e le MASW hanno interessato le aree dell'impianto eolico e della sottostazione elettrica, escludendo così il percorso del cavidotto.

È stata eseguita una prospezione in ogni area interessata dall'installazione di un aerogeneratore ed una nell'area della sottostazione elettrica data la sostanziale uniformità geo-litologica dell'area.

Le 7 misure hanno investigato un'area caratterizzata dalla presenza di roccia calcarea e calcarenitica (figg. 3, 6).

I profili di sismica a rifrazione AA', BB', CC', DD', EE', FF' e GG' (Allegato 1: fig.1), nello specifico sono caratterizzati:

Punto	Coordinate (WGS84 fuso 33 N)		Lunghezza (m)	Interspazio geofonico (m)	Orientazione direttrice	Struttura di riferimento
A	17.754951 E	40.299978 N	24	1.0	NE/SW	Sottostazione Elettrica
A'	17.754712 E	40.399930 N				

Punto	Coordinate (WGS84 fuso 33 N)		Lunghezza (m)	Interspazio geofonico (m)	Orientazione direttrice	Struttura di riferimento
B	17.876885 E	40.415685 N	24	1.0	NE/SW	Aerogeneratore WTG - 01
B'	17.876660 E	40.415716 N				

Punto	Coordinate (WGS84 fuso 33 N)		Lunghezza (m)	Interspazio geofonico (m)	Orientazione direttrice	Struttura di riferimento
C	17.886103 E	40.416453 N	24	1.0	NE/SW	Aerogeneratore WTG - 02
C'	17.885854 E	40.416441 N				

Punto	Coordinate (WGS84 fuso 33 N)		Lunghezza (m)	Interspazio geofonico (m)	Orientazione direttrice	Struttura di riferimento
D	17.890479 E	40.419782 N	24	1.0	NE/SW	Aerogeneratore WTG - 03
D'	17.890511 E	40.419535 N				

Progettazione definitiva di un impianto eolico da n.6 WTG sito nel comune di Guagnano (LE) zona "Mass. Patriglione" e la sottostazione elettrica nel comune di Erchie (BR) zona "Mass. la Cicerella"

Punto	Coordinate (WGS84 fuso 33 N)		Lunghezza (m)	Interspazio geofonico (m)	Orientazione direttrice	Struttura di riferimento
E	17.895895 E	40.421829 N	24	1.0	NE/SW	Aerogeneratore WTG - 04
E'	17.895959 E	40.422048 N				

Punto	Coordinate (WGS84 fuso 33 N)		Lunghezza (m)	Interspazio geofonico (m)	Orientazione direttrice	Struttura di riferimento
F	17.904057 E	40.420997 N	24	1.0	NE/SW	Aerogeneratore WTG - 05
F'	17.903960 E	40.420743 N				

Punto	Coordinate (WGS84 fuso 33 N)		Lunghezza (m)	Interspazio geofonico (m)	Orientazione direttrice	Struttura di riferimento
G	17.909572 E	40.423150 N	24	1.0	NE/SW	Aerogeneratore WTG - 06
G'	17.909556 E	40.233418 N				

La configurazione adottata per tutte e tre le prospezioni è a 7 shots così distribuiti: 2 end – shots, posti a 0.75 metro dai geofoni esterni (S1 e S7); 4 intermedi, posti rispettivamente tra il 4° e 5° (S2), tra 8° e 9° (S3), tra 16° e 17° (S5), tra 20° e 21° (S6); 1 centrale tra il 12° e il 13° geofono (S4) (Allegato 1: Figg. 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21).

Le indagini e le conseguenti elaborazioni delle informazioni raccolte hanno consentito di classificare il suolo nelle aree di indagine:

Profilo	V _{seq} (m/s)	Categoria Sottosuolo	Struttura Relativa
Profilo AA'	797,88	B	Sottostazione elettrica
Profilo BB'	331,71	E	Aerogeneratore WTG - 01
Profilo CC'	365,85	B	Aerogeneratore WTG - 02
Profilo DD'	412,36	B	Aerogeneratore WTG - 03
Profilo EE'	362,37	B	Aerogeneratore WTG - 04
Profilo FF'	323,95	C	Aerogeneratore WTG - 05
Profilo GG'	432,91	B	Aerogeneratore WTG - 06

Dalle analisi dei dati estrapolati dall'indagine MASW è possibile stimare il parametro V_{seq}. Tale parametro assume:

- Per l'area dell'impianto eolico un valore medio pari a 371.52 m/s, inserendo il terreno di fondazione in categoria 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".

- Per l'area della sottostazione elettrica un valore pari a 797.88 m/s, inserendo il terreno di fondazione in categoria 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".

Progettazione definitiva di un impianto eolico da n.6 WTG sito nel comune di Guagnano (LE) zona "Mass. Patriglione" e la sottostazione elettrica nel comune di Erchie (BR) zona "Mass. la Cicerella"

Per ogni ulteriore approfondimento che dovesse rendersi necessario si consulti l'elaborato (allegato alla relazione geologica) "REPORT INDAGINI GEOFISICHE".

5.2 Modelli geologici di dettaglio

Per il parco eolico il modello geologico ottenuto dal risultato della sismica a rifrazione prevede la presenza di sabbie calcaree poco cementate nei primi metri che sovrastano depositi calcarenitici con grado di coesione medio-alto le cui caratteristiche geomeccaniche migliorano con l'aumento della profondità associati in prossimità dell'aerogeneratore WTG-01 a SW con depositi argillosi alterati con basso grado di consolidamento che tendono però ad aumentare con la profondità (Figg. 6.2, 6.3, 6.4, 6.5, 6.6, 6.7,10).

In sintesi:

Profondità	Descrizione	
	WTG-01/02	WTG-03/06
da 0,00 m a -2,00 m dal p. c.	sabbie calcaree poco cementate e sabbie argillose	
da -2,00 m a -3,00 m dal p.c.	sabbie calcaree maggiormente più coese e sabbie argillose	
da -3,00 m a -5,00 m dal p.c.	depositi argillosi alterati con basso grado di consolidamento	Calcareniti con grado di coesione medio-basso
da -5,00 m dal p.c. in poi	depositi argillosi alterati con basso grado di consolidamento che tende ad aumentare con la profondità	Calcareniti con grado di coesione medio-alto le cui caratteristiche geomeccaniche migliorano con l'aumento della profondità

Per il cavidotto, il modello geologico ricavato dai sopralluoghi effettuati e dalla letteratura esistente è rappresentato da un primo livello litologico costituito principalmente da sabbie calcaree poco cementate talvolta argillose con intercalati banchi di calcareniti tipo panchina e sabbie argillose grigio azzurre. Questi hanno spessori rilevanti che, dalle misure eseguite, possono raggiungere diverse decine di metri. Al di sotto di questi si rinviene la potente successione calcarea mesozoica.

Per la sottostazione elettrica il modello geologico ottenuto dal risultato della sismica a rifrazione prevede la presenza di sabbie calcaree poco cementate nei primi metri che sovrastano la potente successione litostratigrafica mesozoica costituita essenzialmente da roccia calcarea stratificata, alterata e fratturata che tende a diminuire in profondità, le condizioni generali dell'ammasso roccioso tendono a migliorare molto con la profondità (Figg. 6.1, 10).

In sintesi:

Profondità	Descrizione
da 0,00 m a -3,00 m dal p.c.	sabbie calcaree poco cementate e sabbie argillose
da -3,00 m dal p.c. in poi	Calcari con grado di carsificazione e fratturazione medio-alto che tende a diminuire molto con la profondità

6. Modellazione geotecnica (lettera b) dell'art. 26 del D.P.R. 207/2010)

La modellazione geotecnica, alla luce di specifiche indagini geologiche eseguite, definisce, le scelte progettuali in funzione del tipo di opera da realizzare e delle modalità costruttive.

Il modello geotecnico tiene conto anche del volume di terreno influenzato, direttamente o indirettamente, dalla costruzione del manufatto e che a sua volta influenzerà il comportamento del manufatto stesso; illustra inoltre i procedimenti impiegati per le verifiche geotecniche, per tutti gli stati limite previsti dalla normativa tecnica vigente, in riferimento al rapporto del manufatto con il terreno.

Il modello geotecnico è pertanto parte integrante ed essenziale della relazione geotecnica che ha il compito di sintetizzare e verificare i risultati delle indagini geognostiche effettuate.

6.1 Caratterizzazione fisica e meccanica del sottosuolo

Nella seguente trattazione geotecnica si farà riferimento alle caratteristiche fisiche e meccaniche dei terreni investigati.

Di seguito vengono riportati quelli che sono i parametri meccanici e fisici delle rocce calcaree e calcarenitiche essendo, queste, sede di strutture di fondazione.

I dati, puramente indicativi, fanno riferimento sia alle conoscenze acquisite nell'area in progetto, dalle indagini sismiche effettuate e dai dati ricavati dalla letteratura esistente:

- Sottostazione elettrica:

Tabella 3: Parametri geotecnici delle sabbie calcaree poco cementate e sabbie argillose (da 0,00 m a -3,00 m dal p. c.)			
Parametri fisici			
γ_n	1,79 g/cm ³	17554,18 N/m ³	peso di volume naturale
ν	0,40		coefficiente di Poisson
Parametri meccanici			
c_u	0,54 Kg/cm ²	0,054 N/mm ²	coesione non drenata
ϕ	21°		angolo di attrito interno
E_d	238,00 Kg/cm ²	23,34 N/mm ²	modulo Edometrico
E	4761,00 Kg/cm ²	466,90 N/mm ²	modulo Elastico o di Young
G	1700,20 Kg/cm ²	166,73 N/mm ²	modulo di taglio
K	7946,50 Kg/cm ²	779,29 N/mm ²	modulo di incompressibilità
K_w	2 - 4 Kg/cm ³	19,60 – 39,20 N/cm ³	Coefficiente di Winkler

Tabella 4: Parametri geotecnici dei calcari con grado di fratturazione e carsismo medio (da -3,00 m dal p. c. in poi).			
Parametri fisici			
γ_n	2,05 g/cm ³	20103,95 N/m ³	peso di volume naturale
ν	0,27		coefficiente di Poisson
Parametri meccanici			
c_u	1,60 Kg/cm ²	0,157 N/mm ²	coesione non drenata
ϕ	34°		angolo di attrito interno
E	37493,70 Kg/cm ²	3676,86 N/mm ²	modulo Elastico o di Young
G	14789,60 Kg/cm ²	1450,32 N/mm ²	modulo di taglio
K	26884,90 Kg/cm ²	2636,46 N/mm ²	modulo di incompressibilità
K_w	15 - 50 Kg/cm ³	147 – 490 N/cm ³	Coefficiente di Winkler

- Aerogeneratore WTG-01:

Tabella 5: Parametri geotecnici delle sabbie calcaree poco cementate (da 0,00 m a -2,00 m dal p. c.)			
Parametri fisici			
γ_n	1,79 g/cmc	17554,18 N/mc	peso di volume naturale
ν	0,38		coefficiente di Poisson
Parametri meccanici			
c_u	0,59 Kg/cm ²	0,057 N/mm ²	coesione non drenata
ϕ	21°		angolo di attrito interno
Ed	271,35 Kg/cm ²	26,71 N/mm ²	modulo Edometrico
E	5427,80 Kg/cm ²	532,28 N/mm ²	modulo Elastico o di Young
G	1965,40 Kg/cm ²	192,73 N/mm ²	modulo di taglio
K	7592,90 Kg/cm ²	744,60 N/mm ²	modulo di incompressibilità
Kw	2 - 4 Kg/cm ²	19,60 – 39,20 N/cm ²	Coefficiente di Winkler

Tabella 6: Parametri geotecnici dei depositi argillosi alterati con basso grado di consolidamento (da -2,00 m dal p. c. in poi).			
Parametri fisici			
γ_n	2,05 g/cmc	20103,95 N/mc	peso di volume naturale
ν	0.39		coefficiente di Poisson
Parametri meccanici			
c_u	1,15 Kg/cm ²	0,11 N/mm ²	coesione non drenata
ϕ	30°		angolo di attrito interno
Ed	1128,65 Kg/cm ²	110,68 N/mm ²	modulo Edometrico
E	22573,30 Kg/cm ²	2213,68 N/mm ²	modulo Elastico o di Young
G	8091,00 Kg/cm ²	793,45 N/mm ²	modulo di taglio
K	35816,30 Kg/cm ²	3512,37 N/mm ²	modulo di incompressibilità
Kw	2 - 4 Kg/cm ²	19,60 – 39,20 N/cm ²	Coefficiente di Winkler

- Aerogeneratore WTG-02:

Tabella 7: Parametri geotecnici delle sabbie calcaree poco cementate (da 0,00 m a -4,00 m dal p. c.)			
Parametri fisici			
γ_n	1,72 g/cm ³	16867,70 N/m ³	peso di volume naturale
ν	0,06		coefficiente di Poisson
Parametri meccanici			
c_u	0,74 Kg/cm ²	0,072 N/mm ²	coesione non drenata
ϕ	24°		angolo di attrito interno
Ed	311 Kg/cm ²	30,49 N/mm ²	modulo Edometrico
E	6220,50 Kg/cm ²	610,73 N/mm ²	modulo Elastico o di Young
G	2939,80 Kg/cm ²	288,30 N/mm ²	modulo di taglio
K	2345,50 Kg/cm ²	230,00 N/mm ²	modulo di incompressibilità
Kw	2 - 4 Kg/cm ³	19,60 – 39,20 N/cm ³	Coefficiente di Winkler

Tabella 8: Parametri geotecnici dei depositi argillosi alterati con basso grado di consolidamento (da -4,00 m dal p. c. in poi).			
Parametri fisici			
γ_n	1,98 g/cm ³	19417,47 N/m ³	peso di volume naturale
ν	0,22		coefficiente di Poisson
Parametri meccanici			
c_u	1,38 Kg/cm ²	0,13 N/mm ²	coesione non drenata
ϕ	32°		angolo di attrito interno
Ed	1359,80 Kg/cm ²	133,35 N/mm ²	modulo Edometrico
E	27196,80 Kg/cm ²	2667,13 N/mm ²	modulo Elastico o di Young
G	11104,80 Kg/cm ²	1089,00 N/mm ²	modulo di taglio
K	16455,80 Kg/cm ²	1613,78 N/mm ²	modulo di incompressibilità
Kw	2 - 4 Kg/cm ³	19,60 – 39,20 N/cm ³	Coefficiente di Winkler

- Aerogeneratore WTG-03:

Tabella 9: Parametri geotecnici delle sabbie calcaree poco cementate (da 0,00 m a -2,00 m dal p. c.)			
Parametri fisici			
γ_n	1,79 g/cmc	17554,18 N/mc	peso di volume naturale
ν	0,37		coefficiente di Poisson
Parametri meccanici			
c_u	0,62 Kg/cm ^q	0,060 N/mm ^q	coesione non drenata
ϕ	22°		angolo di attrito interno
E_d	293,65 Kg/cm ^q	28,79 N/mm ^q	modulo Edometrico
E	5873,50 Kg/cm ^q	576,00 N/mm ^q	modulo Elastico o di Young
G	2148,60 Kg/cm ^q	217,70 N/mm ^q	modulo di taglio
K	7348,60 Kg/cm ^q	720,66 N/mm ^q	modulo di incompressibilità
K_w	2 - 4 Kg/cm ^c	19,60 – 39,20 N/cm ^c	Coefficiente di Winkler

Tabella 10: Parametri geotecnici dei depositi calcarenitici con grado di coesione medio-basso (da -2,00 m a -5,00 m dal p. c.).			
Parametri fisici			
γ_n	2,05 g/cmc	20103,95 N/mc	peso di volume naturale
ν	0,39		coefficiente di Poisson
Parametri meccanici			
c_u	1,15 Kg/cm ^q	0,11 N/mm ^q	coesione non drenata
ϕ	30°		angolo di attrito interno
E_d	1128,65 Kg/cm ^q	110,68 N/mm ^q	modulo Edometrico
E	22573,30 Kg/cm ^q	2213,70 N/mm ^q	modulo Elastico o di Young
G	8091,00 Kg/cm ^q	793,46 N/mm ^q	modulo di taglio
K	35816,30 Kg/cm ^q	3512,43 N/mm ^q	modulo di incompressibilità
K_w	5 - 15 Kg/cm ^c	49 – 147 N/cm ^c	Coefficiente di Winkler

Tabella 11: Parametri geotecnici dei depositi calcarenitici con grado di coesione medio-alto (da -5,00 m dal p. c. in poi).			
Parametri fisici			
γ_n	2,26 g/cmc	22163,38 N/mc	peso di volume naturale
ν	0,30		coefficiente di Poisson
Parametri meccanici			
c_u	1,57 Kg/cm ^q	0,15 N/mm ^q	coesione non drenata
ϕ	34°		angolo di attrito interno
E_d	500 Kg/cm ^q	49,03 N/mm ^q	modulo Edometrico
E	10000 Kg/cm ^q	980,68 N/mm ^q	modulo Elastico o di Young
G	16000 Kg/cm ^q	1569,08 N/mm ^q	modulo di taglio
K	120000 Kg/cm ^q	11768,16 N/mm ^q	modulo di incompressibilità
K_w	5 - 15 Kg/cm ^c	49 – 147 N/cm ^c	Coefficiente di Winkler

- Aerogeneratore WTG-04:

Tabella 12: Parametri geotecnici delle sabbie calcaree poco cementate (da 0,00 m a -2,00 m dal p. c.)			
Parametri fisici			
γ_n	1,79 g/cmc	17554,18 N/mc	peso di volume naturale
ν	0,38		coefficiente di Poisson
Parametri meccanici			
c_u	0,59 Kg/cm ^q	0,057 N/mm ^q	coesione non drenata
ϕ	22°		angolo di attrito interno
Ed	275,80 Kg/cm ^q	27,04 N/mm ^q	modulo Edometrico
E	5516,30 Kg/cm ^q	540,97 N/mm ^q	modulo Elastico o di Young
G	2001,40 Kg/cm ^q	196,27 N/mm ^q	modulo di taglio
K	7544,90 Kg/cm ^q	739,91 N/mm ^q	modulo di incompressibilità
Kw	2 - 4 Kg/cm ^c	19,60 - 39,20 N/cm ^c	Coefficiente di Winkler

Tabella 13: Parametri geotecnici delle sabbie argillose (da -2,00 m a -5,00 m dal p. c.).			
Parametri fisici			
γ_n	2,05 g/cmc	20103,95 N/mc	peso di volume naturale
ν	0,31		coefficiente di Poisson
Parametri meccanici			
c_u	1,21 Kg/cm ^q	0,11 N/mm ^q	coesione non drenata
ϕ	30°		angolo di attrito interno
Ed	1136,10 Kg/cm ^q	111,41 N/mm ^q	modulo Edometrico
E	22722,40 Kg/cm ^q	217,09 N/mm ^q	modulo Elastico o di Young
G	8689,00 Kg/cm ^q	852,11 N/mm ^q	modulo di taglio
K	19676,90 Kg/cm ^q	1929,62 N/mm ^q	modulo di incompressibilità
Kw	2 - 4 Kg/cm ^c	19,60 - 39,20 N/cm ^c	Coefficiente di Winkler

Tabella 14: Parametri geotecnici dei depositi calcarenitici con grado di coesione medio-alto (da -5,00 m dal p. c. in poi).			
Parametri fisici			
γ_n	2,30 g/cmc	22555,65 N/mc	peso di volume naturale
ν	0,30		coefficiente di Poisson
Parametri meccanici			
c_u	2,33 Kg/cm ^q	0,22 N/mm ^q	coesione non drenata
ϕ	41°		angolo di attrito interno
Ed	5000 Kg/cm ^q	490,30 N/mm ^q	modulo Edometrico
E	100000 Kg/cm ^q	9806,80 N/mm ^q	modulo Elastico o di Young
G	36000 Kg/cm ^q	3530,45 N/mm ^q	modulo di taglio
K	130000 Kg/cm ^q	12748,84 N/mm ^q	modulo di incompressibilità
Kw	5 - 15 Kg/cm ^c	49 - 147 N/cm ^c	Coefficiente di Winkler

- Aerogeneratore WTG-05:

Tabella 15: Parametri geotecnici dei depositi sabbiosi e sabbioso argillosi (da 0,00 m a -2,00 m dal p. c.)			
Parametri fisici			
γ_n	1,79 g/cmc	17554,18 N/mc	peso di volume naturale
ν	0,38		coefficiente di Poisson
Parametri meccanici			
c_u	0,59 Kg/cm ^q	0,057 N/mm ^q	coesione non drenata
ϕ	22°		angolo di attrito interno
Ed	275,80 Kg/cm ^q	27,04 N/mm ^q	modulo Edometrico
E	5516,30 Kg/cm ^q	540,97 N/mm ^q	modulo Elastico o di Young
G	2001,40 Kg/cm ^q	196,27 N/mm ^q	modulo di taglio
K	7544,90 Kg/cm ^q	739,91 N/mm ^q	modulo di incompressibilità
Kw	2 - 4 Kg/cmc	19,60 – 39,20 N/cmc	Coefficiente di Winkler

Tabella 16: Parametri geotecnici dei depositi calcarenitici con grado di coesione medio-basso (da -2,00 m a -4,00 m dal p. c.).			
Parametri fisici			
γ_n	1,98 g/cmc	19417,47N/mc	peso di volume naturale
ν	0,31		coefficiente di Poisson
Parametri meccanici			
c_u	1,21 Kg/cm ^q	0,11 N/mm ^q	coesione non drenata
ϕ	30°		angolo di attrito interno
Ed	1136,10 Kg/cm ^q	111,41 N/mm ^q	modulo Edometrico
E	22722,40 Kg/cm ^q	217,09 N/mm ^q	modulo Elastico o di Young
G	8689,00 Kg/cm ^q	852,11 N/mm ^q	modulo di taglio
K	19676,90 Kg/cm ^q	1929,62 N/mm ^q	modulo di incompressibilità
Kw	5 - 15 Kg/cmc	49 – 147 N/cmc	Coefficiente di Winkler

Tabella 17: Parametri geotecnici dei depositi calcarenitici con grado di coesione medio-alto (da -4,00 m dal p. c. in poi).			
Parametri fisici			
γ_n	2,30 g/cmc	22555,65 N/mc	peso di volume naturale
ν	0,30		coefficiente di Poisson
Parametri meccanici			
c_u	2,33 Kg/cm ^q	0,22 N/mm ^q	coesione non drenata
ϕ	41°		angolo di attrito interno
Ed	5000 Kg/cm ^q	490,30 N/mm ^q	modulo Edometrico
E	100000 Kg/cm ^q	9806,80 N/mm ^q	modulo Elastico o di Young
G	36000 Kg/cm ^q	3530,45 N/mm ^q	modulo di taglio
K	130000 Kg/cm ^q	12748,84 N/mm ^q	modulo di incompressibilità
Kw	5 - 15 Kg/cmc	49 – 147 N/cmc	Coefficiente di Winkler

- Aerogeneratore WTG-06:

Tabella 18: Parametri geotecnici delle sabbie calcaree poco cementate (da 0,00 m a -3,00 m dal p. c.)			
Parametri fisici			
γ_n	1,79 g/cmc	17554,18 N/mc	peso di volume naturale
ν	0,38		coefficiente di Poisson
Parametri meccanici			
c_u	0,59 Kg/cm ^q	0,057 N/mm ^q	coesione non drenata
ϕ	22°		angolo di attrito interno
Ed	272,85 Kg/cm ^q	26,75 N/mm ^q	modulo Edometrico
E	5457,20 Kg/cm ^q	535,17 N/mm ^q	modulo Elastico o di Young
G	1977,30 Kg/cm ^q	193,90 N/mm ^q	modulo di taglio
K	7577,00Kg/cm ^q	743,06 N/mm ^q	modulo di incompressibilità
Kw	2 - 4 Kg/cmc	19,60 – 39,20 N/cmc	Coefficiente di Winkler

Tabella 19: Parametri geotecnici delle sabbie calcaree poco cementate maggiormente addensate (da -3,00 m a -5,00 m dal p. c.).			
Parametri fisici			
γ_n	1,98 g/cmc	19417,47N/mc	peso di volume naturale
ν	0,27		coefficiente di Poisson
Parametri meccanici			
c_u	1,29 Kg/cm ^q	0,12 N/mm ^q	coesione non drenata
ϕ	31°		angolo di attrito interno
Ed	1241,35 Kg/cm ^q	121,73 N/mm ^q	modulo Edometrico
E	24827,00 Kg/cm ^q	2434,73 N/mm ^q	modulo Elastico o di Young
G	9747,90 Kg/cm ^q	955,95 N/mm ^q	modulo di taglio
K	18265,00 Kg/cm ^q	1791,21 N/mm ^q	modulo di incompressibilità
Kw	2 - 4 Kg/cmc	19,60 – 39,20 N/cmc	Coefficiente di Winkler

7. Verifica di compatibilità geologica e geotecnica del P.A.I. Puglia (lettera d) dell'art. 26 del D.P.R. 207/2010)

Per tutti gli interventi nelle aree a pericolosità geomorfologica molto elevata (P.G.3), in quelle a pericolosità geomorfologica elevata (P.G.2) e in quelle a pericolosità geomorfologica media e moderata (P.G.1) l'Autorità di Bacino della Puglia richiede, in funzione della valutazione del rischio ad essi associato, la redazione di uno studio di compatibilità geologica e geotecnica che ne analizzi compiutamente gli effetti sulla stabilità dell'area interessata.

Si specifica, come precedentemente riportato, che l'area di interesse, attraverso l'analisi delle ultime perimetrazioni del PAI aggiornate in data 19.11.2019 su cartografia ufficiale consultabile in maniera interattiva tramite il WebGIS dell'AdB Puglia sul sito <http://www.adb.puglia.it> non ricade in nessuna delle tre zone classificate ad alta, media, bassa pericolosità geomorfologica, come definite di cui agli artt. 13, 14 e 15 delle Norme Tecniche di Attuazione (novembre 2005) del Piano d'Assetto Idrogeologico della Puglia.

Descrizione	Livello	Vincolo		
		Impianto eolico	Cavidotto	Sottostazione
Pericolosità Geomorfologica	media e moderata (PG1)	NO	NO	NO
	elevata (PG2)	NO	NO	NO
	elevata (PG3)	NO	NO	NO

Pertanto non è richiesto lo studio di compatibilità geologica e geotecnica succitato (figg. 7, 7.1).

8. Conclusioni

Lo scopo del presente lavoro è fornire delle conoscenze geologiche di base per una porzione di territorio in agro di Guagnano (LE) in cui i progettisti STIM ENGINEERING s.r.l. intendono realizzare un parco eolico situato ad ovest della cittadina.

Nello specifico, il progetto definitivo prevede:

- L'installazione di 6 aerogeneratori di nuova generazione e delle opere elettriche di collegamento, situati in agro di Guagnano (LE);
- La realizzazione di un cavidotto esterno di collegamento fra il parco eolico e la sottostazione elettrica, che si estenderà fra le aree del comune di Guagnano (LE) ed il comune di Erchie (BR);
- La realizzazione di una sottostazione elettrica connessa tramite cavidotto al parco eolico distante circa 13 km, ubicata in agro di Erchie (BR);

Su tutta l'area destinata all'installazione degli aerogeneratori prossima all'abitato di Guagnano (LE) e sull'area destinata alla realizzazione della sottostazione elettrica prossima all'abitato di Erchie (BR) affiorano delle calcareniti tipo panchina intercalate a vari livelli sabbioso argillosi (Q^1-P^3), di natura detritico-organogena sono di colore bianco o bianco- giallastro, risultano essere composte da detriti organici e da frammenti calcarei derivanti sia dal disfacimento dei sottostanti calcari cretacei che dalla sedimentazione chimico- organogena in ambiente marino costiero. Questa formazione in affioramento è nota anche come "tufi calcarei".

Le sabbie calcaree intercalate risultano invece poco cementate, di colore azzurrognolo-giallastro per ossidazione, spesso argillose e con presenza di livelli esclusivamente argillosi (Calabriano–Pliocene sup).

Lungo il percorso del cavidotto si incontrano anche depositi di terra rossa residuale (*de*) affiorante in prossimità di affioramento di roccia calcarea.

L'area di interesse, attraverso l'analisi delle ultime perimetrazioni del PAI aggiornate in data 19.11.2019 su cartografia ufficiale non ricade in nessuna delle tre zone classificate ad alta, media, bassa pericolosità geomorfologica, come definite di cui agli artt. 13, 14 e 15 delle Norme Tecniche di Attuazione (novembre 2005) del Piano d'Assetto Idrogeologico della Puglia, pertanto non è richiesto alcuno studio di compatibilità geologica e geotecnica.

Inoltre, nelle aree immediatamente limitrofe al luogo in studio non sono state osservate discontinuità correlabili a faglie attive.

Il territorio di Guagnano (LE) ricade in zona sismica 4, qui, l'accelerazione orizzontale massima (a_g) su suolo rigido o pianeggiante, che ha una probabilità del 10% di essere superata in 50 anni è stata calcolata essere $\leq 0,05 g$.

La caratterizzazione elasto-meccanica dei terreni di fondazione è stata ricavata attraverso i risultati delle indagini sismiche effettuate per conto dello scrivente quest'anno.

Dalle analisi dei dati estrapolati dall'indagine MASW è possibile stimare il parametro V_{seq} e quindi classificare il suolo nelle aree di indagine:

Profilo	V_{seq} (m/s)	Categoria Sottosuolo	Struttura Relativa
Profilo AA'	797,88	B	Sottostazione elettrica
Profilo BB'	331,71	E	Aerogeneratore WTG - 01
Profilo CC'	365,85	B	Aerogeneratore WTG - 02
Profilo DD'	412,36	B	Aerogeneratore WTG - 03
Profilo EE'	362,37	B	Aerogeneratore WTG - 04
Profilo FF'	323,95	C	Aerogeneratore WTG - 05
Profilo GG'	432,91	B	Aerogeneratore WTG - 06

Tale parametro assume:

- Per l'area dell'impianto eolico un valore medio pari a 371.52 m/s, inserendo il terreno di fondazione in categoria 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".

- Per l'area della sottostazione elettrica un valore pari a 797.88 m/s, inserendo il terreno di fondazione in categoria B – "Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto

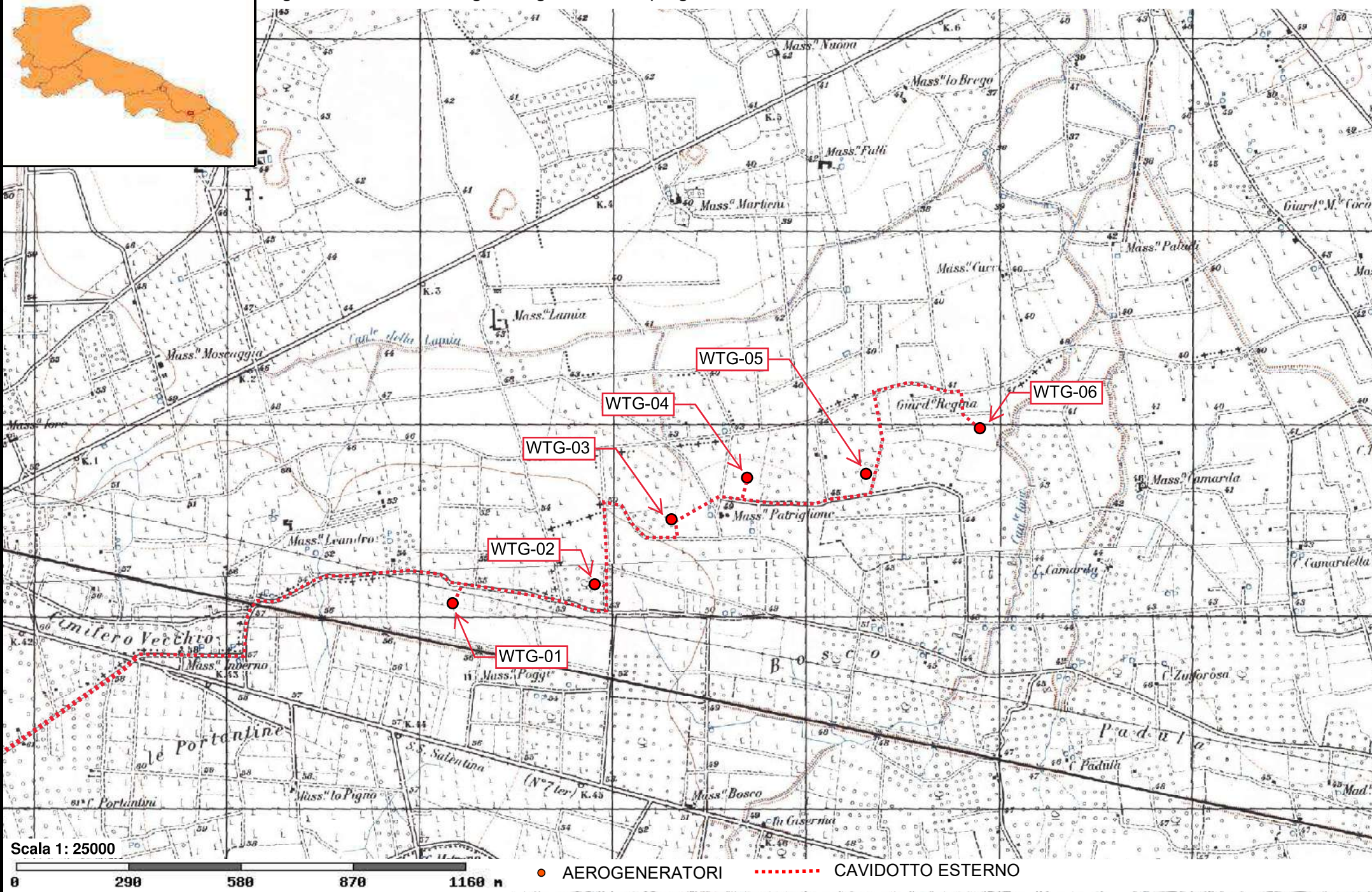
Progettazione definitiva di un impianto eolico da n.6 WTG sito nel comune di Guagnano (LE) zona "Mass. Patriglione" e la sottostazione elettrica nel comune di Erchie (BR) zona "Mass. la Cicerella"

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".

Gioia del Colle, ottobre 2021

il Geologo
Dott. Raffaele SASSONE

Fig. 1.1 - Ubicazione degli aerogeneratori in progetto su stralcio di IGM in scala 1:25000



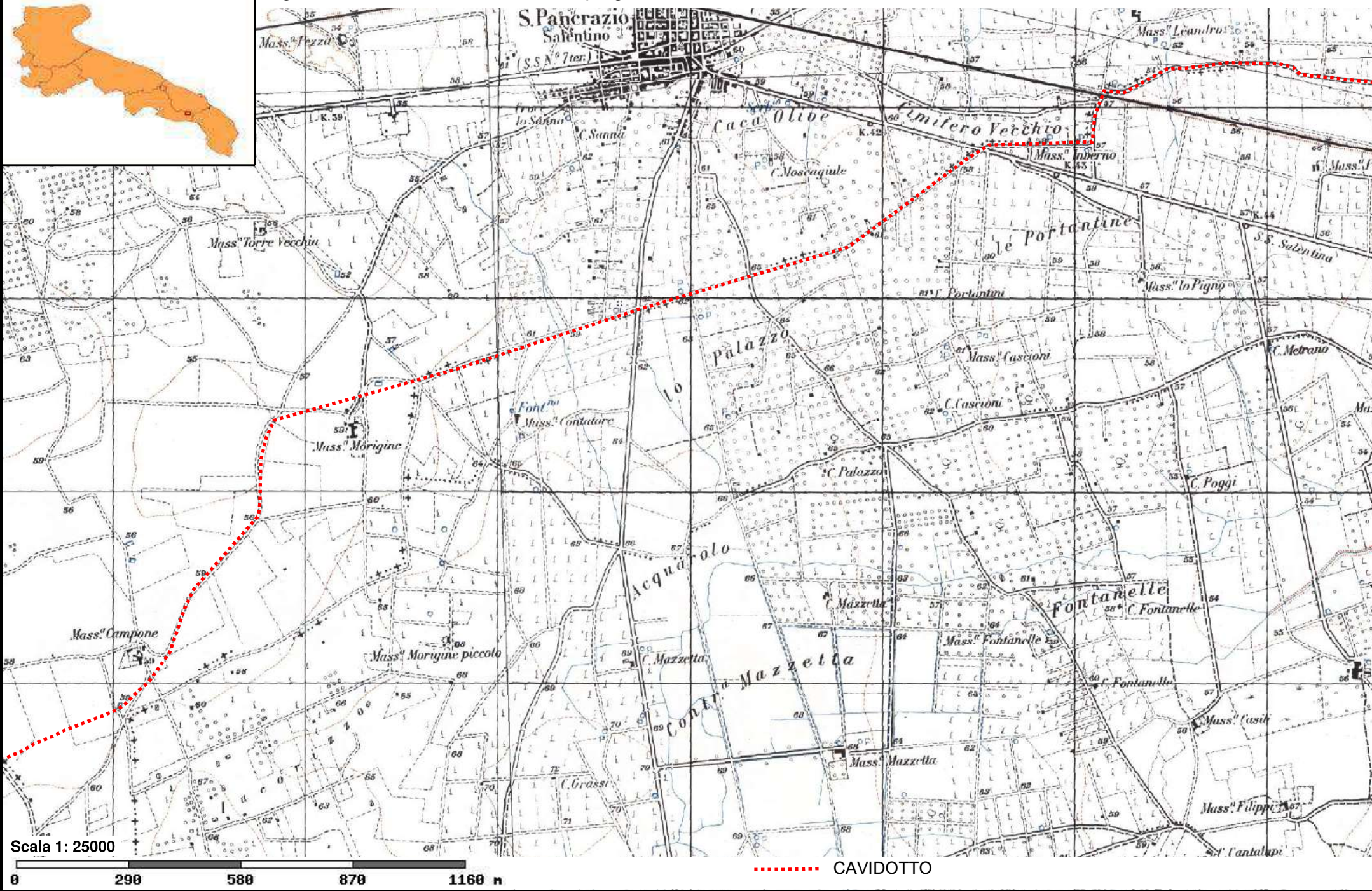
Scala 1: 25000

0 290 580 870 1160 m

● AEROGENERATORI

----- CAVIDOTTO ESTERNO

Fig. 1.2 - Ubicazione del cavidotto in progetto su stralcio di IGM in scala 1:25000



Scala 1: 25000

0 290 580 870 1160 m

..... CAVIDOTTO

Fig. 1.3 - Ubicazione della sottostazione elettrica in progetto su stralcio di IGM in scala 1:25000

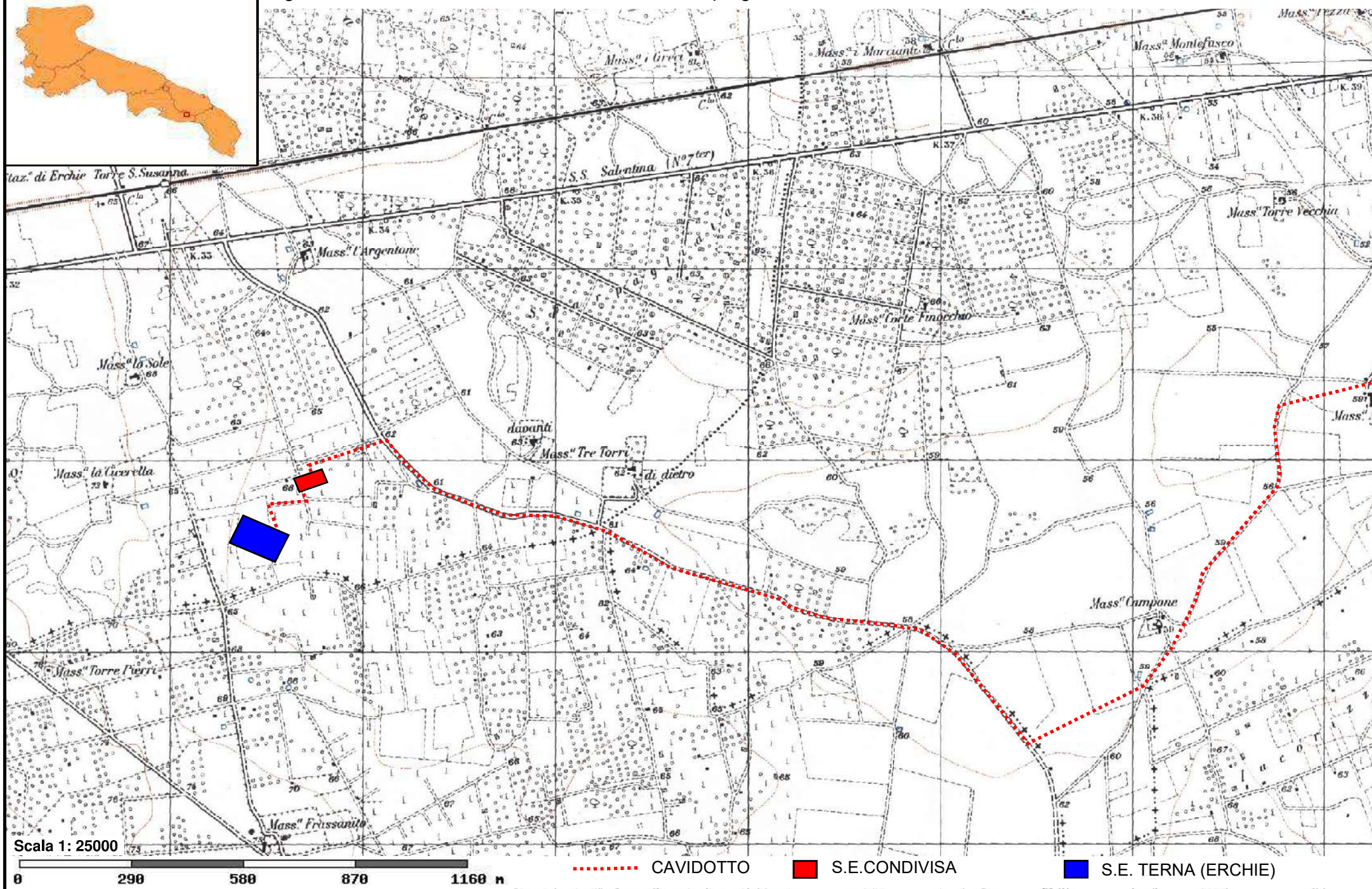




Fig. 2.1 - Ubicazione dell'impianto in progetto su stralcio di Carta Tecnica Regionale 1:5000

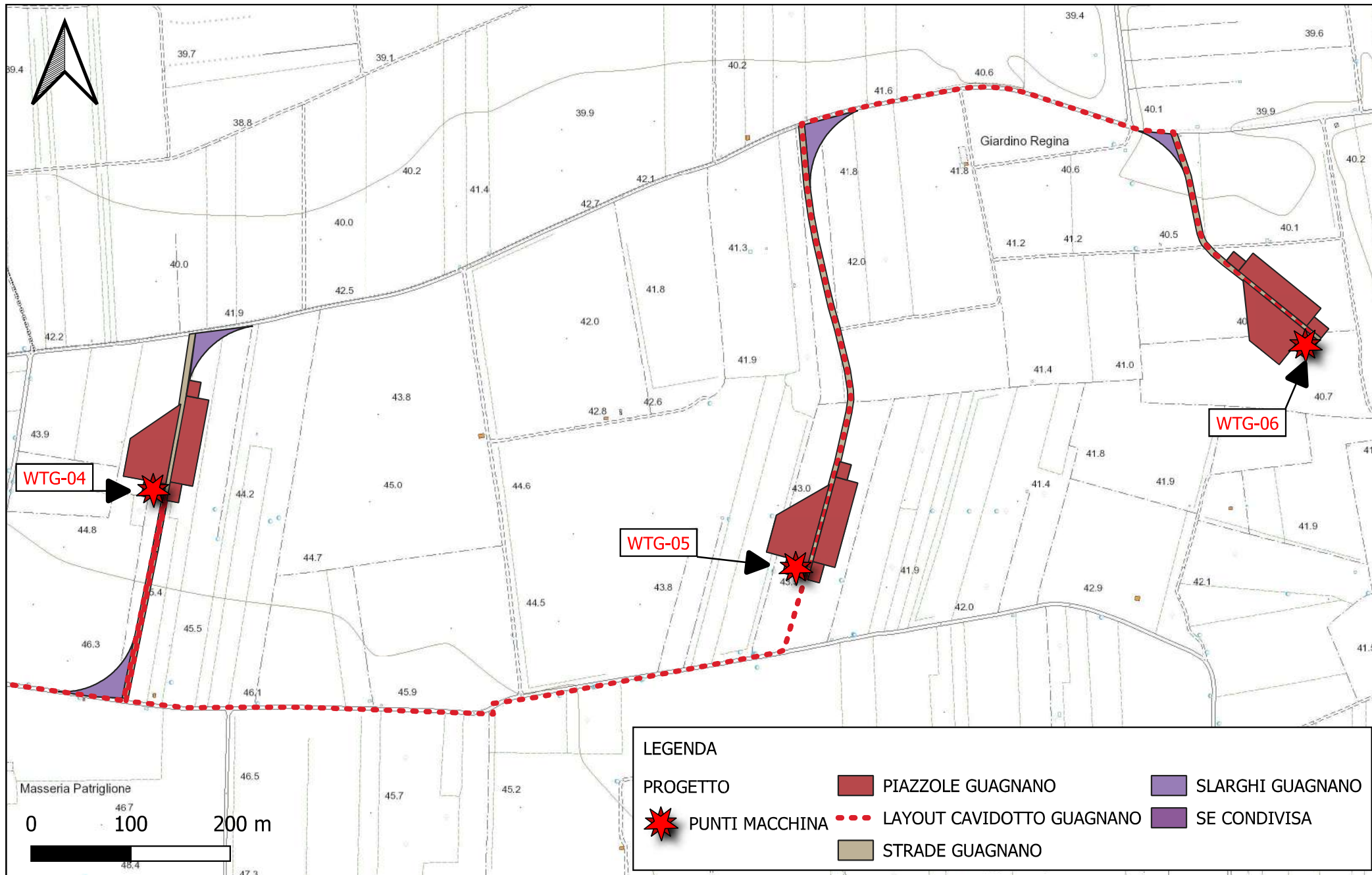


Fig. 2.2 - Ubicazione dell'impianto in progetto su stralcio di Carta Tecnica Regionale 1:5000

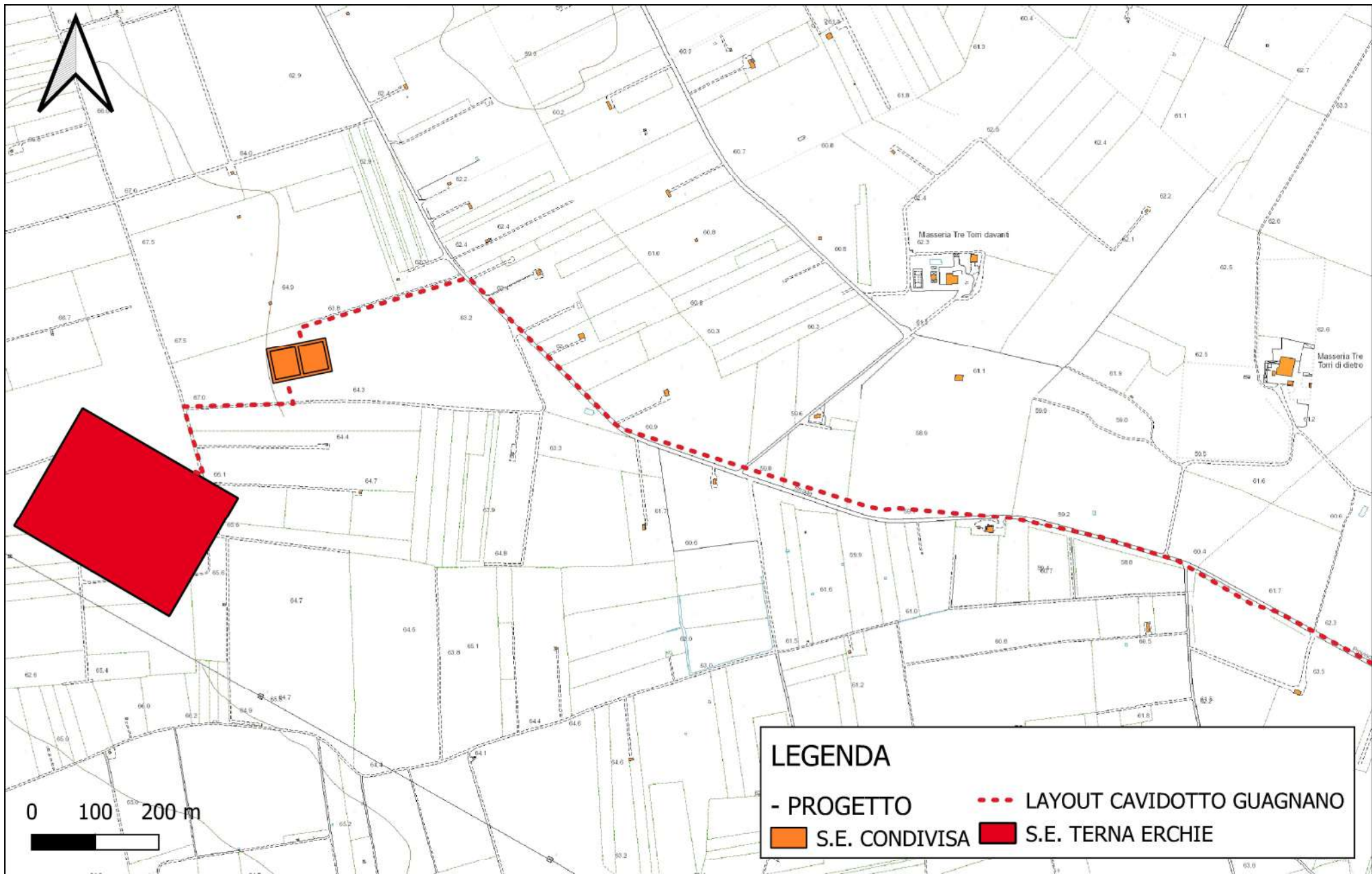
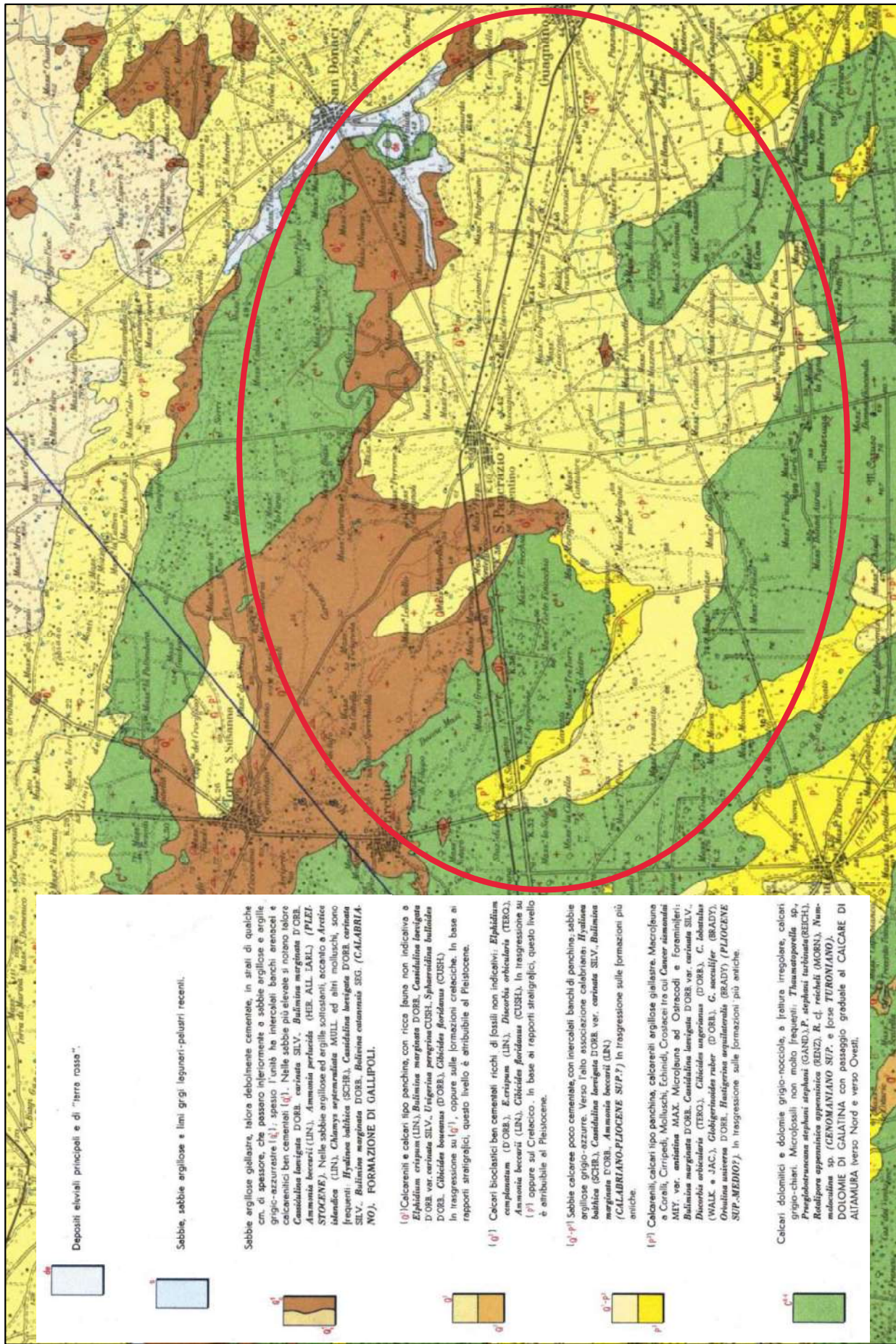


Fig. 2.3 - Ubicazione dell'impianto in progetto su stralcio di Carta Tecnica Regionale 1:8000



Depositi eluviali principali e di "terra rossa".

Sabbie, sabbie argillose e limi grigi leguarni-paluari recenti.

Sabbie argillose giallastre, talora debolmente cementate, in strati di qualche cm. di spessore, che spesso inferiormente a sabbie argillose e argille grigio-azzurre (q1); spesso l'unità ha intercalati banchi arenacei e calcarenitici ben cementati (q1). Nelle sabbie più elevate si notano talora Cassidulina laevigata D'ORB, carinata SILV., Bulimina marginata D'ORB, Ammonia beccarii (LIN), Ammonia peruloides (HER. ALL. EARL) (PLEISTOCENE). Nelle sabbie argillose ed argille sottostanti, accanto a Arctice iblandica (LIN), Chlamys septemradiata MULL. ed altri molluschi, sono frequenti Hyalina bulbifera (SCHER), Cassidulina laevigata D'ORB, carinata SILV., Bulimina marginata D'ORB, Bulimina extensa SEG. (CALABRIANO-NO). FORMAZIONE DI GALLIPOLI.

(q1) Calcareniti e calcari tipo panchina, con ricca fauna non indicativa o Elphidium crispum (LIN), Bulimina marginata D'ORB, Cassidulina laevigata D'ORB var. carinata SILV., Urgentina marginata CUSH., Sphaerulina bulbifera D'ORB, Clitella boreana (D'ORB), Clitella foridana (CUSH). In trasgressione su (p1), oppure sulle formazioni cretacee. In base ai rapporti stratigrafici, questo livello è attribuibile al Pleistocene.

(q1) Calcari bioclastici ben cementati ricchi di fossili non indicativi: Elphidium complanatum (D'ORB), E. eritopus (LIN), Discorbis orbicularis (TECO), Ammonia beccarii (LIN), Clitella foridana (CUSH), in trasgressione su (p1) oppure sul Creacco. In base ai rapporti stratigrafici, questo livello è attribuibile al Pleistocene.

(q1-p1) Sabbie calcaree poco cementate, con intercalati banchi di panchina, sabbie argillose grigio-azzurre. Verso l'alto associazione calabrianica: Hyalina bulbifera (SCHER), Cassidulina laevigata D'ORB var. carinata SILV., Bulimina marginata D'ORB, Ammonia beccarii (LIN) (CALABRIANO-PLIOCENE SUP.?). In trasgressione sulle formazioni più antiche.

(p1) Calcareniti, calcari tipo panchina, calcareniti argillose giallastre. Microfauna a Carelli, Cripedi, Molluschi, Echinidi, Crostacei tra cui Cancer sinuatus MEY var. antistans MAX, Microglena ed Ostreoidi e Foraminiferi: Bulimina marginata D'ORB, Cassidulina laevigata D'ORB var. carinata SILV., Discorbis orbicularis (TECO), Clitella usuperiana (D'ORB), C. lobatulus (WALK e JAC.), Globigerinoides ruber (D'ORB), G. succulifer (BRADY), Oculina usuperiana D'ORB, Haustorium squatarctoides (BRADY) (PLIOCENE SUP.-MEDIOP). In trasgressione sulle formazioni più antiche.

Calcari dolomiti e dolomie grigio-nocciola, a frattura irregolare, calcari grigio-chiari. Microfossili non molto frequenti: Thaumatozella sp., Pterofoliatum strophium (GAND.), P. strophium turbatum (BECH), Radigera apenninica apenninica (BENZ), R. cf. reichli (MOBNI), Nummulitina sp. (GENOMIANO SUP. e forse TURONIANO). DOLOMIE DI GALATINA con passaggio graduale al CALCARE DI ALTAMURA verso Nord e verso Ovest.

Fig.3 – Ubicazione dell' impianto su stralcio Carta Geologica d'Italia 203 "Brindisi" scala 1:100000



Fig. 4 - Inquadramento generale dell'impianto su cartografia Idrogeomorfologica della Regione Puglia su base ortofoto scala 1:50000

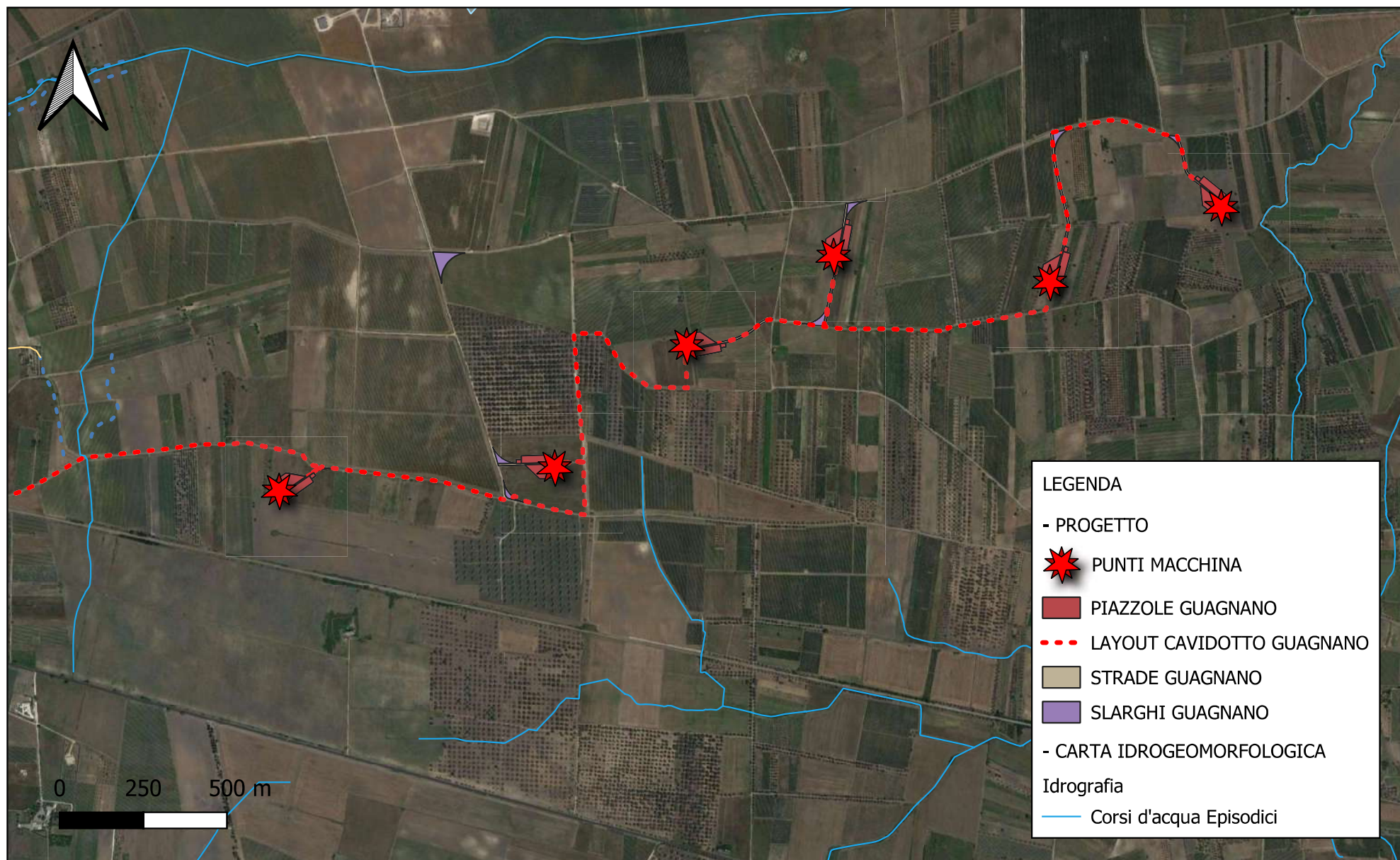


Fig. 4.1 - Dettaglio dell'impianto eolico su cartografia Idrogeomorfologica della Regione Puglia su base ortofoto scala 1:16000

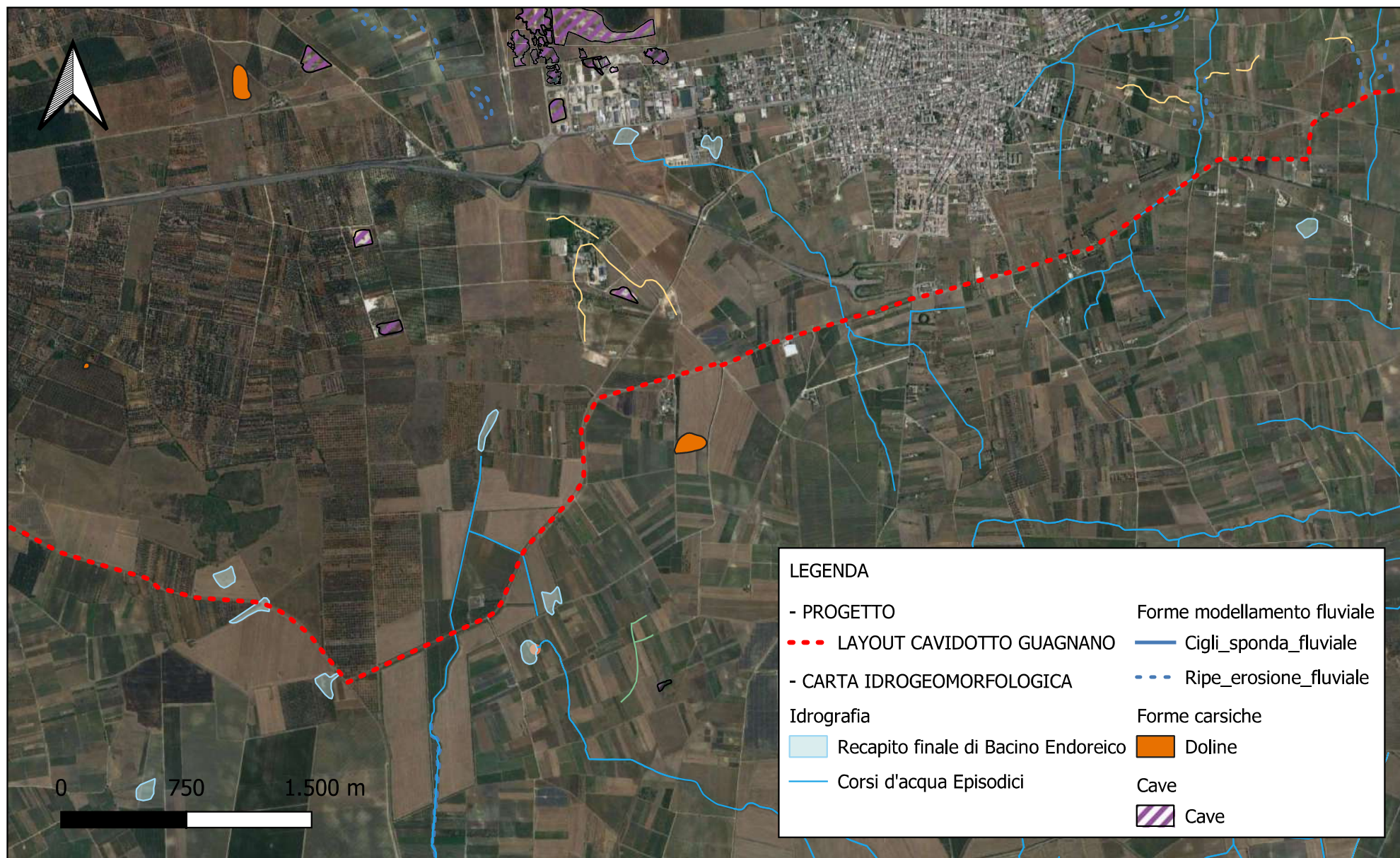


Fig. 4.2 - Dettaglio del cavidotto su cartografia Idrogeomorfologica della Regione Puglia su base ortofoto scala 1:32000

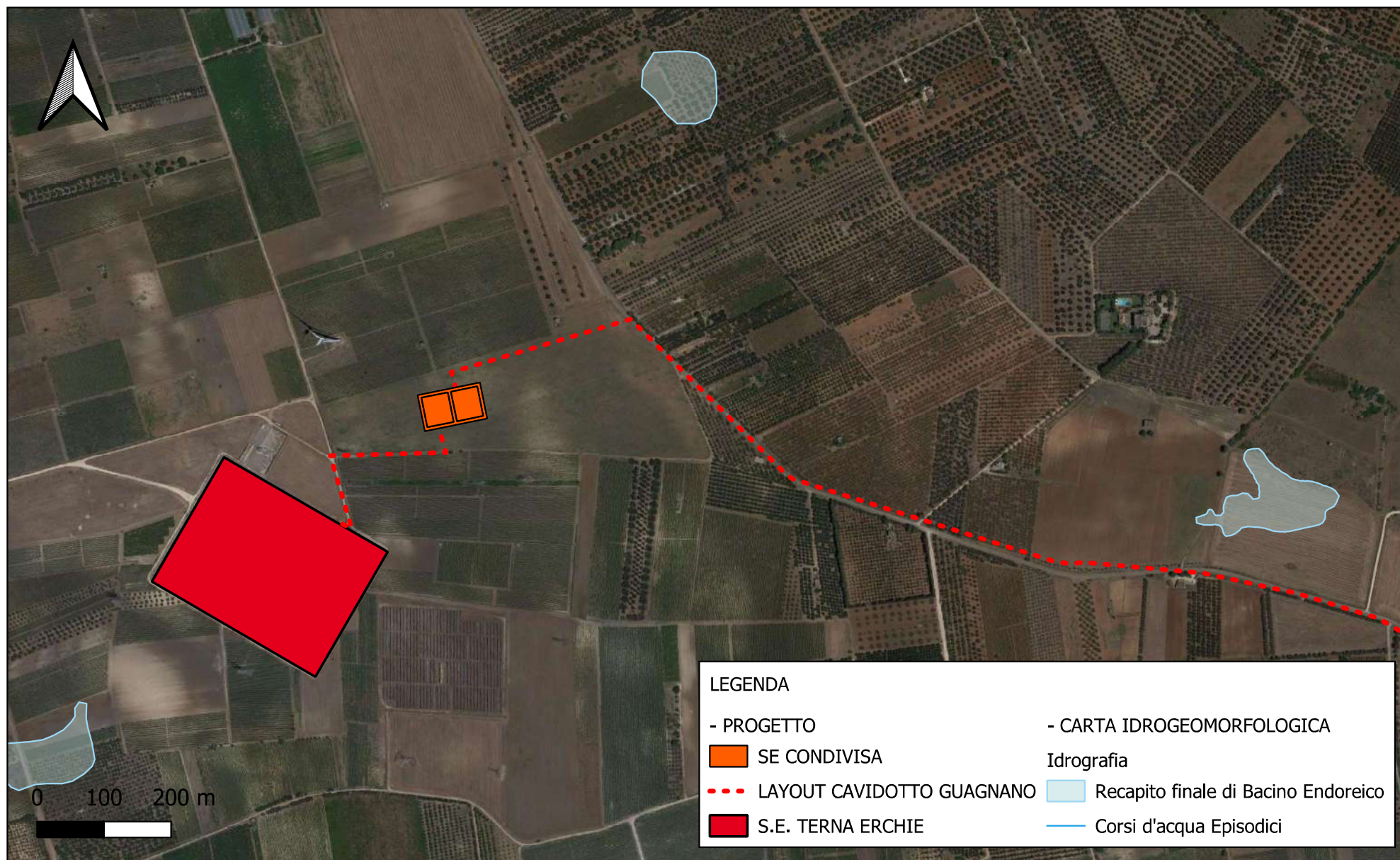


Fig. 4.3 - Dettaglio della sottostazione elettrica su cartografia Idrogeomorfologica della Regione Puglia su base ortofoto scala 1:8000

LEGENDA

- PROGETTO

 SE CONDIVISA

 PUNTI MACCHINA

 PIAZZOLE GUAGNANO

 LAYOUT CAVIDOTTO GUAGNANO

 STRADE GUAGNANO

 SLARGHI GUAGNANO

 S.E. TERNA ERCHIE

- CARTA IDROGEOLOGICA

Antropico

 Argini


 Dighe

 Porti

 Traverse

Idrografia

 Canali_lagunari

 Recapito finale di Bacino Endoreico

 Corsi d'acqua Episodici

Frane

 Corpi_frana

 Nicchie

Forme versante

 Aree_dissesto_diffuso

 Calanchi

 Conoidi

 Creste

 Orli_terrazzo_morfologico

Forme modellamento fluviale

 Cigli_sponda_fluviale

 Ripe_erosione_fluviale

Forme carsiche

 Doline

 Grotte

 Polje

 Vore

Elementi geostrutturali

 Faglie

 Giaciture


 Pieghe

Cave

 Cave

 Miniere


Bacini idrici

 Lago artificiale

 Lago naturale

 Laguna costiera

 Salina

 Stagno, acquitrino, zona palustre



 Geositi

 Discariche Discariche controllate

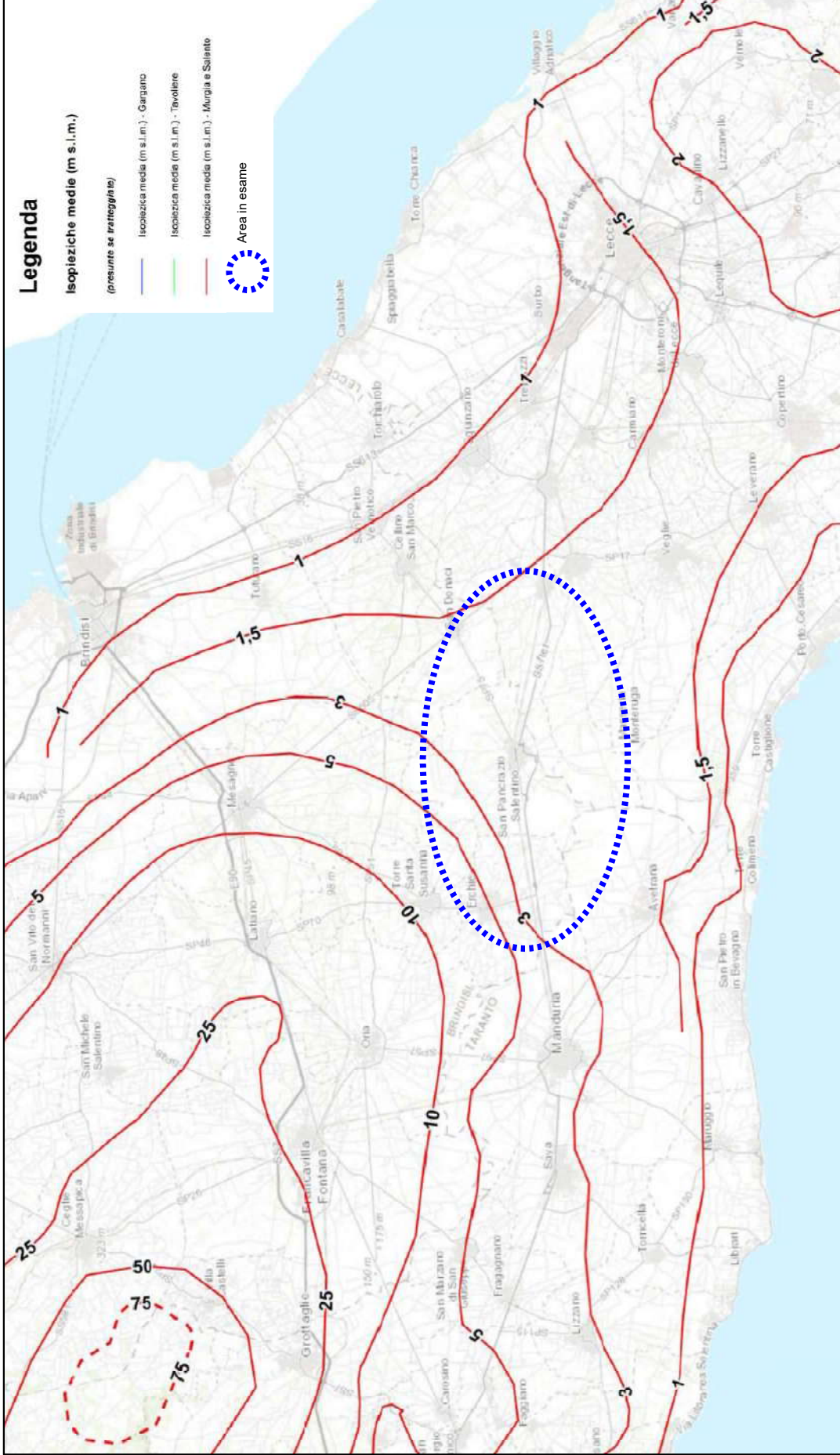


Figura 5: Tav. C5 - Distribuzione media dei carichi piezometrici degli acquiferi del P. T. A. (Piano di Tutela delle Acque 2021)

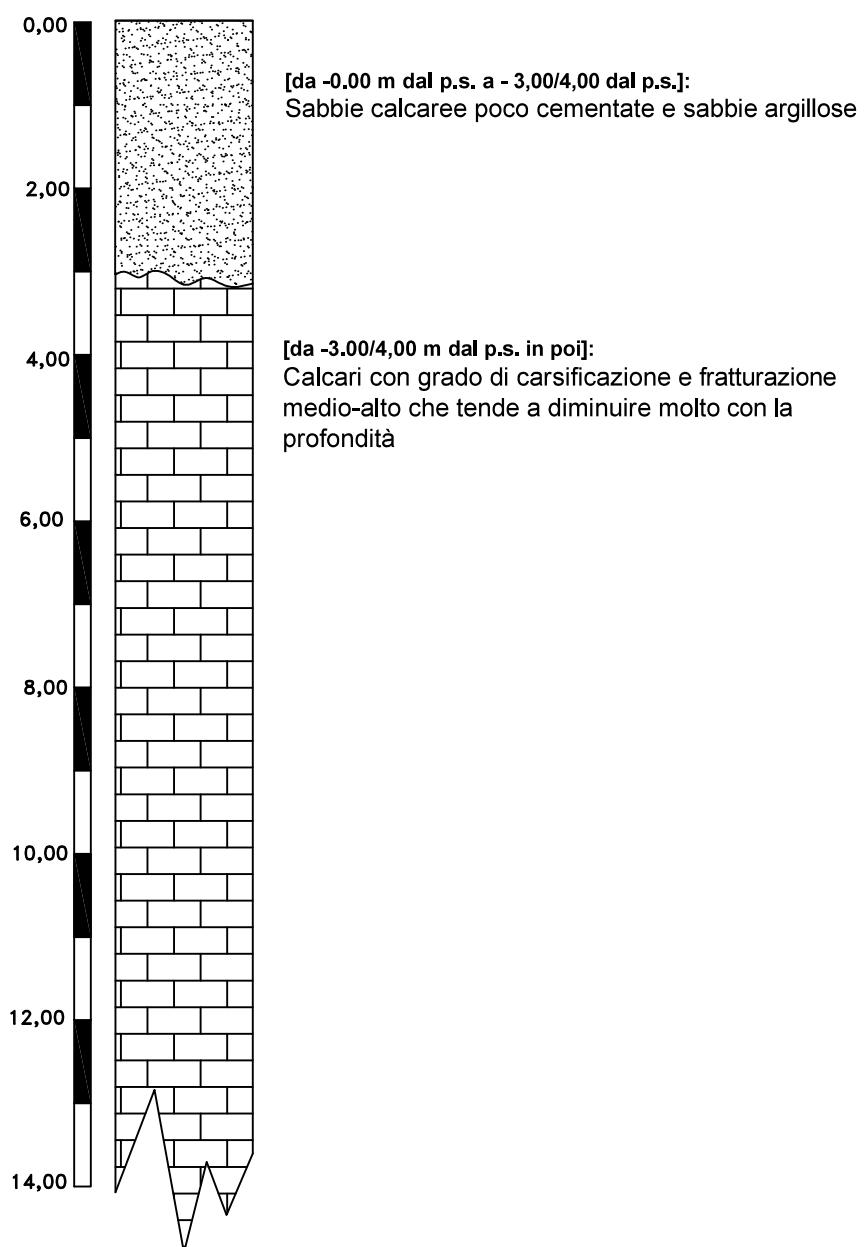
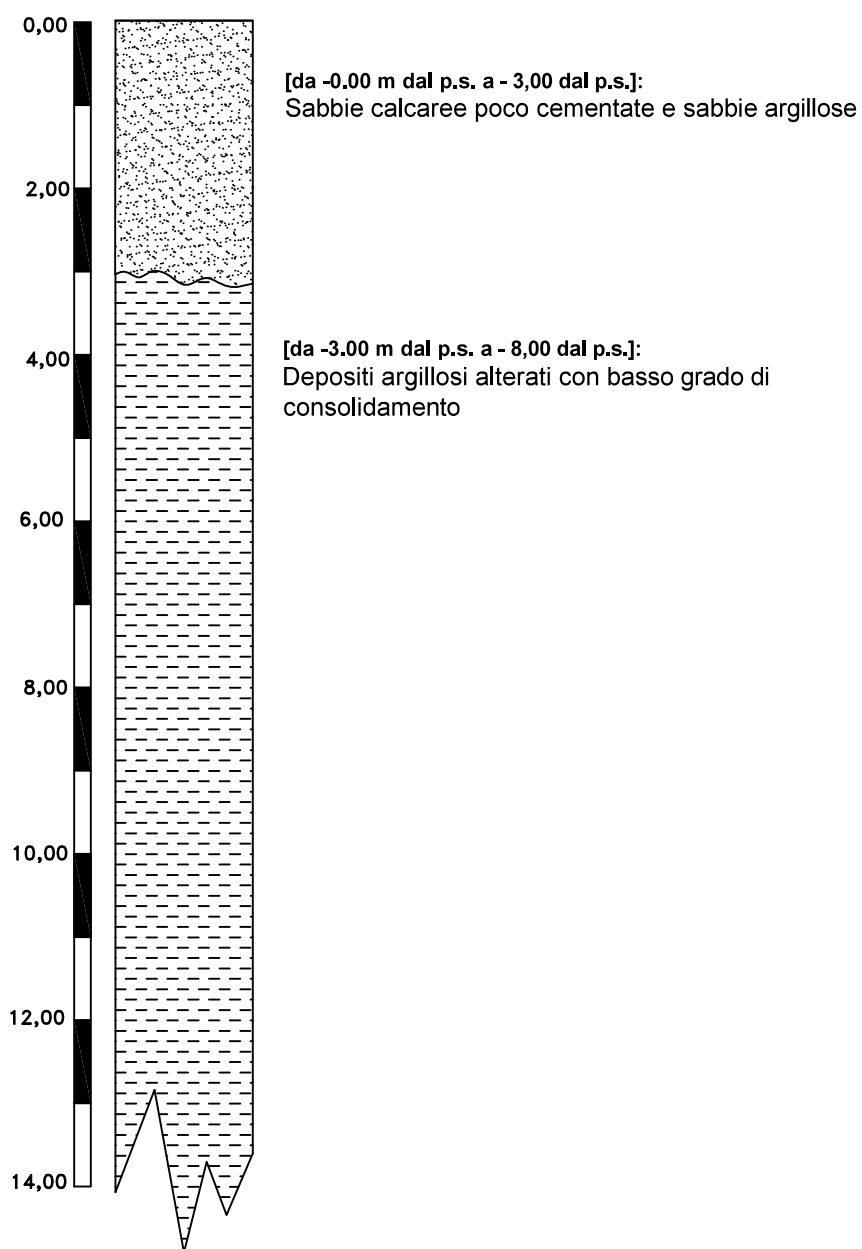


Fig.6.1 Colonna stratigrafica schematica
Sottostazione elettrica



**Fig.6.2 Colonna stratigrafica schematica
Aerogeneratore WTG-01**

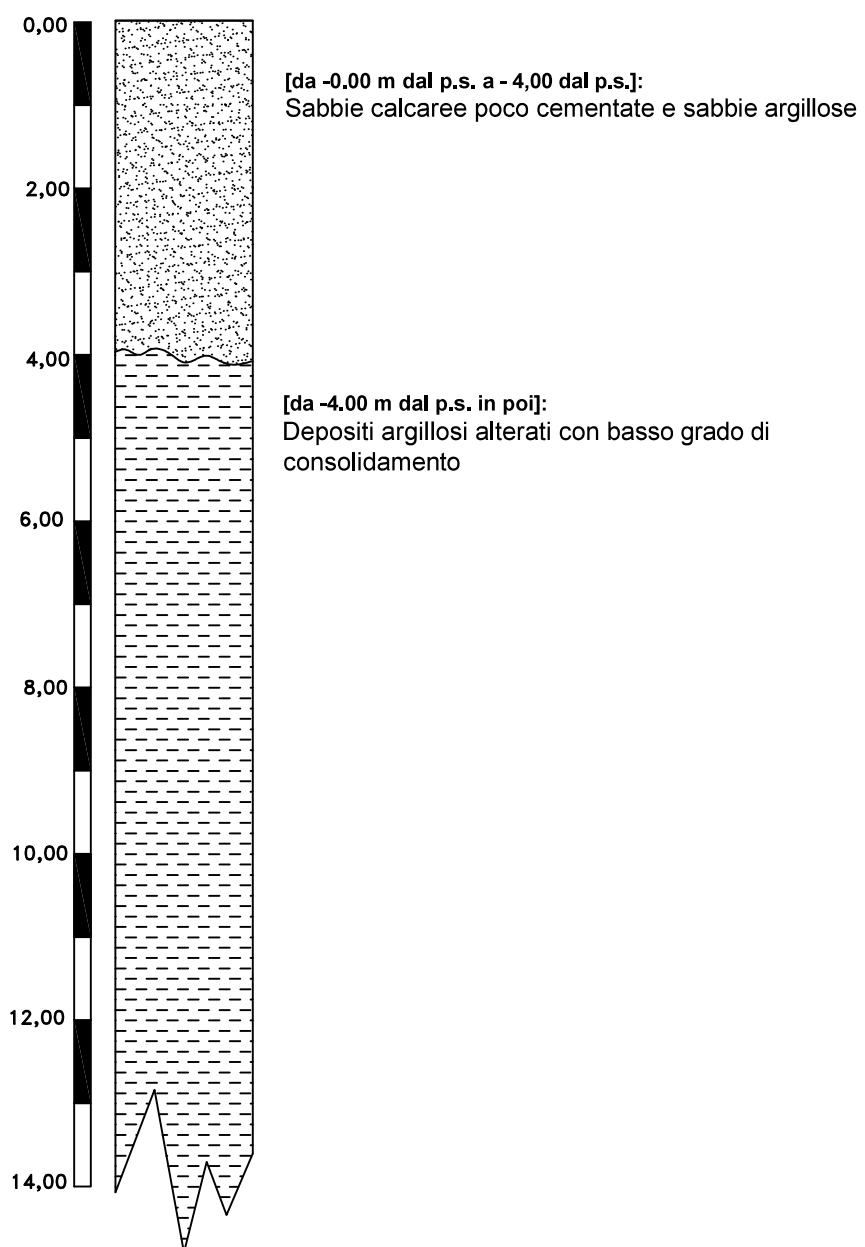


Fig.6.3 Colonna stratigrafica schematica
Aerogeneratore WTG-02

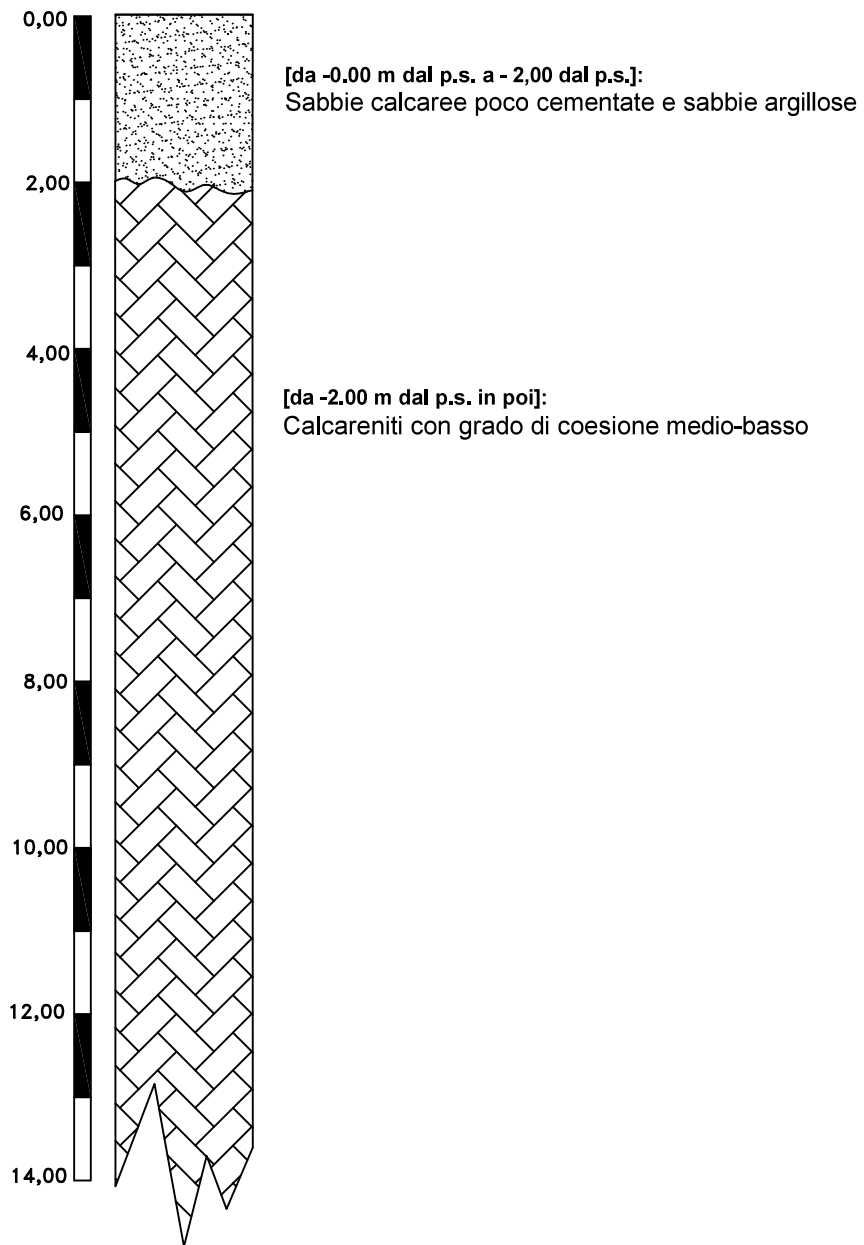


Fig.6.4 Colonna stratigrafica schematica
Aerogeneratore WTG-03

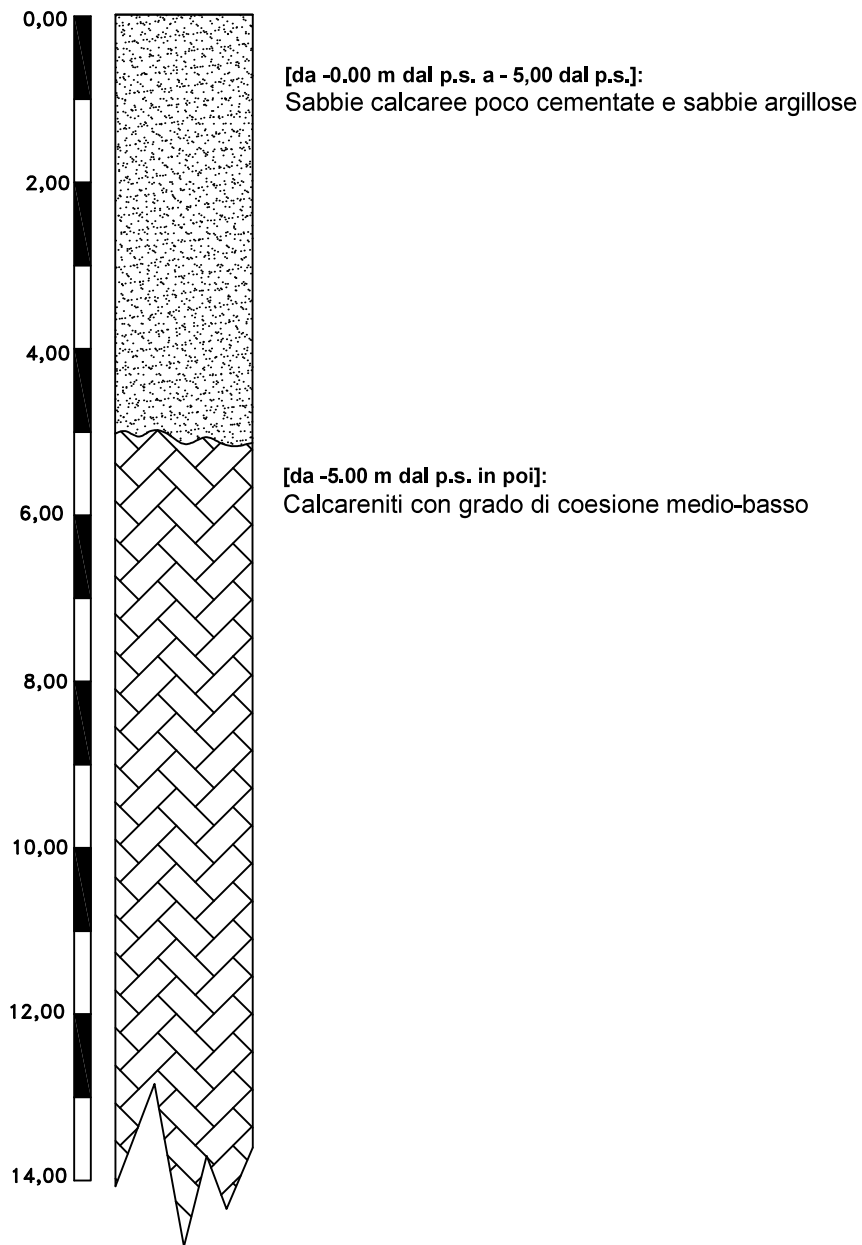


Fig.6.5 Colonna stratigrafica schematica
Aerogeneratore WTG-04

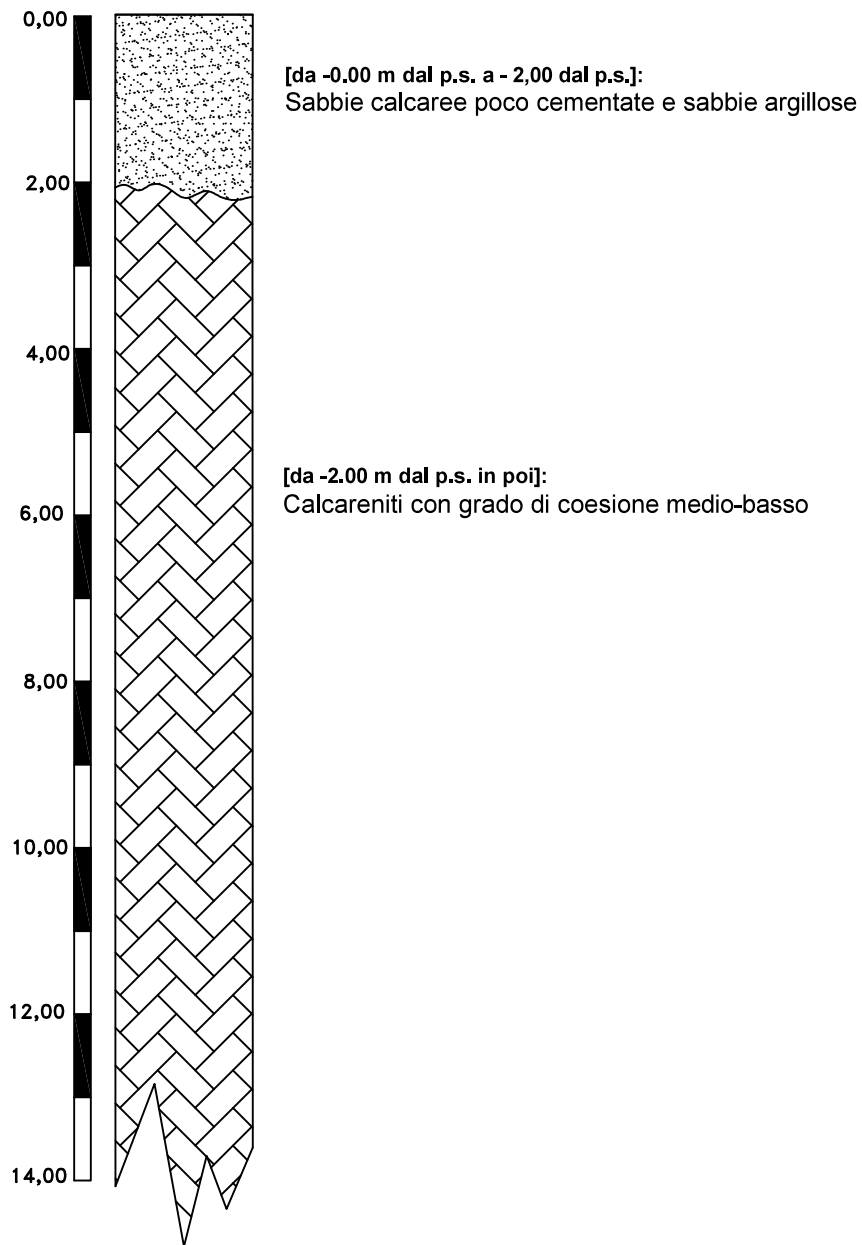


Fig.6.6 Colonna stratigrafica schematica
Aerogeneratore WTG-05

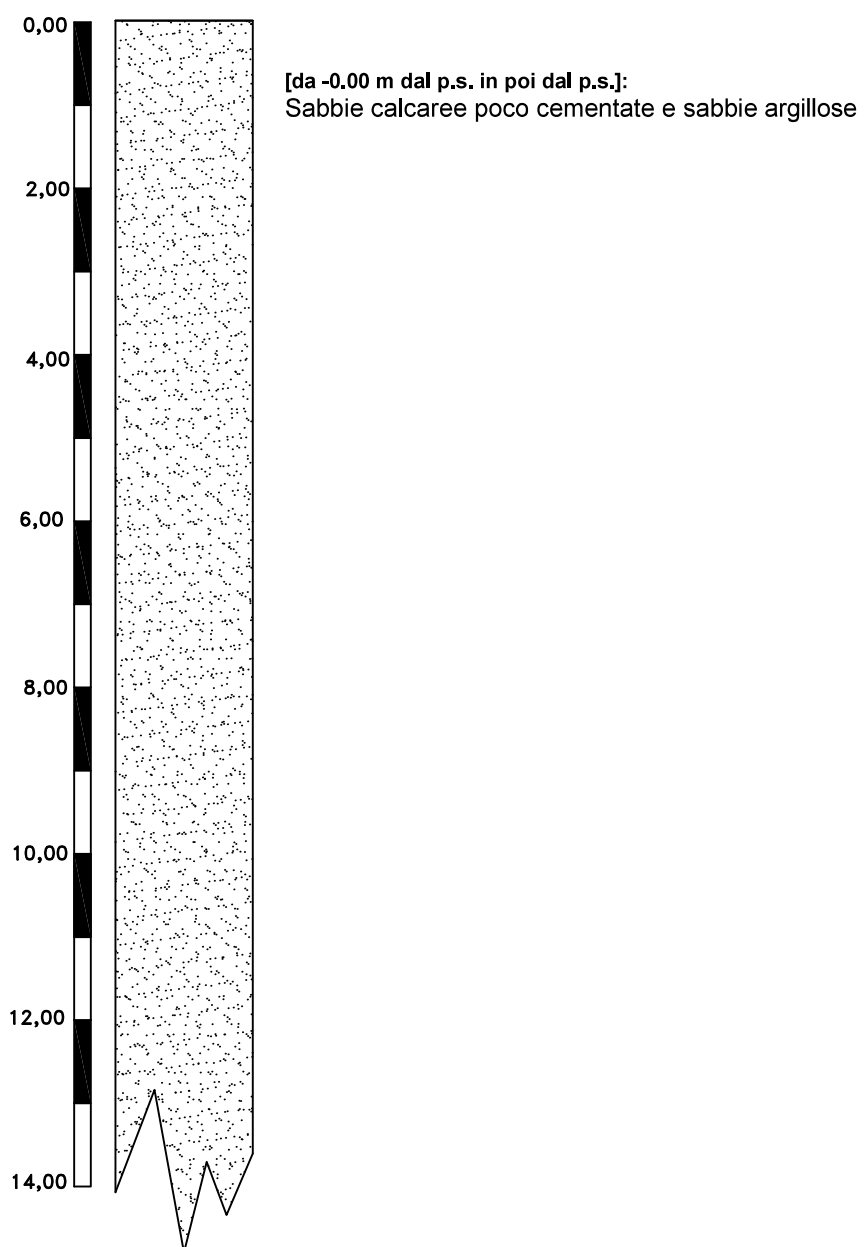


Fig.6.7 Colonna stratigrafica schematica
Aerogeneratore WTG-06

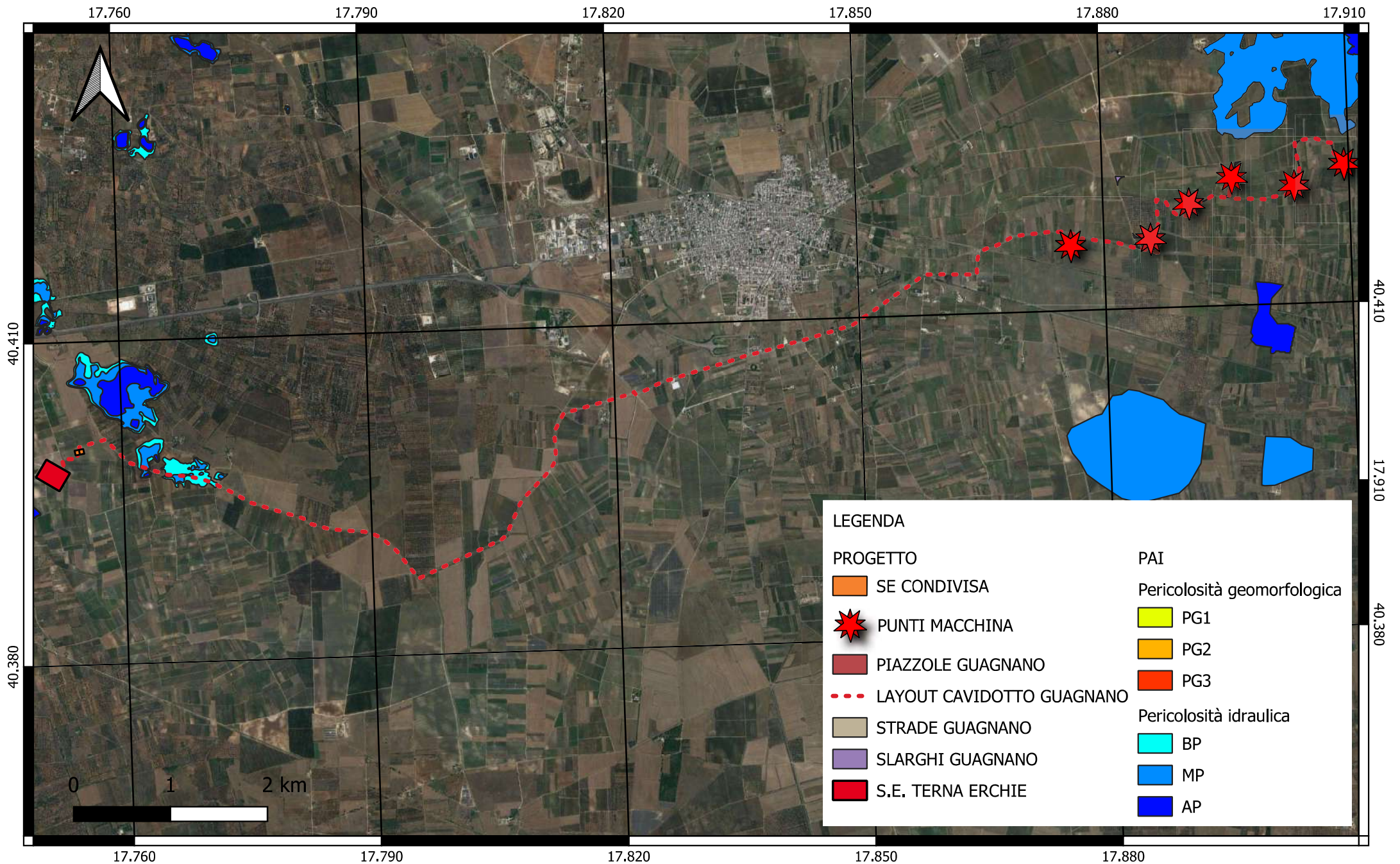


Fig. 7 - Inquadramento generale dell'impianto su cartografia PAI della Regione Puglia su base ortofoto scala 1:50000

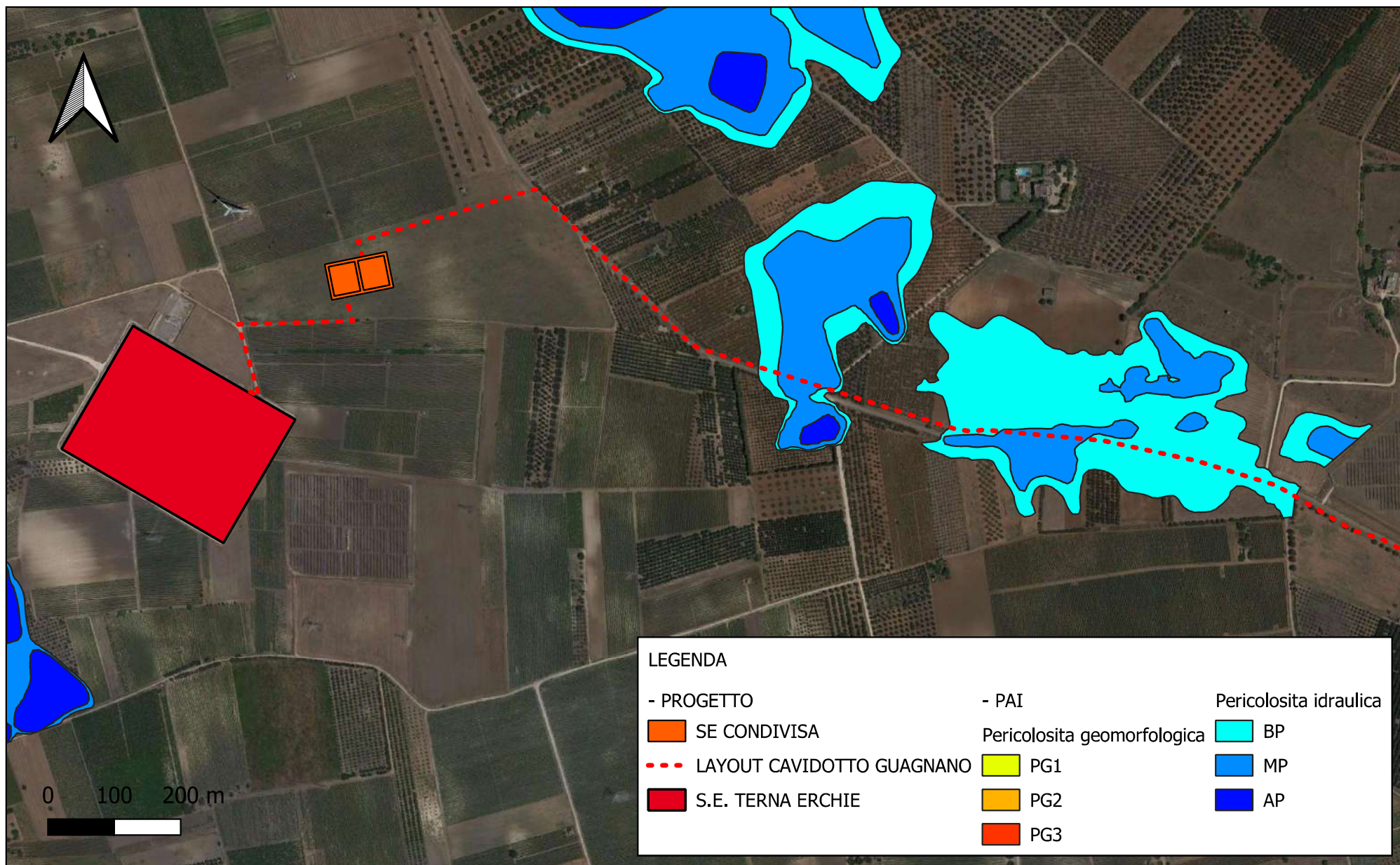


Fig. 7.1 - Inquadramento di dettaglio della porzione di cavidotto che ricade nelle perimetrazioni PAI della Regione Puglia su base ortofoto scala 1:8000

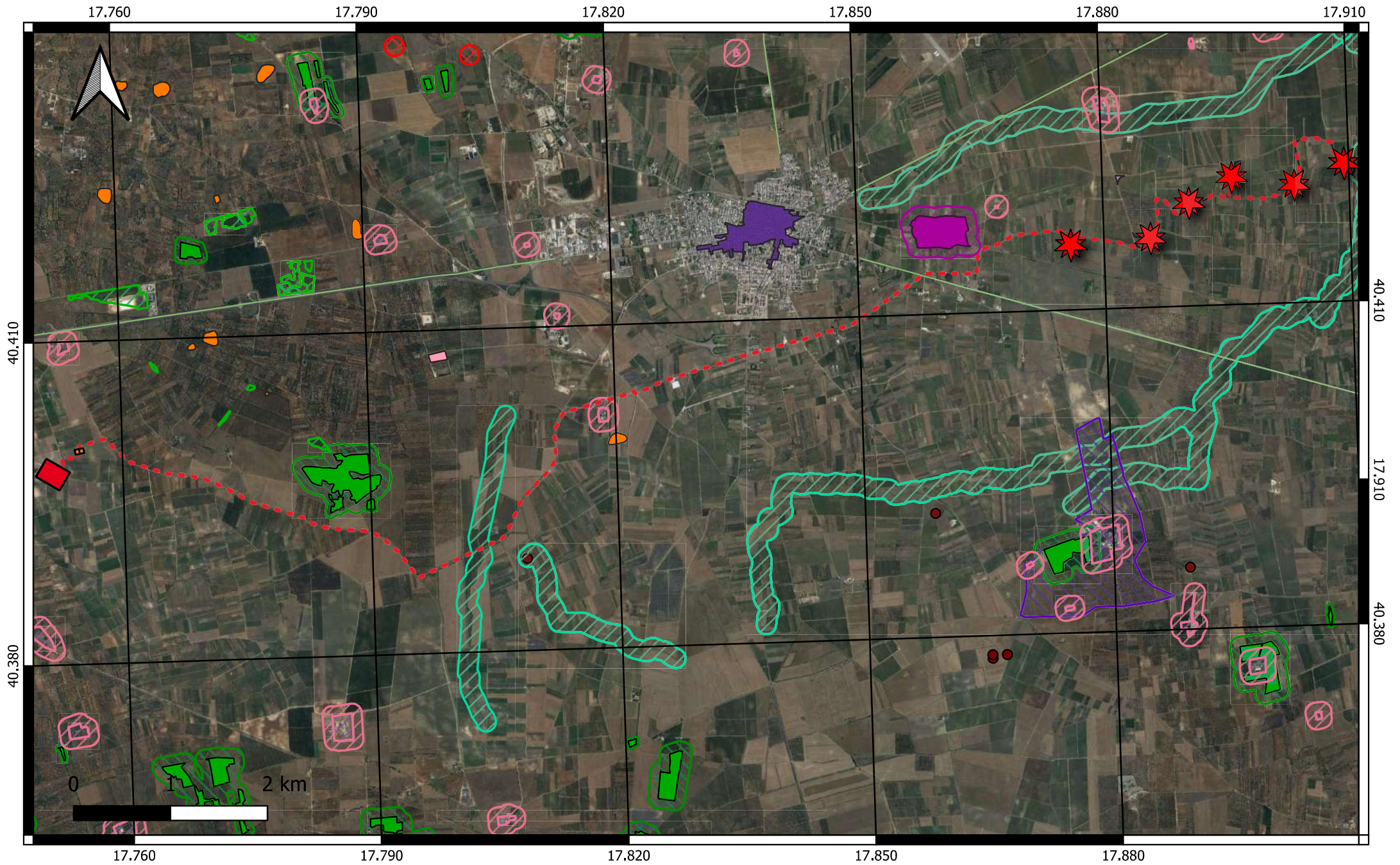
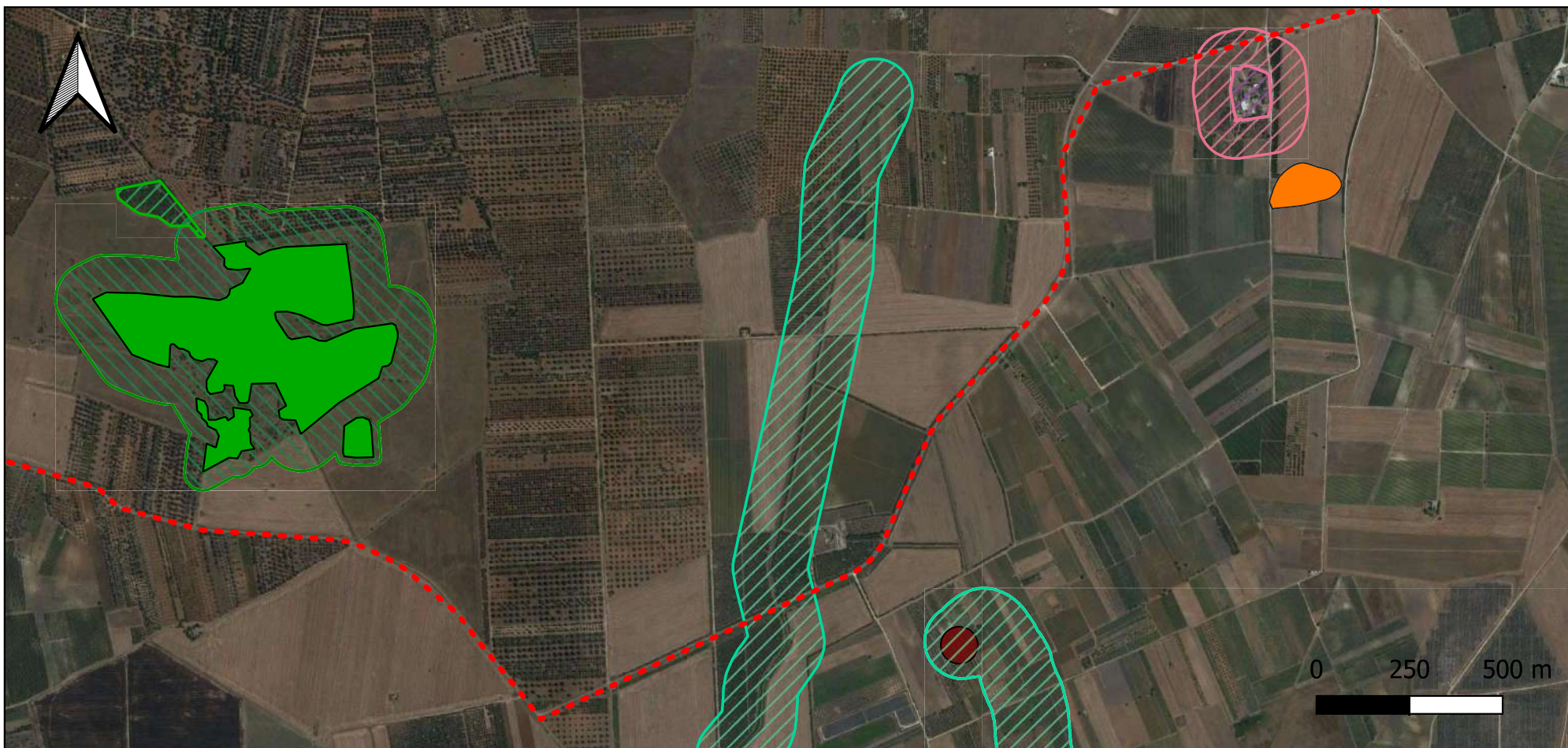


Fig. 8 - Inquadramento generale dell'impianto su stralcio di Carta del PPTR della Regione Puglia scala 1:50000



LEGENDA

- PROGETTO

- - - LAYOUT CAVIDOTTO GUAGNANO

- PPTR

6_3_1_CULTURALI

UCP_area_rispetto_siti storico culturali

UCP_stratificazione insediativa_siti storico culturali

6_2_1_BOTANICO_VEGETAZIONALI

UCP_Formazioni arbustive

BP_Boschi

UCP_rispetto boschi

6_1_2_IDROLOGICHE

UCP_conessioneRER_100m

6_1_1_GEOMORFOLOGICHE

UCP_Doline

UCP_Inghiottitoi_50m



Fig. 8.1 - Inquadramento di dettaglio della porzione di cavidotto che ricade nelle aree sottoposte a vincolo PPTR della Regione Puglia su base ortofoto scala 1:8000

LEGENDA

- PROGETTO



PUNTI MACCHINA

--- LAYOUT CAVIDOTTO GUAGNANO



S.E. TERNA ERCHIE

- PPTR

6_3_2_PERCETTIVE



UCP_coni visuali

● UCP_luoghi panoramici



UCP_luoghi panoramici_pol

— UCP_strade panoramiche

— UCP_strade valenza paesaggistica



UCP_strade valenza paesaggistica_pol

6_3_1_CULTURALI



BP_Aree di notevole interesse Pubblico



BP_Zone gravate da usi civici



BP_Zone di interesse Archeologico

 UCP_area_rispetto_rete tratturi


 UCP_area_rispetto_siti storico culturali


 UCP_area_rispetto_zone interesse archeologico

 UCP_aree_a_rischio_archeologico

 UCP_citta consolidata

 UCP_paesaggi rurali

 UCP_stratificazione insediativa rete tratturi

 UCP_stratificazione insediativa siti storico culturali

6_2_2_AREE_PROTETTE_SITI_NATURALISTICI

 BP_Parchi e Riserve

 UCP_rilevanza naturalistica

 UCP_rispetto parchi_100m

6_2_1_BOTANICO_VEGETAZIONALI

 BP_Boschi

 BP_Zone Umide Ramsar

 UCP_Aree_Umide

 UCP_Formazioni arbustive


 UCP_Pascoli_naturali

 UCP_rispetto boschi

6_1_2_IDROLOGICHE

 BP_Territoti costieri 300m

 BP_Territori contermini ai laghi 300m

 BP_Fiumi, torrenti, corsi d'acqua iscritti negli elenchi delle acque pubbliche 150m

 UCP_Sorgenti_25m

 UCP_Vincolo idrogeologico

 UCP_connessioneRER_100m

6_1_1_GEOMORFOLOGICHE

 UCP_Cordoni Dunari

 UCP_Doline

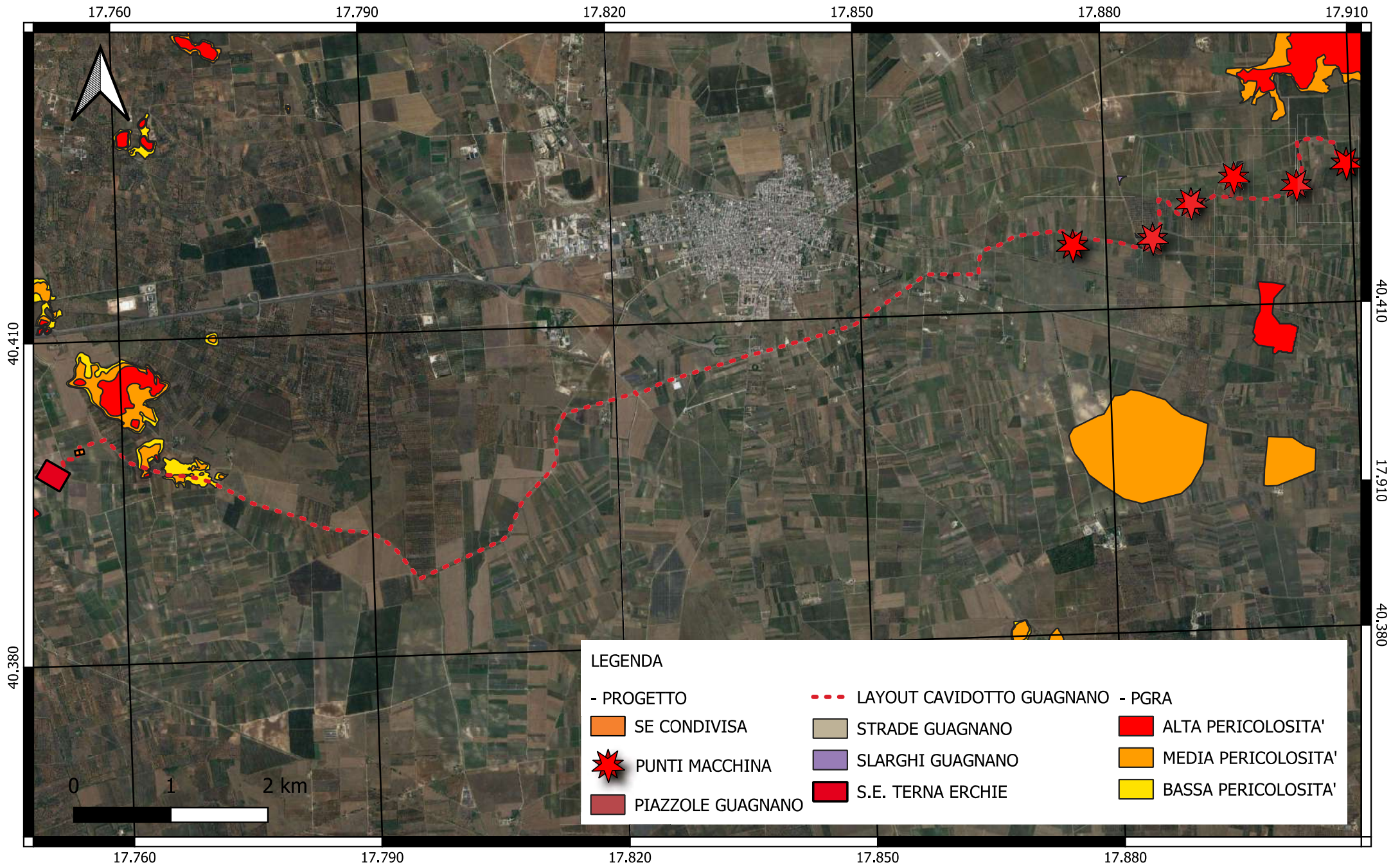
 UCP_Grotte_100m

 UCP_Inghiottitoi_50m

 UCP_Lame_gravine

 UCP_geositi_100m

 UCP_versanti_pendenza20%



LEGENDA

- PROGETTO	---	LAYOUT CAVIDOTTO GUAGNANO - PGRA
SE CONDIVISA	■	STRADE GUAGNANO
★	★	PUNTI MACCHINA
■	■	PIAZZOLE GUAGNANO
■	■	S.E. TERNA ERCHIE
■	■	ALTA PERICOLOSITA'
■	■	MEDIA PERICOLOSITA'
■	■	BASSA PERICOLOSITA'
■	■	SLARGHI GUAGNANO

Fig. 9 - Inquadramento generale dell'impianto su cartografia PGRA - Ofanto della Regione Puglia su base ortofoto scala 1:50000

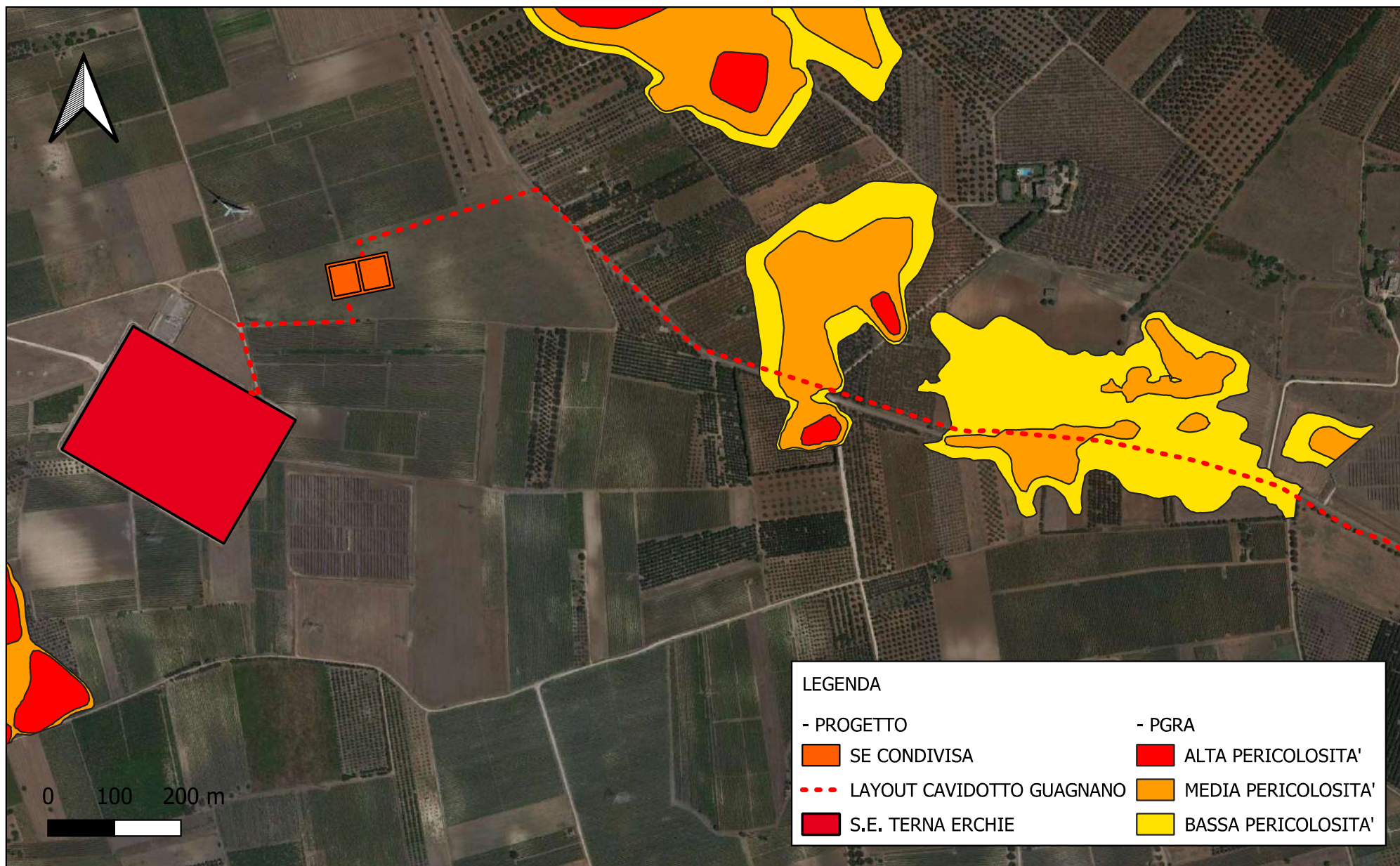


Fig. 9.1 - Inquadramento di dettaglio della porzione di cavidotto che ricade nelle perimetrazioni PGRA della Regione Puglia su base ortofoto scala 1:8000

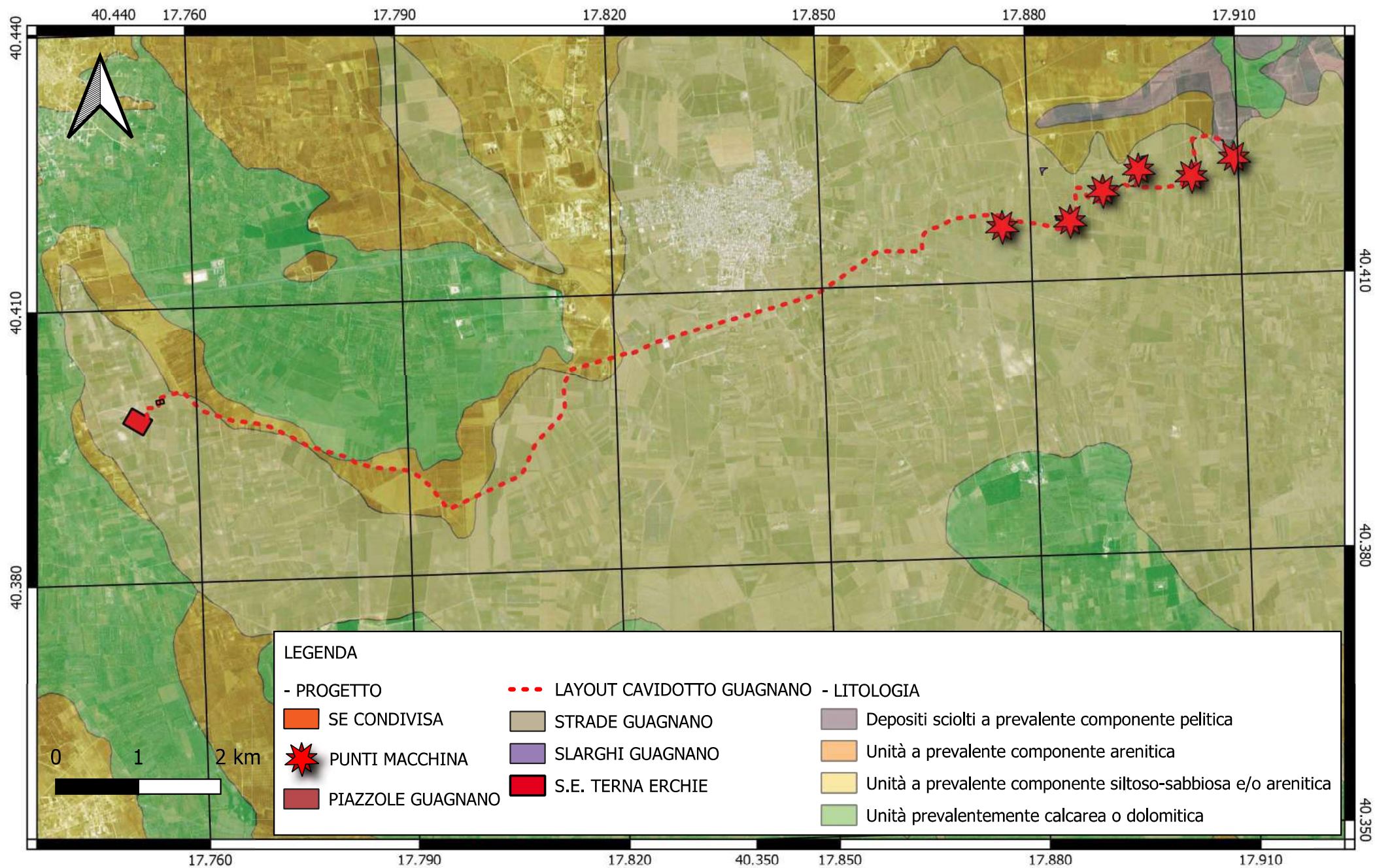


Fig. 10 - Dettaglio dell'ubicazione dell'impianto su stralcio di carta litologica della Regione Puglia scala 1:60000

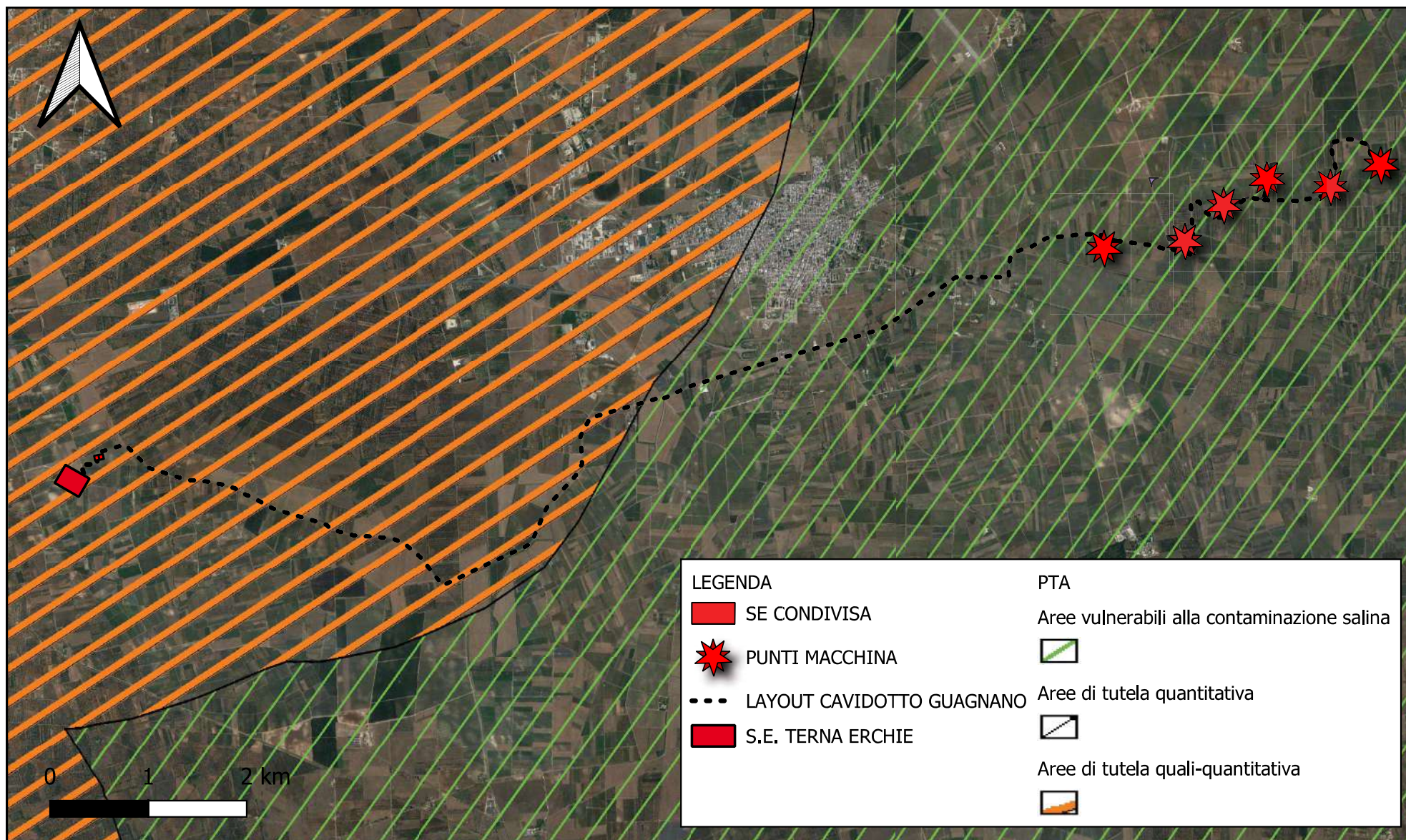


Fig.11 - Inquadramento generale dell'impianto su cartografia del Piano regionale di Tutela delle Acque (PTA) aggiornata al 2021 in scala 1:55000

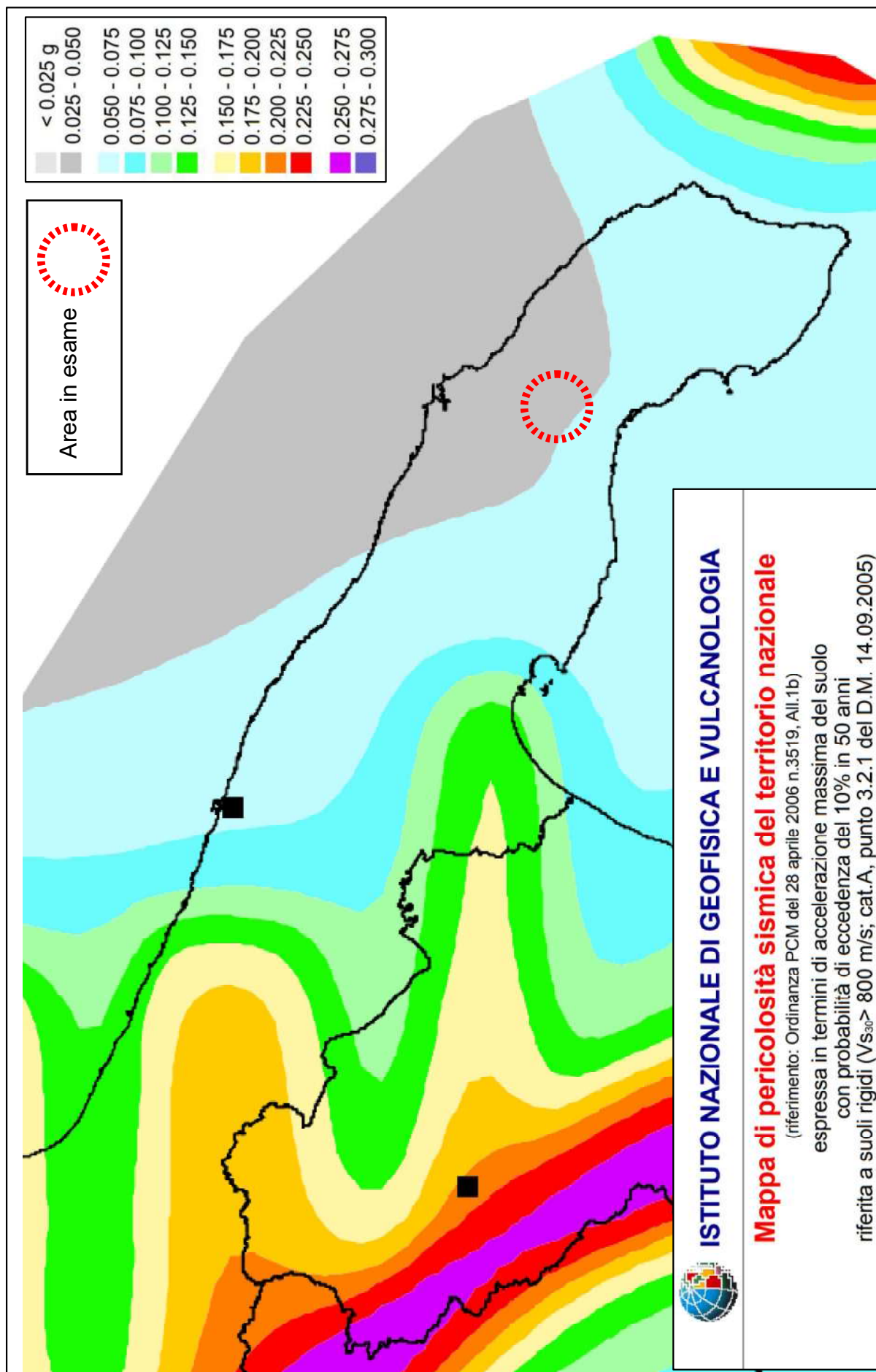


Fig. 12 - Ubicazione dell'area di intervento su stralcio della carta della classificazione sismica elaborata ai sensi dell' O.P.C.M. n. 3519/2006

Allegato 1:
REPORT INDAGINI GEOFISICHE



GEOMONITEK SRL

INDAGINI GEOFISICHE E IDROGEOLOGICHE
MONITORAGGIO STRUTTURALE E GEOMECCANICO

COMUNE DI GUAGNANO

PROVINCIA DI LECCE

Elaborato

REPORT INDAGINI GEOFISICHE

REDATTO

VERIFICATO

REVISIONE

GEOL. DE GIORGIO

GEOL. GIGANTE

A

COMMITTENTE:

Geol. Sassone Raffaele

Via dei Mori, 22

Gioia del Colle (BA)

EMISSIONE

CODICE ELABORATO

CODICE ARCHIVIAZIONE FILE

08.10.2021

GMT_RGF009_081021

GMT_RGF009_081021.pdf

GEOMONITEK SRL

Sede legale: Corso Trieste e Trento, 112 - 70011 Alberobello (BA) - Italia – P.IVA 07316560726

Tel. 0804322730 - e-mail: info@geomonitek.com - www.geomonitek.com

Indice

1. PREMESSA	2
2. CARATTERIZZAZIONE GEOFISICA DEL SOTTOSUOLO: METODOLOGIA DI ANALISI E STRUMENTAZIONE UTILIZZATA	3
2.1 IL METODO DELLA SISMICA A RIFRAZIONE	3
2.2 METODO M.A.S.W.	3
2.3 STRUMENTAZIONE UTILIZZATA	4
3. ATTIVITÀ DI CAMPO	5
4. ANALISI DI SISMICA A RIFRAZIONE	6
4.1 STENDIMENTO SISMICO AA': INTERPRETAZIONE DEI DATI.....	6
4.2 STENDIMENTO SISMICO BB': INTERPRETAZIONE DEI DATI.....	9
4.3 STENDIMENTO SISMICO CC': INTERPRETAZIONE DEI DATI.....	11
4.4 STENDIMENTO SISMICO DD': INTERPRETAZIONE DEI DATI.....	14
4.5 STENDIMENTO SISMICO EE': INTERPRETAZIONE DEI DATI	17
4.6 STENDIMENTO SISMICO FF': INTERPRETAZIONE DEI DATI	20
4.7 STENDIMENTO SISMICO GG': INTERPRETAZIONE DEI DATI	23
5. ANALISI MASW	25
5.1 STENDIMENTO SISMICO AA': INTERPRETAZIONE DEI DATI.....	25
5.2 STENDIMENTO SISMICO BB': INTERPRETAZIONE DEI DATI.....	28
5.3 STENDIMENTO SISMICO CC': INTERPRETAZIONE DEI DATI.....	31
5.4 STENDIMENTO SISMICO DD': INTERPRETAZIONE DEI DATI	34
5.5 STENDIMENTO SISMICO EE': INTERPRETAZIONE DEI DATI	37
5.6 STENDIMENTO SISMICO FF': INTERPRETAZIONE DEI DATI	40
5.7 STENDIMENTO SISMICO GG': INTERPRETAZIONE DEI DATI	43
6. CLASSIFICAZIONE DEL SOTTOSUOLO DI FONDAZIONE	46
6.1 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO DI FONDAZIONE: PROFILO AA'.....	46
6.2 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO DI FONDAZIONE: PROFILO BB'.....	47
6.3 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO DI FONDAZIONE: PROFILO CC'.....	47
6.4 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO DI FONDAZIONE: PROFILO DD'.....	48
6.5 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO DI FONDAZIONE: PROFILO EE'.....	48
6.6 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO DI FONDAZIONE: PROFILO FF'.....	49
6.7 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO DI FONDAZIONE: PROFILO GG'.....	49
7. CARATTERIZZAZIONE ELASTICO-MECCANICA DEI TERRENI DI FONDAZIONE	50
7.1 STENDIMENTO SISMICO AA'.....	50
7.2 STENDIMENTO SISMICO BB'.....	50
7.3 STENDIMENTO SISMICO CC'.....	51
7.4 STENDIMENTO SISMICO DD'.....	51
7.5 STENDIMENTO SISMICO EE'.....	51
7.6 STENDIMENTO SISMICO FF'.....	52
7.7 STENDIMENTO SISMICO GG'.....	53
8. DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA	53

1. PREMESSA

Il presente report riferisce sulle risultanze di indagini geognostiche di tipo indiretto condotte nel territorio comunale di Guagnano, Provincia di Lecce finalizzate alla caratterizzazione geofisica del sottosuolo.

L'incarico è stato affidato a questa Società dal Geologo Raffaele Sassone.

L'indagine in loco è consistita nelle seguenti acquisizioni:

- realizzazione di n.7 rilievi sismici a rifrazione in onda P (sigle: AA'-BB'-CC'-DD'-EE'-FF'-GG'), ubicati come da corografia (Fig.1) e planimetrie inserite in relazione, con interpretazione tomografica dei dati di velocità delle onde P;
- esecuzione di n.7 prospezioni sismiche con metodo M.A.S.W. (Multi-channelAnalysis of SurfaceWaves) sulle stesse tracce dei rilievi sismici a rifrazione, al fine di ottenere il profilo verticale delle onde S (V_s) nella posizione baricentrica dell'allineamento.

Le tipologie di rilievo condotte sul terreno e le ubicazioni corrispondenti sono state indicate dalla DD.LL., in maniera tale da investigare le aree di interesse compatibilmente con gli spazi fisici a disposizione.

Si sottolinea che l'indagine sismica consente di valutare le risposte fisico-elastiche dell'ammasso roccioso indagato e l'individuazione di superfici di discontinuità fisiche laterali e/o verticali in termini di passaggi di velocità nelle onde elastiche lungo i profili nel sottosuolo.

2. CARATTERIZZAZIONE GEOFISICA DEL SOTTOSUOLO: METODOLOGIA DI ANALISI E STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

Per la ricostruzione del modello geofisico del sito, come detto in premessa, è stata eseguita un'indagine di sismica superficiale caratterizzata dalla combinazione tra la tecnica di sismica a rifrazione con onde di volume longitudinali (o onde P) e il metodo di analisi spettrale delle onde di superficie (Rayleigh) con tecnica MASW che permette di determinare l'andamento della velocità delle onde sismiche di taglio (o onde S) in funzione della profondità attraverso lo studio della propagazione delle onde superficiali.

2.1 Il metodo della sismica a rifrazione

La prospezione sismica è un'indagine indiretta, che si occupa dell'esplorazione del sottosuolo attraverso lo studio della propagazione di onde elastiche generate in superficie. Tali perturbazioni sono generalmente provocate da vibrazioni impresse al terreno con mezzi meccanici o da esplosioni. Le discontinuità ricercate mediante la prospezione sono di natura fisico-elastica e pertanto la ricostruzione della geometria e natura del sottosuolo possono essere legate sia a reali variazioni litologiche sia a variazioni rinvenibili nell'ambito di uno stesso litotipo. Il metodo della sismica a rifrazione si basa sul concetto di bi-rifrazione delle onde elastiche a seguito di un fronte d'onda conico. Data quindi una sorgente di onde elastiche (massa battente, martello a percussione, piccola esplosione) e dato uno stendimento di trasduttori velocimetrici (geofoni) posizionati lungo un determinato allineamento, giungeranno ai geofoni onde dirette, onde riflesse ed onde birifratte (head wave). Le onde birifratte sono quelle analizzate attraverso il metodo della sismica a rifrazione. Tali perturbazioni giungono sulla superficie di separazione tra due mezzi elastici (2 litologie differenti) con un angolo di incidenza critico (legge di Snell), si propagano parallelamente alla superficie di discontinuità (prima rifrazione con angolo di 90°), e si rifrangono nuovamente verso la superficie con lo stesso angolo di incidenza.

Successivamente alla registrazione dei dati, la prima operazione svolta è consistita nell'individuazione dei primi arrivi sui singoli sismogrammi (picking). Dall'acquisizione dei tempi di primo arrivo, conoscendo le distanze relative alla configurazione geometrica adottata (interspazio geofonico), è stato ottenuto un diagramma tempi-distanze (dromocrona), attraverso il quale, applicando diverse metodologie, è stato possibile determinare le velocità di propagazione delle onde nel mezzo sottostante e i relativi spessori dei sismostrati attraversati dalla radiazione elastica. Per le analisi interpretative, è stato utilizzato il software Rayfract (versione 3.21) che ha permesso di ottenere l'andamento delle velocità delle onde P con la profondità.

2.2 Metodo M.A.S.W.

Il metodo M.A.S.W. (Multichannel Analysis of SurfaceWaves) è una tecnica di indagine non invasiva, utile a definire l'azione sismica di progetto, che individua il profilo delle velocità delle onde di taglio verticali V_s nei primi trenta metri di profondità a partire dal piano campagna, sulla base della misura delle onde superficiali in corrispondenza di diversi sensori (geofoni) posti sulla superficie del suolo. Il contributo più importante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, le uniche onde utilizzate nell'indagine MASW, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. L'impiego di tali onde è giustificato dalle proprietà che possiedono, infatti, trasportano circa i due terzi dell'energia generata dalla sorgente (scoppio) e allontanandosi da essa

(scoppio) subiscono un'attenuazione geometrica inferiore rispetto a quella che eventualmente avrebbero le onde P ed SV, propagandosi, conseguentemente, a profondità più grandi.

Il metodo M.A.S.W. può essere suddiviso in quattro fasi fondamentali (Roma, 2002):

- calcolo della curva di dispersione sperimentale;
- calcolo della curva di dispersione apparente numerica;
- calcolo della curva di dispersione effettiva numerica;
- individuazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali Vs.

Il calcolo della curva di dispersione sperimentale, si ottiene dalle misure effettuate in situ. Essa si estrae dallo spettro del dominio frequenza – numero d'onda applicando una doppia trasformata di Fourier al campo del moto nel dominio spazio-tempo.

Il calcolo delle curve di dispersione numeriche, apparente ed effettiva invece, si ricava applicando un'unica trasformata di Fourier alla funzione di Green. Per il calcolo della prima è stato utilizzato il metodo Roma (2001), mentre per il calcolo della seconda (curva di dispersione effettiva numerica) è stato utilizzato il metodo Lai-Rix (1998).

L'individuazione del profilo Vs, infine, è stato desunto individuando la differenza (errore massimo) tra la curva di dispersione sperimentale e la curva di dispersione numerica corrispondente al modello di suolo assegnato. Minore appare tale imprecisione, maggiore risulta la probabilità che il profilo delle onde di taglio individuato sia quello giusto.

Per quanto riguarda, infine, la strumentazione necessaria all'esecuzione di tale indagine MASW, ci si è avvalsi delle seguenti componenti tecniche: registratore multicanale; geofoni o accelerometri da 4.5 Hz (almeno 12 canali); cavi per stendimenti sismici; sorgente energizzante composta da piastra metallica (per battuta) ed una massa battente di 5 - 10 Kg; bindella metrica per la disposizione geometricamente corretta dei geofoni con interasse compreso tra 0.5 e 5 metri.

2.3 Strumentazione utilizzata

La strumentazione utilizzata per la registrazione dei segnali è del tipo a 24 canali, modello DBS280B (anno 2016) della DOLANG interfacciato con un computer portatile.

L'attrezzatura è composta da:

- **un sistema di energizzazione:** la sorgente è costituita da una mazza del peso di 10 Kg battente verticalmente su piastra rettangolare in acciaio posta direttamente sul p.c. per la generazione prevalentemente di onde P e secondariamente di onde SV;
- **un sistema di trigger:** consiste in un circuito elettrico che viene chiuso nell'istante in cui il grave colpisce la base di battuta; in questo modo è possibile individuare e visualizzare l'esatto istante in cui la sorgente viene attivata e fissare l'inizio della registrazione.
- **un sistema di ricezione:** costituito da 24 geofoni verticali del tipo elettromagnetico a bobina mobile a massa sospesa, con frequenza di acquisizione 4,5 Hz.
- **un sistema di acquisizione dati:** con memoria dinamica a 16 bit composto da 12 dataloggers a 2 canali per un totale di 24 canali, 2 cavi sismici a 12 take-outs ciascuno spaziato a 5 metri, notebook PC Windows XP con software DBS280 V3 Versione 5.1 della DOLANG

3. ATTIVITÀ DI CAMPO

L'indagine in loco è consistita come detto nella realizzazione di n.7 rilievi sismici a rifrazione in onda P (sigle: AA'-BB'-CC'-DD'-EE'-FF'-GG') e nell'esecuzione di n.7 prospezioni sismiche con metodo M.A.S.W. (Multi-channel Analysis of SurfaceWaves) sulle stesse tracce delle sezioni tomografiche, al fine di ottenere il profilo verticale delle onde S (Vs) nella posizione baricentrica dell'allineamento.

Gli stendimenti sismici hanno tutti lunghezza di 24 metri e sono ubicati come riportato nella seguente figura (Fig.1).



Fig. 1 – Corografia degli stendimenti geofisici realizzati

4. ANALISI DI SISMICA A RIFRAZIONE

4.1 Stendimento sismico AA': interpretazione dei dati

Il profilo di sismica a rifrazione AA' ha una lunghezza di 24 metri lineari con interspazio geofonico di 1.0 m, direttrice orientata NE/SW e i due punti estremi hanno le seguenti coordinate (WGS84):

A – 17.754951 E – 40.299978 N; A' –17.754712 E – 40.399930 N.

Lo stendimento AA' è stato ubicato come riportato nella seguente figura (Fig.2).

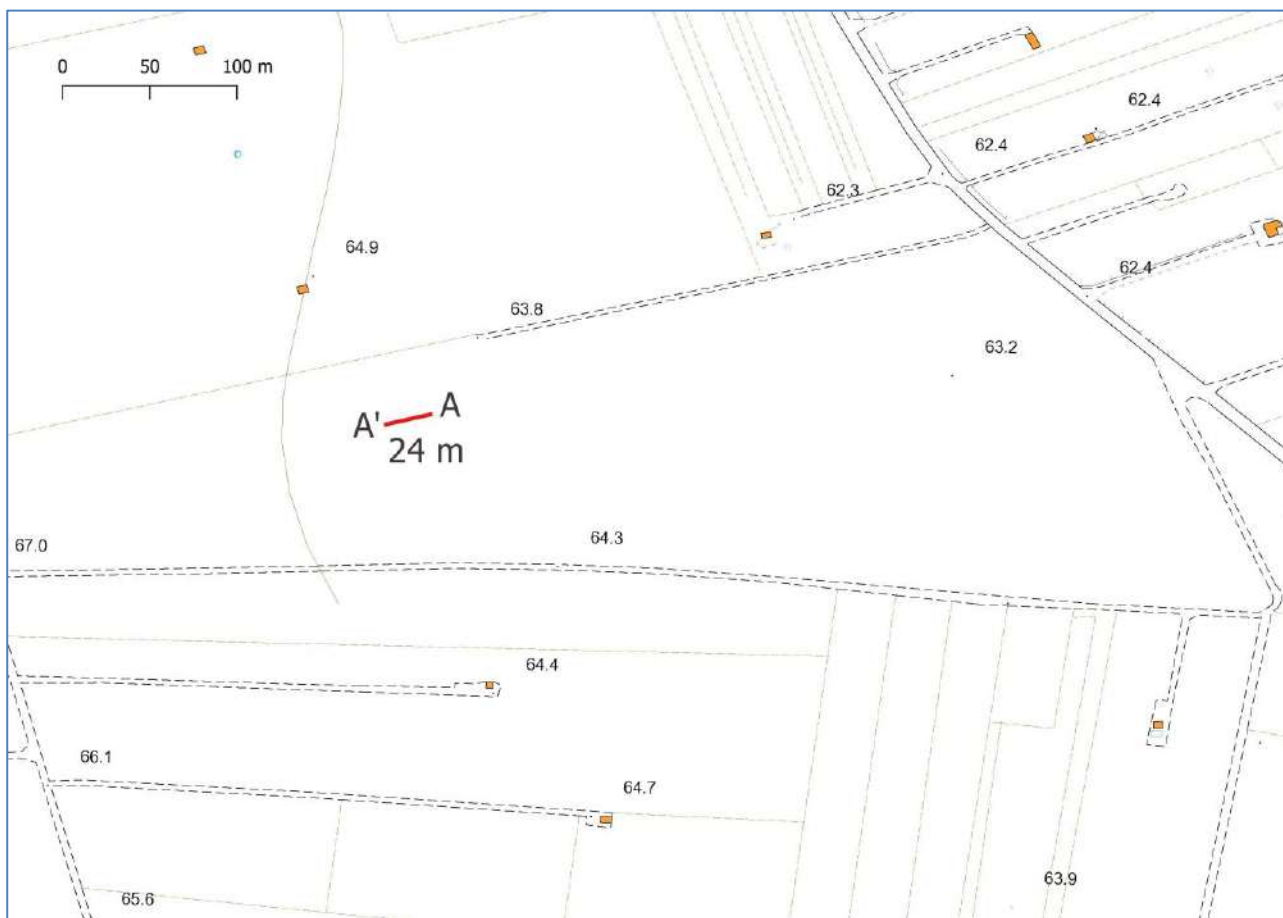


Fig. 2 – Ubicazione dello stendimento sismico AA' su CTR della Regione Puglia

La configurazione adottata è a 7 shots così distribuiti: 2 end – shots, posti a 0.5 metro dai geofoni esterni (S1 e S7); 4 intermedi, posti rispettivamente tra il 4° e 5° (S2), tra 8° e 9° (S3), tra 16° e 17° (S5), tra 20° e 21° (S6); 1 centrale tra il 12° e il 13° geofono (S4) (Fig.3).



Fig.3 - Configurazione geometrica dello stendimento sismico a rifrazione AA'

L'analisi interpretativa ha permesso di ricostruire l'andamento delle velocità delle onde P con la profondità, così come mostrato nella Figura 4 (sezione sismostratigrafica ed interpretazione).

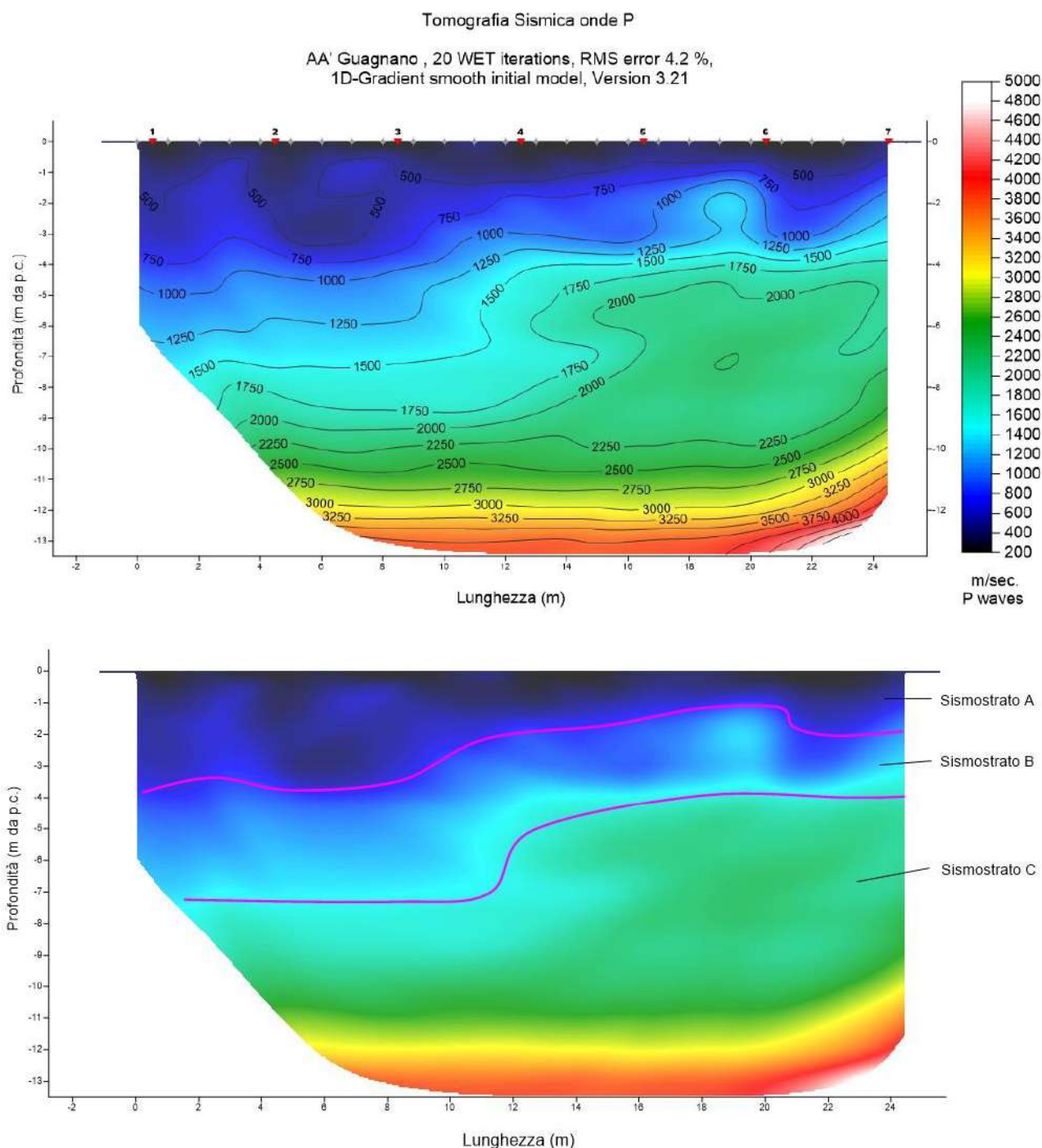


Fig. 4 – Sezione tomografica del profilo AA' (a). Interpretazione sezione tomografica (b)

Dal risultato dell'analisi sismica eseguita è possibile rilevare la presenza di **3 sismostrati** con differenti valori di velocità delle onde sismiche longitudinali P.

Nel primo sismostrato, che dal piano campagna si spinge sino a circa 2/4 m di profondità, si sono riscontrati valori di velocità di propagazione delle onde longitudinali P comprese tra 250 m/s e 750 m/s. Nel secondo sismostrato invece, sono stati registrati valori della velocità delle onde P compresi tra 750 e 1500 m/s. Il terzo sismostrato infine, è caratterizzato da un incremento omogeneo delle velocità delle onde P con la profondità, che raggiungono valori di circa 4000 m/s alle profondità indagate, ossia circa 13 metri di profondità dal piano campagna.

Assimilando le velocità sismiche riscontrate, alla geologia dell'area, è possibile assimilare i sedimenti del sismostrato A a depositi di sabbie calcaree poco cementate e sabbie argillose. Il loro spessore risulta compreso entro 2/4 dal p.c., con lo spessore maggiore riscontrato nella zona iniziale della sezione e che tende progressivamente ad assottigliarsi nella parte finale.

I sedimenti dei sismostrati B e C invece, sono riferibili all'unità calcarea mesozoica, che nel sismostrato B risultano avere un grado di fratturazione e carsificazione medio elevato, che tende a diminuire notevolmente nel sismostrato C, dove i valori di velocità delle onde P migliorano costantemente con l'aumento della profondità.

4.2 Stendimento sismico BB': interpretazione dei dati

Il profilo di sismica a rifrazione BB' ha una lunghezza di 24 metri lineari con interspazio geofonico di 1.0 m, direttrice orientata E/We i due punti estremi hanno le seguenti coordinate (WGS84):

B – 17.876885 E – 40.415685 N; B' 17.876660 E – 40.415716 N.

Lo stendimento BB' è stato ubicato come riportato nella seguente figura (Fig.5).



Fig. 5 – Ubicazione dello stendimento sismico BB' su CTR della Regione Puglia

La configurazione adottata è a 7 shots così distribuiti: 2 end – shots, posti a 0.5 metro dai geofoni esterni (S1 e S7); 4 intermedi, posti rispettivamente tra il 4° e 5° (S2), tra 8° e 9° (S3), tra 16° e 17° (S5), tra 20° e 21° (S6); 1 centrale tra il 12° e il 13° geofono (S4) (Fig.6).

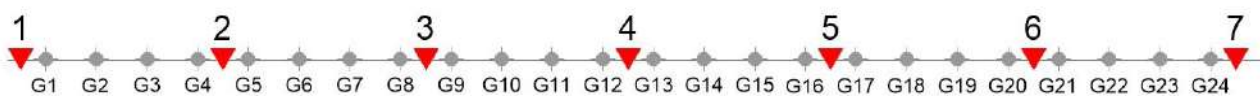


Fig.6 - Configurazione geometrica dello stendimento sismico a rifrazione BB'

L'analisi interpretativa ha permesso di ricostruire l'andamento delle velocità delle onde P con la profondità, così come mostrato nella Figura 7 (sezione sismostratigrafica ed interpretazione).

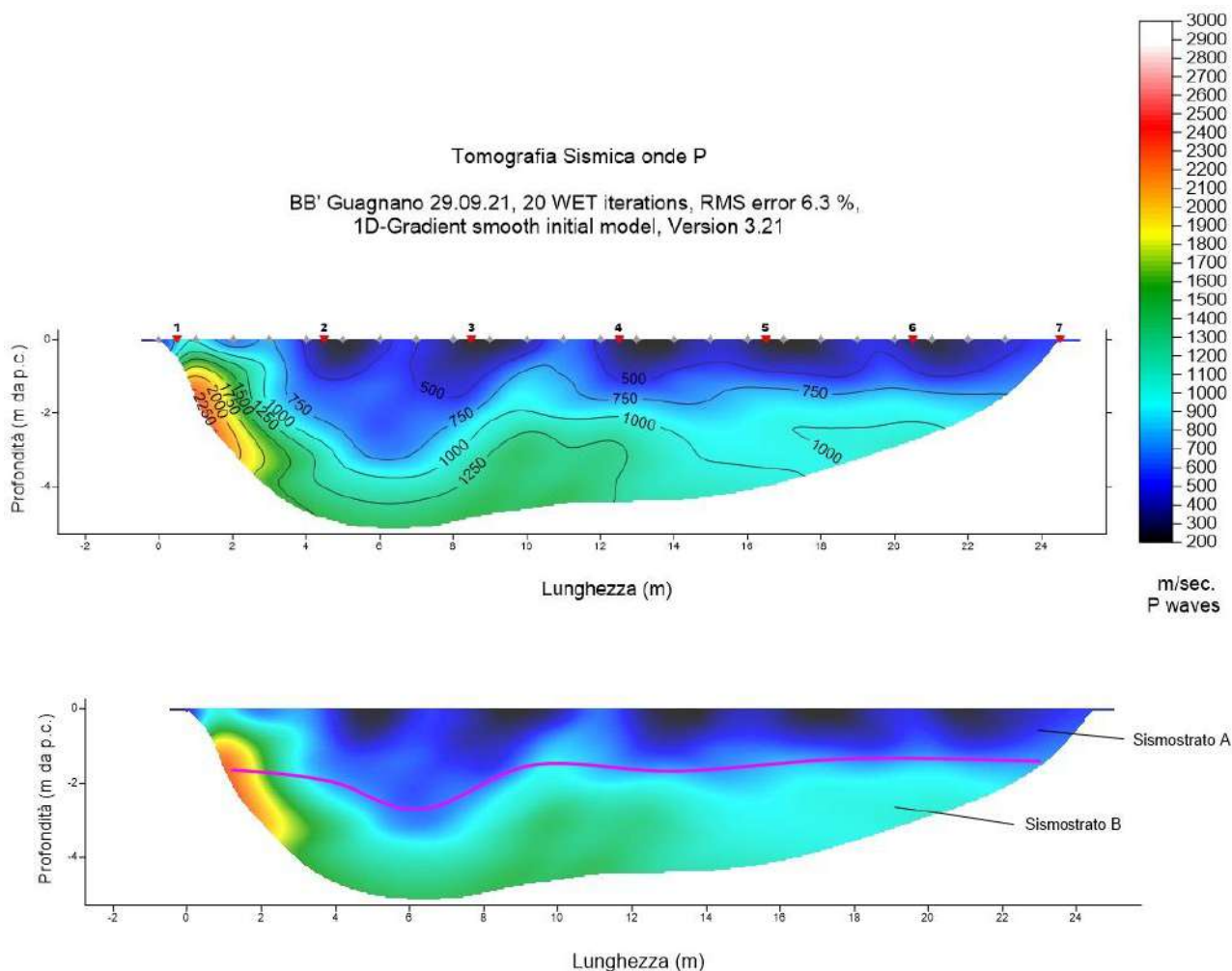


Fig. 7 – Sezione tomografica del profilo BB' (a). Interpretazione sezione tomografica (b)

Dal risultato dell'analisi sismica eseguita è possibile rilevare la presenza di **2 sismostrati** con differenti valori di velocità delle onde sismiche longitudinali P.

Nel primo sismostrato, che dal piano campagna si spinge sino a circa 2-2,5 m di profondità, si sono riscontrati valori di velocità di propagazione delle onde longitudinali P comprese tra 250 m/s e 750 m/s. Nel secondo sismostrato invece, sono stati registrati valori della velocità delle onde P compresi tra 750 e 2500 m/s.

Assimilando le velocità sismiche riscontrate, alla geologia dell'area, è possibile assimilare i sedimenti del sismostrato A a depositi sabbiosi che mostrano un grado di coesione basso.

I sedimenti del Sismostrato B invece, sono riferibili a depositi argillosi alterati e con grado di consolidamento che tende ad aumentare con l'aumento della profondità ma che risulta essere non molto elevato.

4.3 Stendimento sismico CC': interpretazione dei dati

Il profilo di sismica a rifrazione CC' ha una lunghezza di 24 metri lineari con interspazio geofonico di 1.0 m, direttrice orientata E/W e i due punti estremi hanno le seguenti coordinate (WGS84):

C – 17.886103 E – 40.416453 N; C' – 17.885854 E – 40.416441 N.

Lo stendimento CC' è stato ubicato come riportato nella seguente figura (Fig.8).

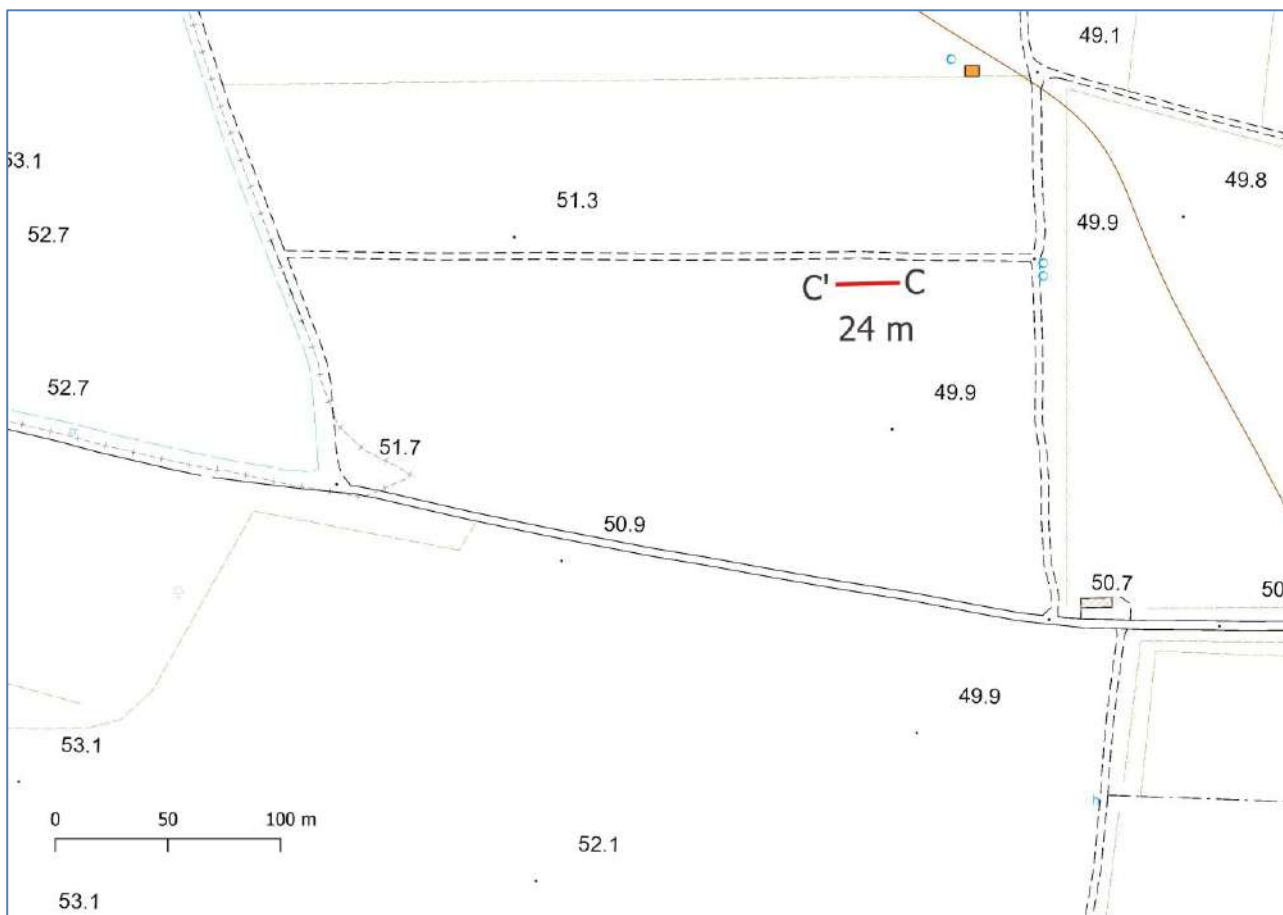


Fig. 8 – Ubicazione dello stendimento sismico CC' su CTR della Regione Puglia

La configurazione adottata è a 7 shots così distribuiti: 2 end – shots, posti a 0.5 metro dai geofoni esterni (S1 e S7); 4 intermedi, posti rispettivamente tra il 4° e 5° (S2), tra 8° e 9° (S3), tra 16° e 17° (S5), tra 20° e 21° (S6); 1 centrale tra il 12° e il 13° geofono (S4) (Fig.9).

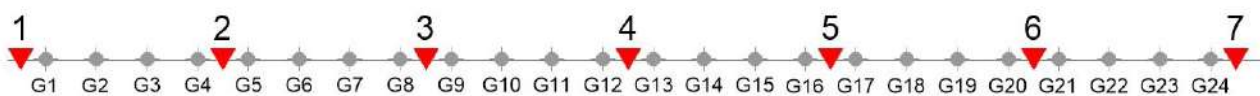


Fig.9 - Configurazione geometrica dello stendimento sismico a rifrazione CC'

L'analisi interpretativa ha permesso di ricostruire l'andamento delle velocità delle onde P con la profondità, così come mostrato nella Figura 10 (sezione sismostratigrafica ed interpretazione).

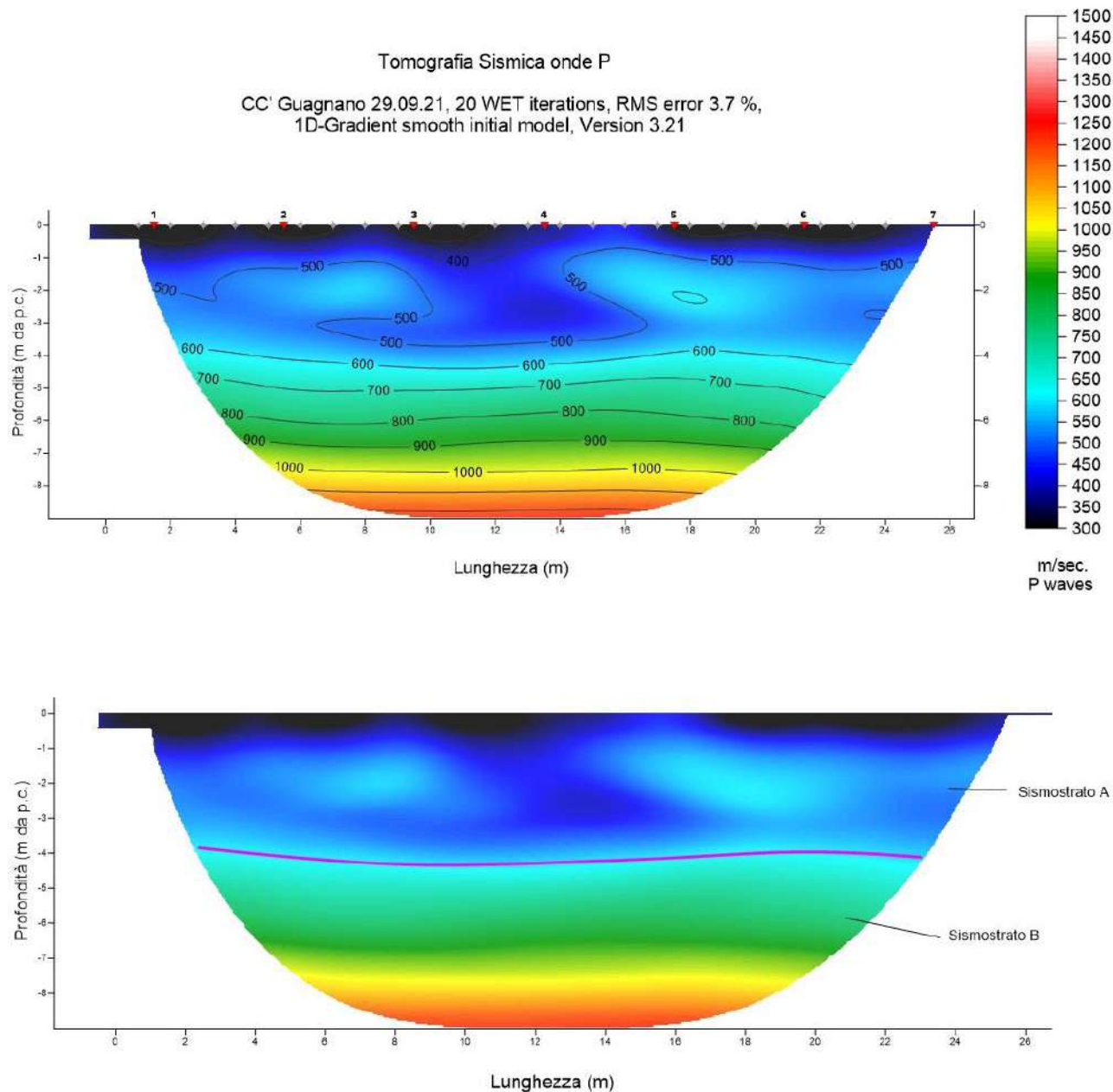


Fig. 10 – Sezione tomografica del profilo CC' (a). Interpretazione sezione tomografica (b)

Dal risultato dell'analisi sismica eseguita è possibile rilevare la presenza di **2 sismostrati** con differenti valori di velocità delle onde sismiche longitudinali P.

Nel primo sismostrato, che dal piano campagna si spinge sino a circa 4 m di profondità, si sono riscontrati valori di velocità di propagazione delle onde longitudinali P comprese tra 200 m/s e 600 m/s. Nel secondo sismostrato invece, sono stati registrati valori della velocità delle onde P compresi tra 600 e 1250 m/s.

Assimilando le velocità sismiche riscontrate, alla geologia dell'area, è possibile assimilare i sedimenti del sismostrato A a depositi sabbiosi che mostrano un grado di coesione basso.

I sedimenti del Sismostrato B invece, sono riferibili a depositi argillosi alterati e con grado di consolidamento che tende ad aumentare con l'aumento della profondità ma che risulta essere non molto elevato.

4.4 Stendimento sismico DD': interpretazione dei dati

Il profilo di sismica a rifrazione DD' ha una lunghezza di 48 metri lineari con interspazio geofonico di 1.0 m, direttrice orientata N/S e i due punti estremi hanno le seguenti coordinate (WGS84):

D – 17.890479 E – 40.419782 N; D' – 17.890511 E – 40.419535 N.

Lo stendimento DD' è stato ubicato come riportato nella seguente figura (Fig.11).

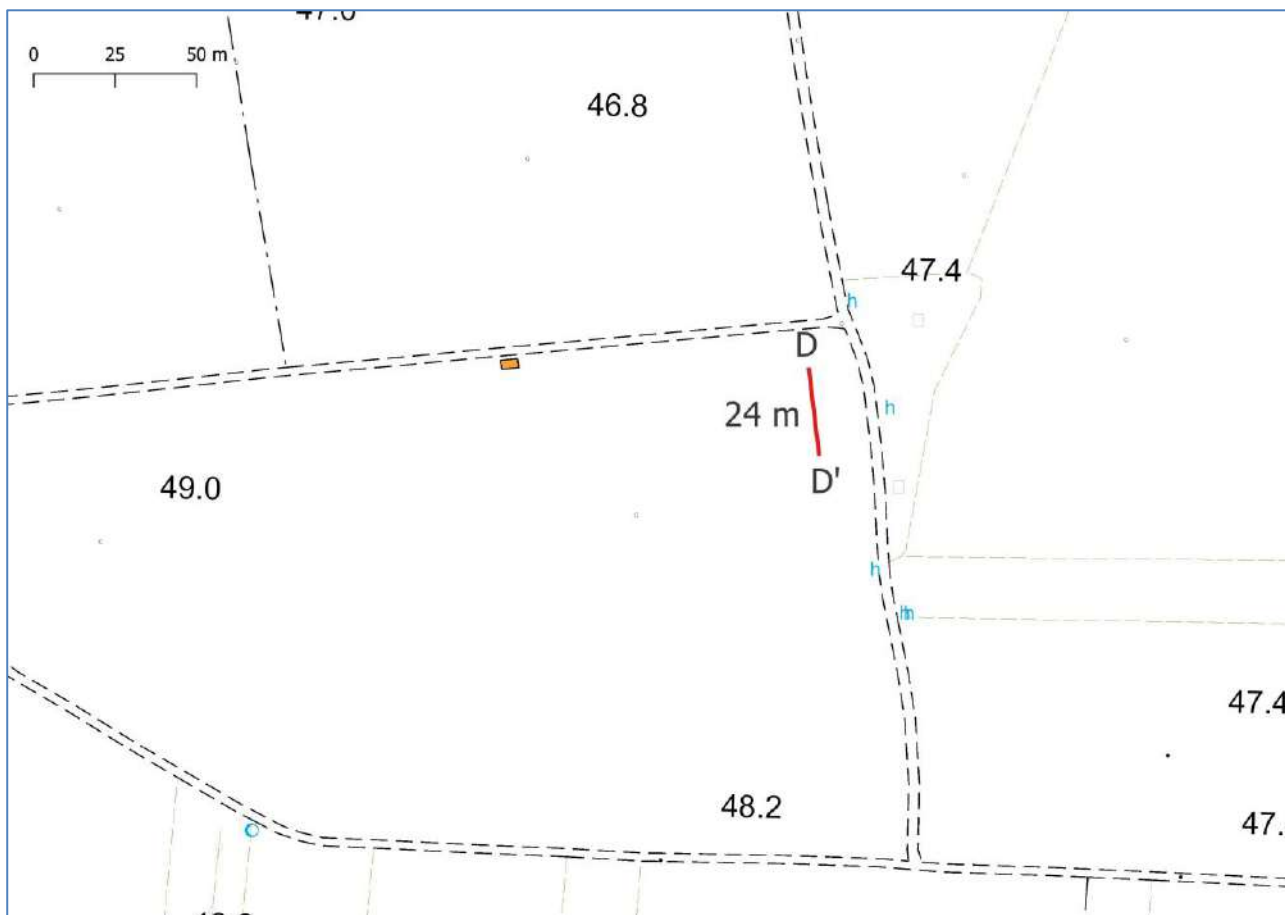


Fig. 11 – Ubicazione dello stendimento sismico DD' su CTR della Regione Puglia

La configurazione adottata è a 7 shots così distribuiti: 2 end – shots, posti a 0.5 metro dai geofoni esterni (S1 e S7); 4 intermedi, posti rispettivamente tra il 4° e 5° (S2), tra 8° e 9° (S3), tra 16° e 17° (S5), tra 20° e 21° (S6); 1 centrale tra il 12° e il 13° geofono (S4) (Fig.12).



Fig.12 - Configurazione geometrica dello stendimento sismico a rifrazione DD'

L'analisi interpretativa ha permesso di ricostruire l'andamento delle velocità delle onde P con la profondità, così come mostrato nella Figura 13 (sezione sismostratigrafica ed interpretazione).

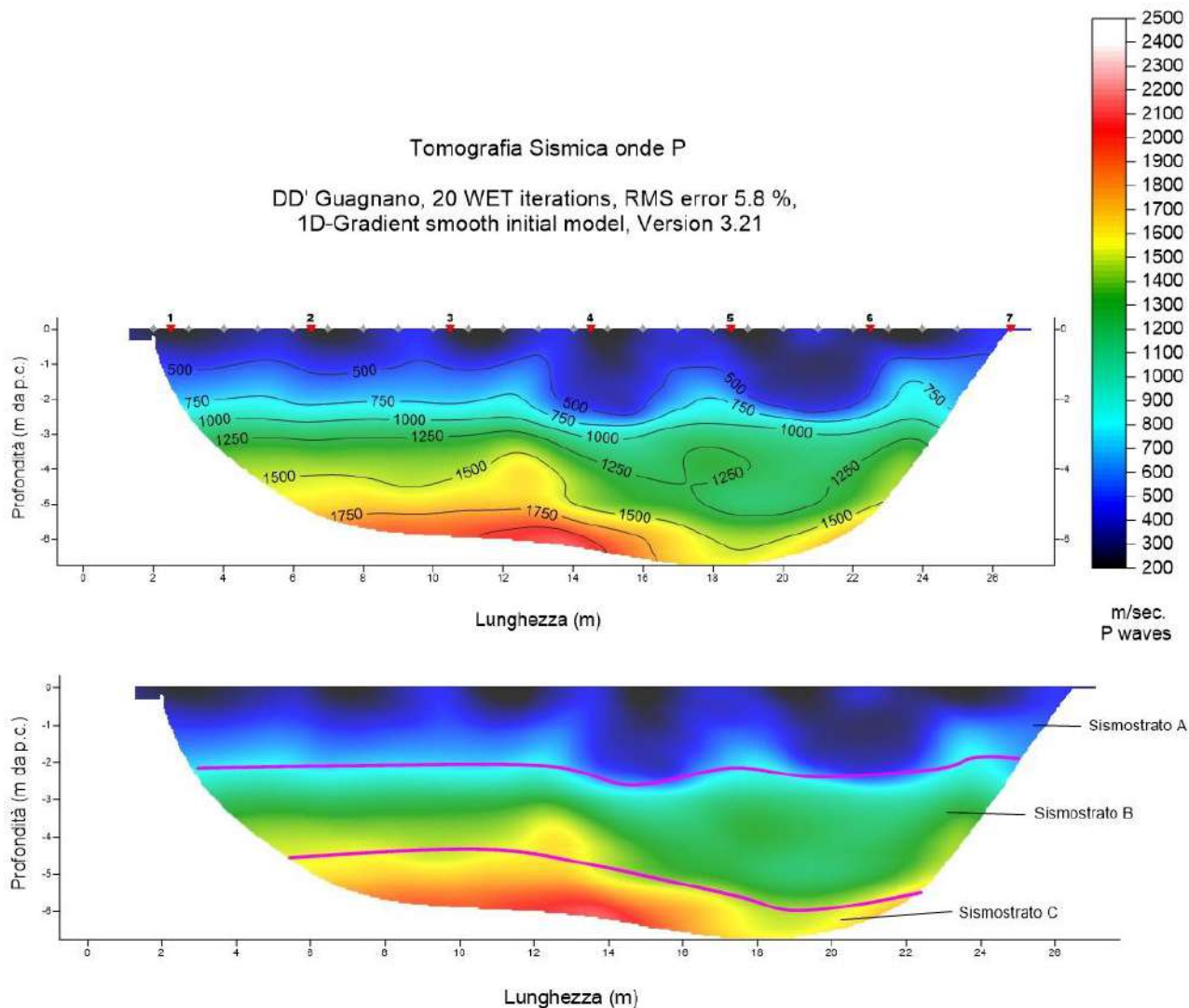


Fig. 13 – Sezione tomografica del profilo DD' (a). Interpretazione sezione tomografica (b)

Dal risultato dell'analisi sismica eseguita è possibile rilevare la presenza di **3 sismostrati** con differenti valori di velocità delle onde sismiche longitudinali P.

Nel primo sismostrato, che dal piano campagna si spinge sino a circa 2 m di profondità, si sono riscontrati valori di velocità di propagazione delle onde longitudinali P comprese tra 250 m/s e 750 m/s. Nel secondo sismostrato invece, sono stati registrati valori della velocità delle onde P compresi tra 750 e 1500 m/s. Il terzo sismostrato infine, è caratterizzato da un incremento omogeneo delle velocità delle onde P con la profondità, che raggiungono valori di circa 2500 m/s alle profondità indagate, ossia circa 7 metri di profondità dal piano campagna.

Assimilando le velocità sismiche riscontrate, alla geologia dell'area, è possibile assimilare i sedimenti del sismostrato A a depositi di sabbie calcaree poco cementate e sabbie argillose. Il loro spessore risulta compreso entro 2 dal p.c., omogeneo lungo tutta la sezione.

I sedimenti dei sismostrati B e C invece, sono riferibili all'unità calcarenitica, che nel sismostrato B risulta avere un grado coesione medio-basso, che tende ad aumentare nel sismostrato C, dove i valori di velocità delle onde P migliorano costantemente con l'aumento della profondità.

4.5 Stendimento sismico EE': interpretazione dei dati

Il profilo di sismica a rifrazione EE' ha una lunghezza di 24 metri lineari con interspazio geofonico di 1.0 m, direttrice orientata NE/SW e i due punti estremi hanno le seguenti coordinate (WGS84):

E – 17.895895 E – 40.421829 N; E' – 17.895959 E – 40.422048 N.

Lo stendimento EE' è stato ubicato come riportato nella seguente figura (Fig.14).

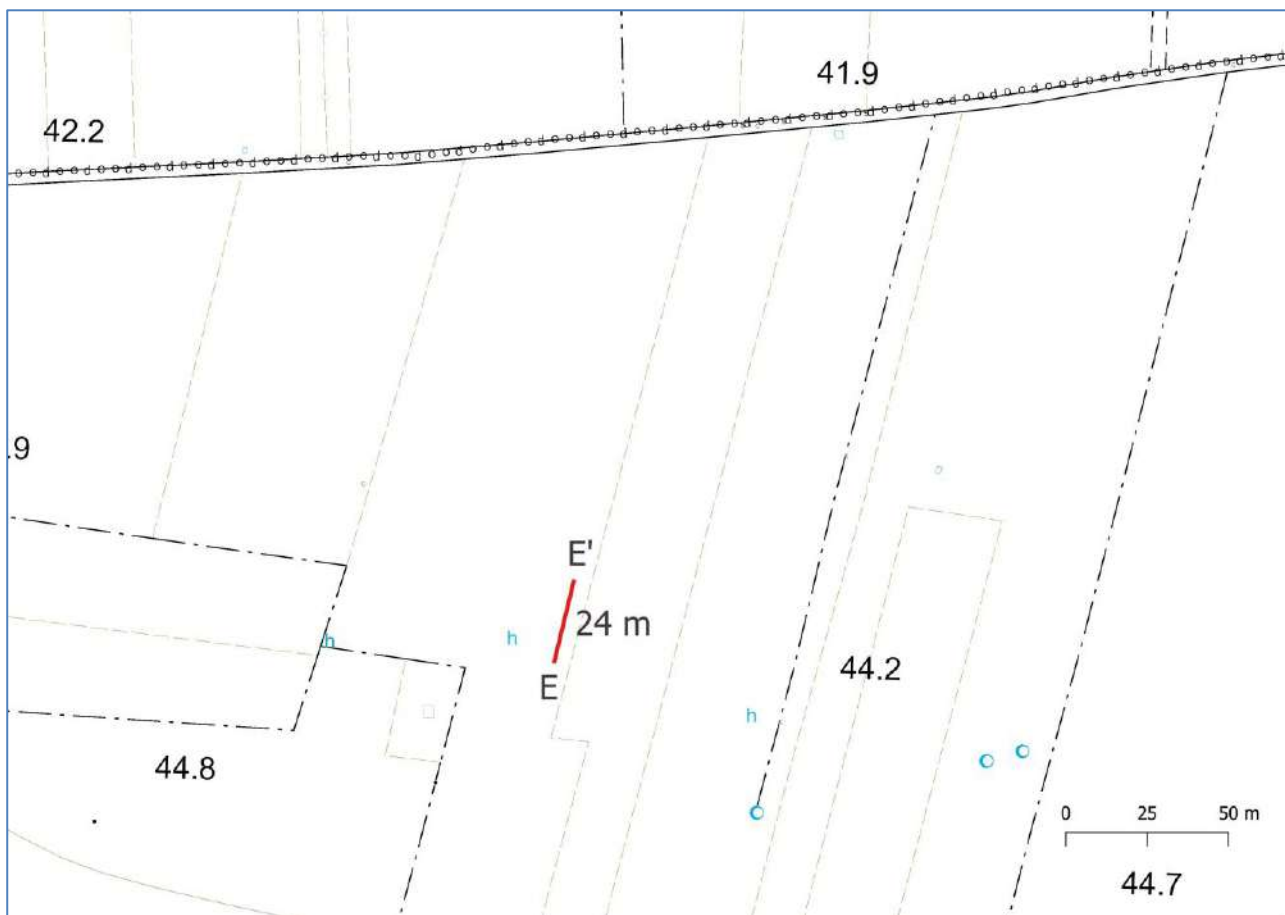


Fig. 14 – Ubicazione dello stendimento sismico EE' su CTR della Regione Puglia

La configurazione adottata è a 7 shots così distribuiti: 2 end – shots, posti a 0.5 metro dai geofoni esterni (S1 e S7); 4 intermedi, posti rispettivamente tra il 4° e 5° (S2), tra 8° e 9° (S3), tra 16° e 17° (S5), tra 20° e 21° (S6); 1 centrale tra il 12° e il 13° geofono (S4) (Fig.15).

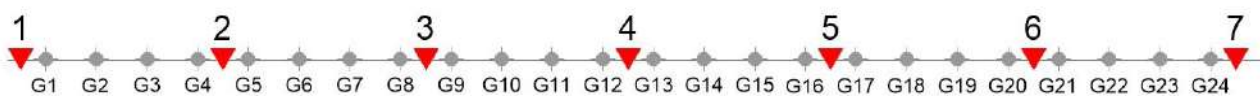


Fig.15 - Configurazione geometrica dello stendimento sismico a rifrazione EE'

L'analisi interpretativa ha permesso di ricostruire l'andamento delle velocità delle onde P con la profondità, così come mostrato nella Figura 16 (sezione sismostratigrafica ed interpretazione).

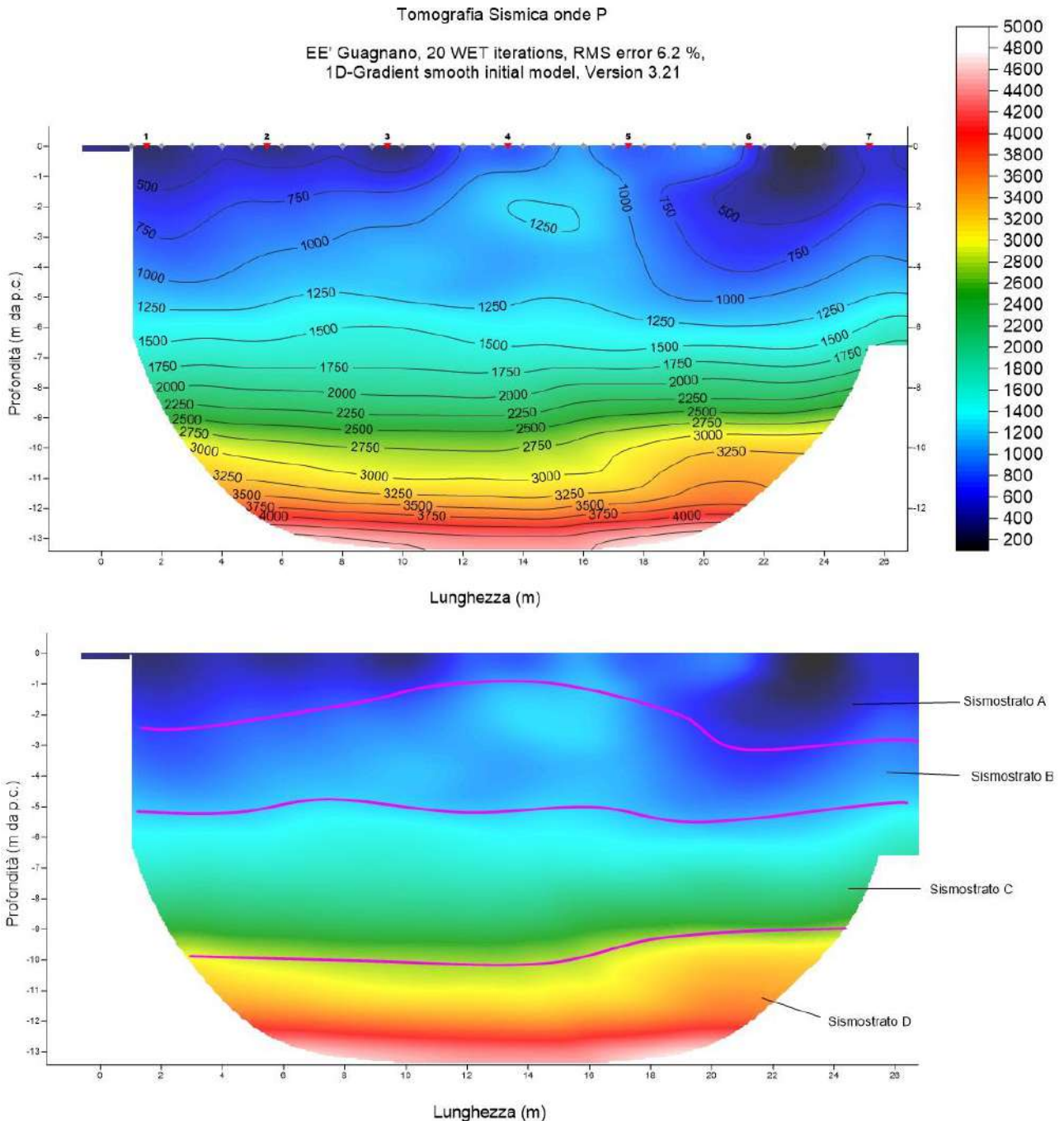


Fig. 16 – Sezione tomografica del profilo EE' (a). Interpretazione sezione tomografica (b)

Dal risultato dell'analisi sismica eseguita è possibile rilevare la presenza di 4 **sismostrati** con differenti valori di velocità delle onde sismiche longitudinali P.

Nel primo sismostrato, che dal piano campagna si spinge sino a circa 2 m di profondità, si sono riscontrati valori di velocità di propagazione delle onde longitudinali P comprese tra 250 m/s e 750 m/s. Nel secondo sismostrato invece, sono stati registrati valori della velocità delle onde P compresi tra 750 e 1250 m/s. Il terzo sismostrato è caratterizzato da valori di velocità delle onde P comprese tra 1250 e 2750 m/s mentre il quarto sismostrato infine, è caratterizzato da un incremento omogeneo delle velocità delle onde P con la profondità, che raggiungono valori di circa 4500 m/s alle profondità indagate, ossia circa 13 metri di profondità dal piano campagna.

Assimilando le velocità sismiche riscontrate, alla geologia dell'area, è possibile assimilare i sedimenti del sismostrato A a depositi di sabbie calcaree poco cementate e sabbie argillose, maggiormente coese e cementate nel sismostrato B. Il loro spessore risulta compreso entro 5 dal p.c., omogeneo lungo tutta la sezione.

I sedimenti dei sismostrati C e D invece, sono riferibili all'unità calcarenitica, che nel sismostrato C risulta avere un grado coesione medio-basso, che tende ad aumentare nel sismostrato D, dove i valori di velocità delle onde P migliorano costantemente con l'aumento della profondità.

4.6 Stendimento sismico FF': interpretazione dei dati

Il profilo di sismica a rifrazione FF' ha una lunghezza di 24 metri lineari con interspazio geofonico di 1.0 m, direttrice orientata NE/SW e i due punti estremi hanno le seguenti coordinate (WGS84):

F 17.904057 E – 40.420997 N; F' – 17.903960 E – 40.420743 N.

Lo stendimento FF' è stato ubicato come riportato nella seguente figura (Fig.17).

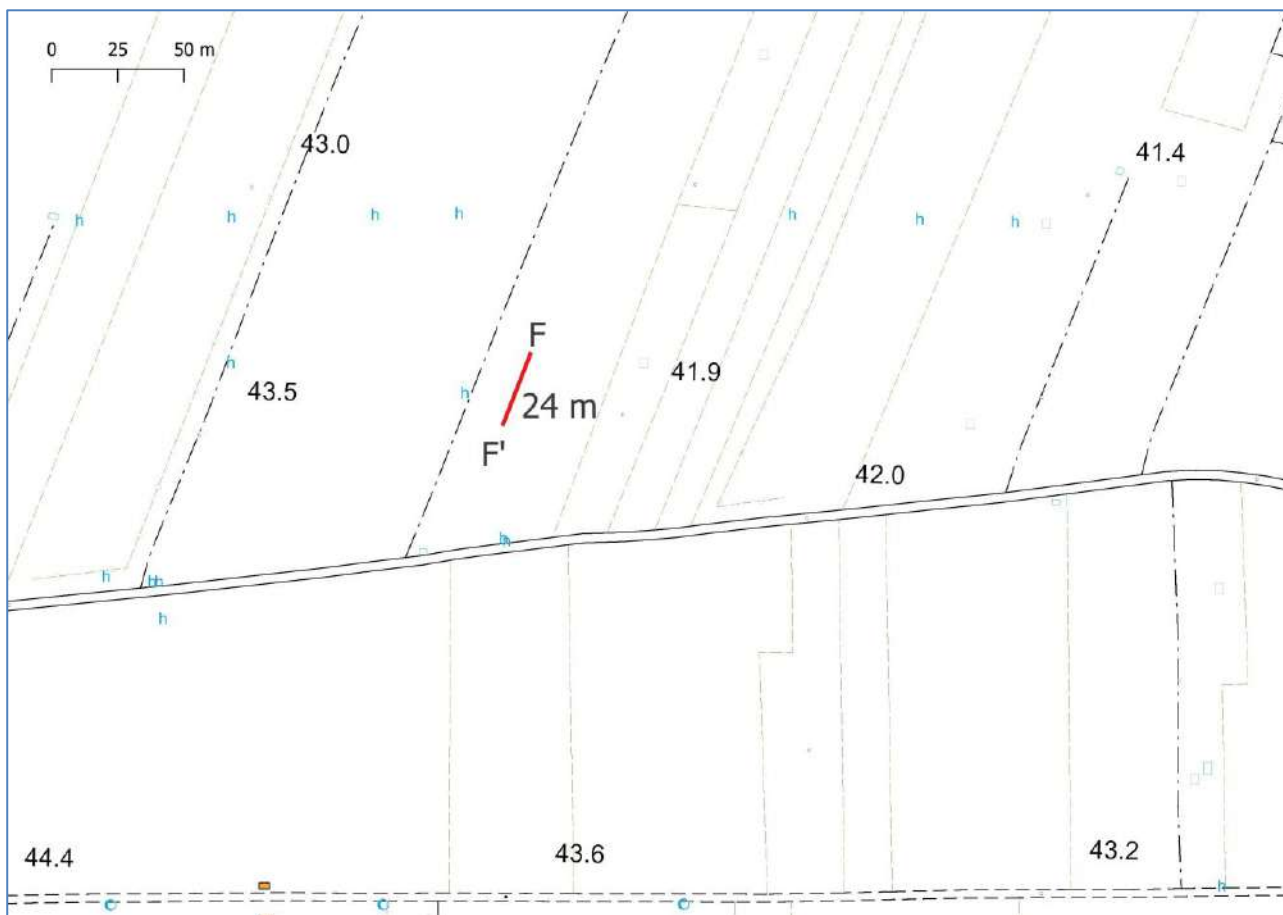


Fig. 17 – Ubicazione dello stendimento sismico FF' su CTR della Regione Puglia

La configurazione adottata è a 7 shots così distribuiti: 2 end – shots, posti a 0.5 metro dai geofoni esterni (S1 e S7); 4 intermedi, posti rispettivamente tra il 4° e 5° (S2), tra 8° e 9° (S3), tra 16° e 17° (S5), tra 20° e 21° (S6); 1 centrale tra il 12° e il 13° geofono (S4) (Fig.18).

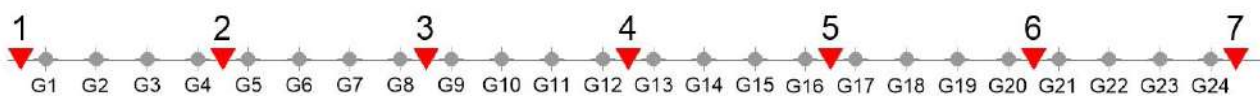


Fig.18 - Configurazione geometrica dello stendimento sismico a rifrazione FF'

L'analisi interpretativa ha permesso di ricostruire l'andamento delle velocità delle onde P con la profondità, così come mostrato nella Figura 19 (sezione sismostratigrafica ed interpretazione).

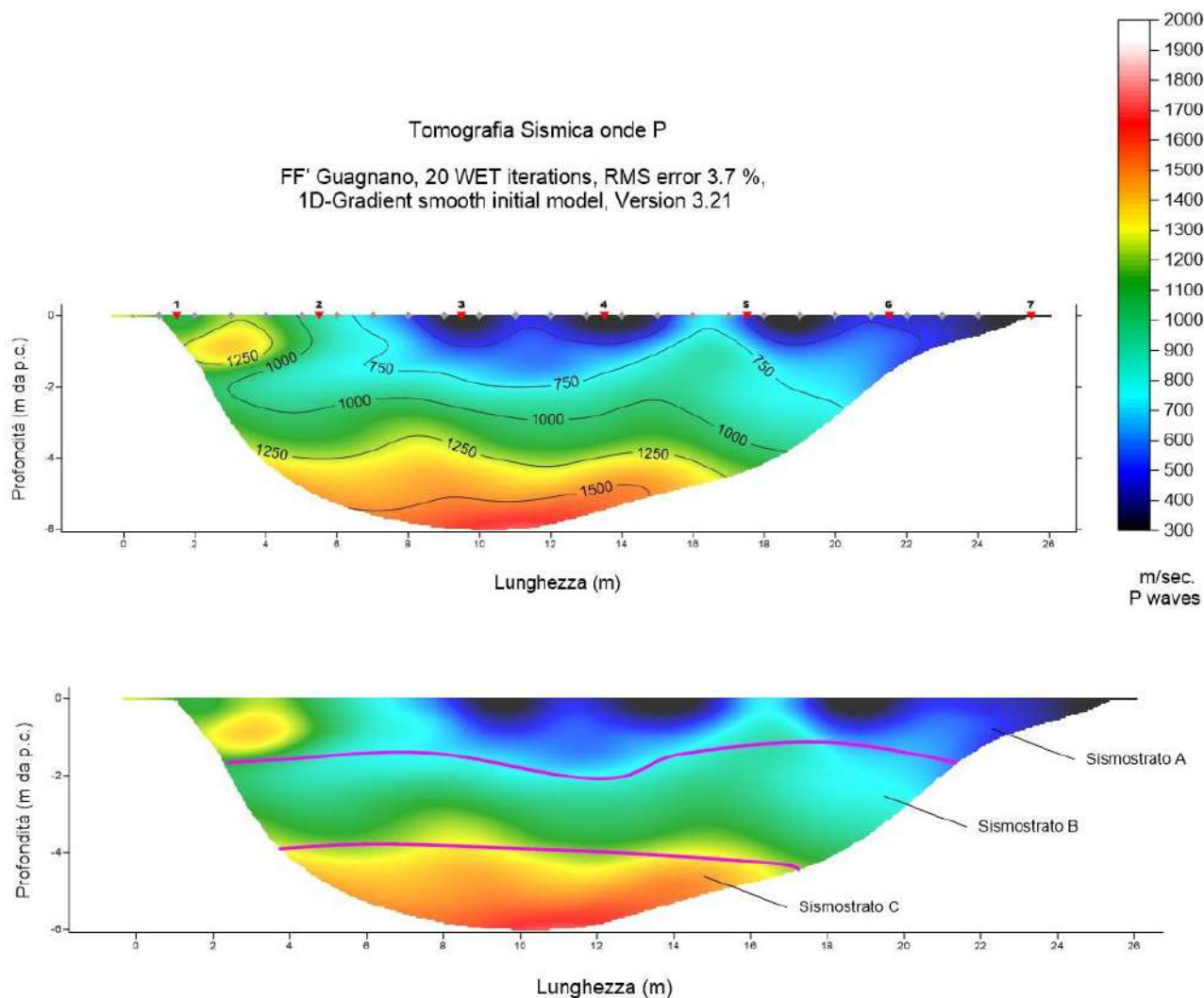


Fig. 19 – Sezione tomografica del profilo FF' (a). Interpretazione sezione tomografica (b)

Dal risultato dell'analisi sismica eseguita è possibile rilevare la presenza di **3 sismostrati** con differenti valori di velocità delle onde sismiche longitudinali P.

Nel primo sismostrato, che dal piano campagna si spinge sino a circa 2 m di profondità, si sono riscontrati valori di velocità di propagazione delle onde longitudinali P comprese tra 250 m/s e 750 m/s. Nel secondo sismostrato invece, sono stati registrati valori della velocità delle onde P compresi tra 750 e 1250 m/s. Il terzo sismostrato infine, è caratterizzato da un incremento omogeneo delle velocità delle onde P con la profondità, che raggiungono valori di circa 2000 m/s alle profondità indagate, ossia circa 6 metri di profondità dal piano campagna.

Assimilando le velocità sismiche riscontrate, alla geologia dell'area, è possibile assimilare i sedimenti del sismostrato A a depositi di sabbie calcaree poco cementate e sabbie argillose. Il loro spessore risulta compreso entro 2 dal p.c., omogeneo lungo tutta la sezione.

I sedimenti dei sismostrati B e C invece, sono riferibili all'unità calcarenitica, che nel sismostrato B risulta avere un grado coesione medio-basso, che tende ad aumentare nel sismostrato C, dove i valori di velocità delle onde P migliorano costantemente con l'aumento della profondità.

4.7 Stendimento sismico GG': interpretazione dei dati

Il profilo di sismica a rifrazione BB' ha una lunghezza di 24 metri lineari con interspazio geofonico di 1.0 m, direttrice orientata S/N e i due punti estremi hanno le seguenti coordinate (WGS84):

G – 17.909572 E – 40.423150 N; G' – 17.909556 E – 40.233418 N.

Lo stendimento GG' è stato ubicato come riportato nella seguente figura (Fig.20).

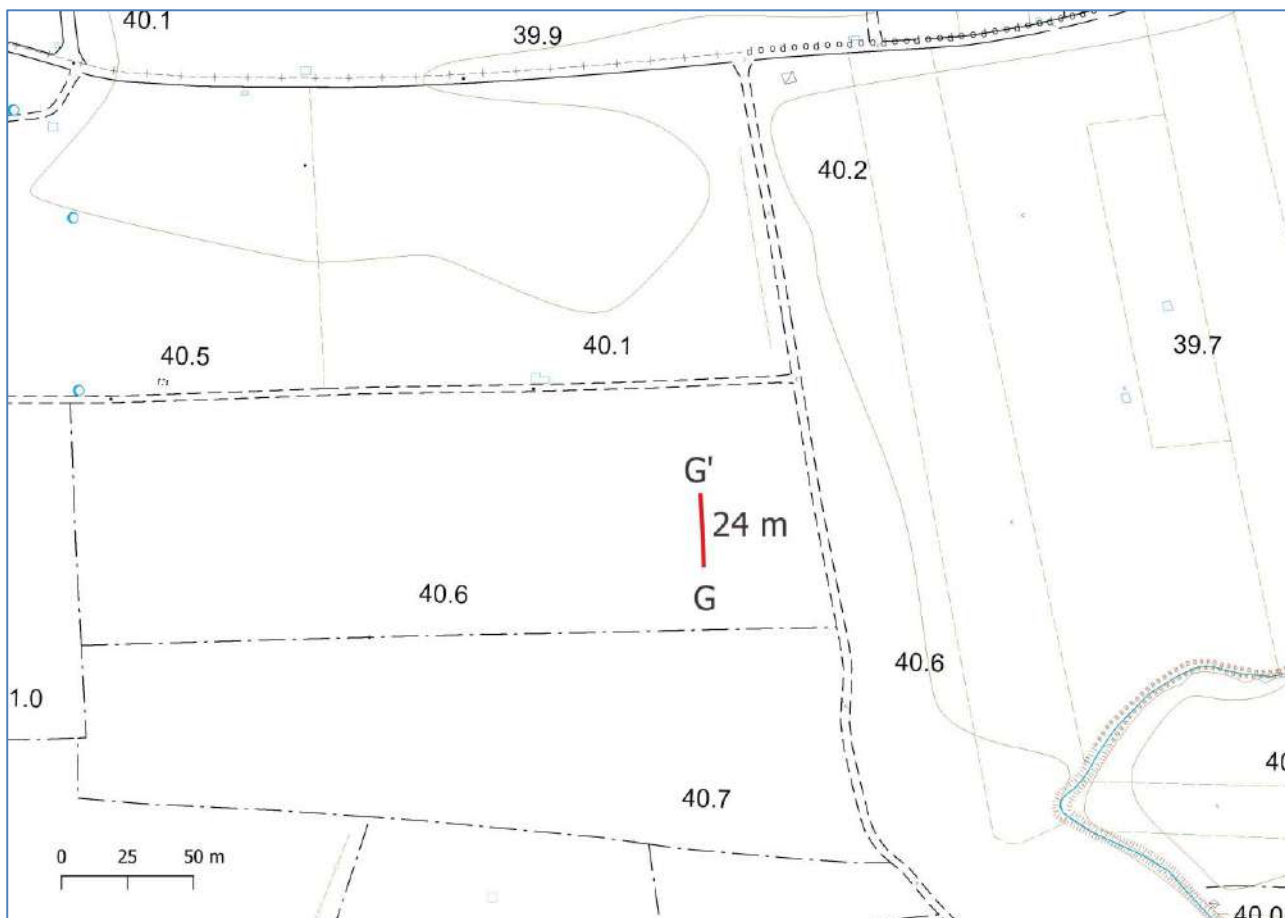


Fig. 20 – Ubicazione dello stendimento sismico GG' su CTR della Regione Puglia

La configurazione adottata è a 7 shots così distribuiti: 2 end – shots, posti a 0.5 metro dai geofoni esterni (S1 e S7); 4 intermedi, posti rispettivamente tra il 4° e 5° (S2), tra 8° e 9° (S3), tra 16° e 17° (S5), tra 20° e 21° (S6); 1 centrale tra il 12° e il 13° geofono (S4) (Fig.21).

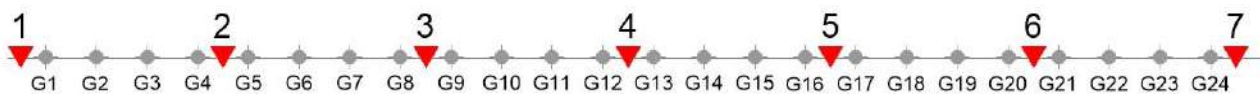


Fig.21 - Configurazione geometrica dello stendimento sismico a rifrazione GG'

L'analisi interpretativa ha permesso di ricostruire l'andamento delle velocità delle onde P con la profondità, così come mostrato nella Figura 22 (sezione sismostratigrafica ed interpretazione).

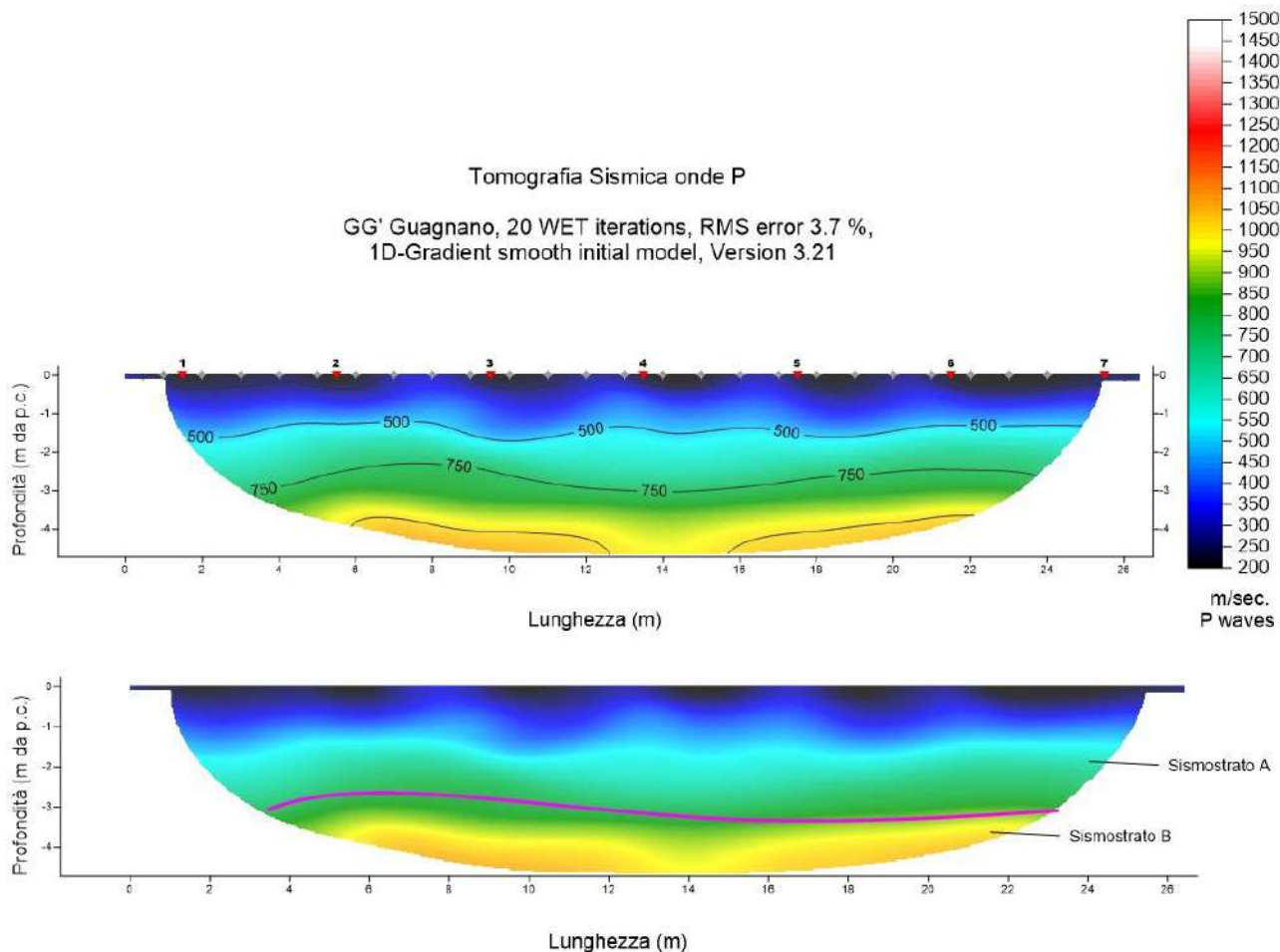


Fig. 22 – Sezione tomografica del profilo GG' (a). Interpretazione sezione tomografica (b)

Dal risultato dell'analisi sismica eseguita è possibile rilevare la presenza di **2 sismostrati** con differenti valori di velocità delle onde sismiche longitudinali P.

Nel primo sismostrato, che dal piano campagna si spinge sino a circa 3 m di profondità, si sono riscontrati valori di velocità di propagazione delle onde longitudinali P comprese tra 250 m/s e 750 m/s. Nel secondo sismostrato invece, sono stati registrati valori della velocità delle onde P compresi tra 750 e 1250 m/s.

Assimilando le velocità sismiche riscontrate, alla geologia dell'area, è possibile assimilare i sedimenti del sismostrato A a depositi sabbiosi che mostrano un grado di coesione basso.

I sedimenti del Sismostrato B invece, sono riferibili a depositi sabbiosi con grado di coesione maggiore che tende ad aumentare con l'aumento della profondità ma che risulta essere non molto elevato.

5. ANALISI MASW

L'indagine geofisica è stata completata con l'esecuzione di n.8 indagini MASW per la determinazione della categoria di suolo di fondazione e la stima del fattore di amplificazione sismica dell'area, sulla stessa traccia dei profili precedenti.

5.1 Stendimento sismico AA': interpretazione dei dati

Per il profilo in questione sono stati eseguiti alcuni scoppi effettuati a 1 m di distanza dal primo e dall'ultimo geofono. Il treno di onde generato da ciascun colpo di massa battente è stato campionato con intervallo temporale di 1.22 secondi (Fig.23).

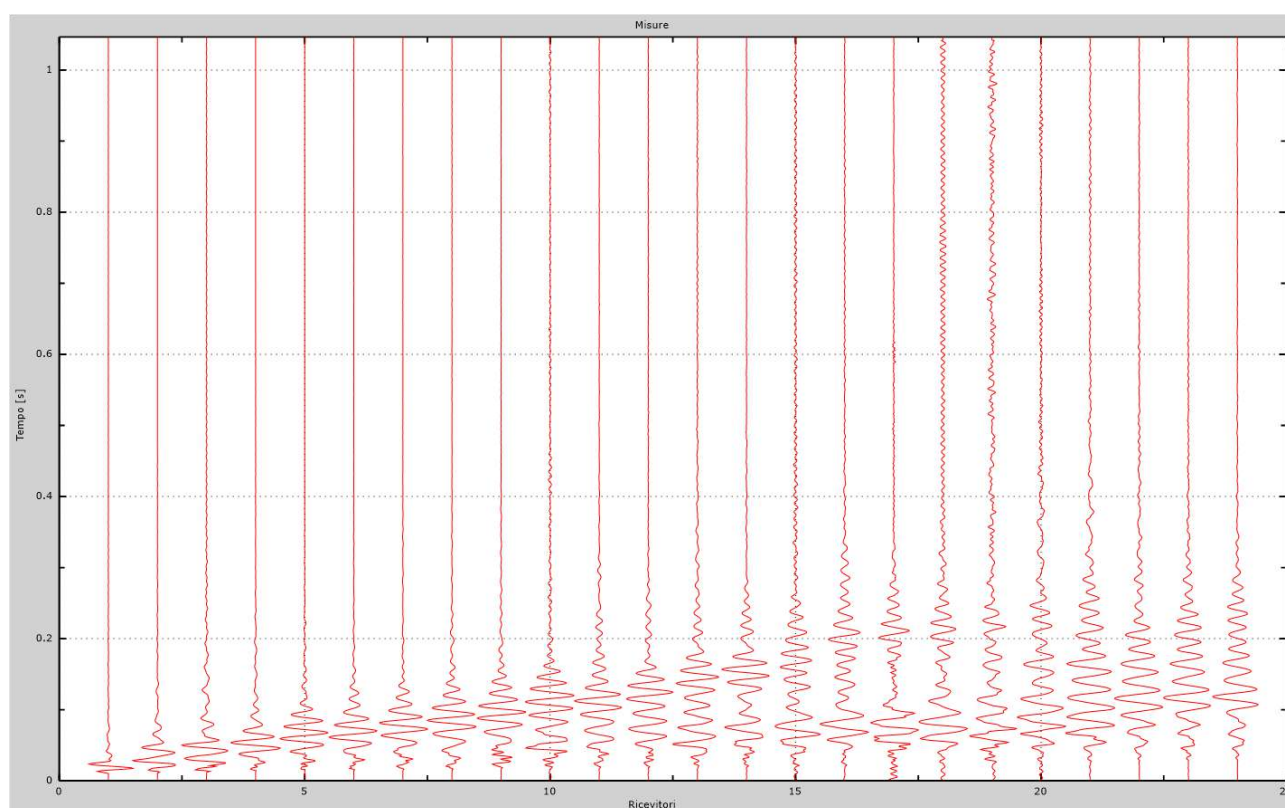


Fig. 23 – Sismogrammi dello scoppio considerato per l'analisi MASW del profilo AA'

L'individuazione del profilo V_s in funzione della profondità è stato desunto individuando la differenza (errore massimo) tra la curva di dispersione sperimentale (Fig.24) e la curva di dispersione numerica corrispondente al modello di suolo assegnato (Fig.25). Minore appare tale imprecisione, maggiore risulta la probabilità che il profilo delle onde di taglio individuato sia quello giusto.

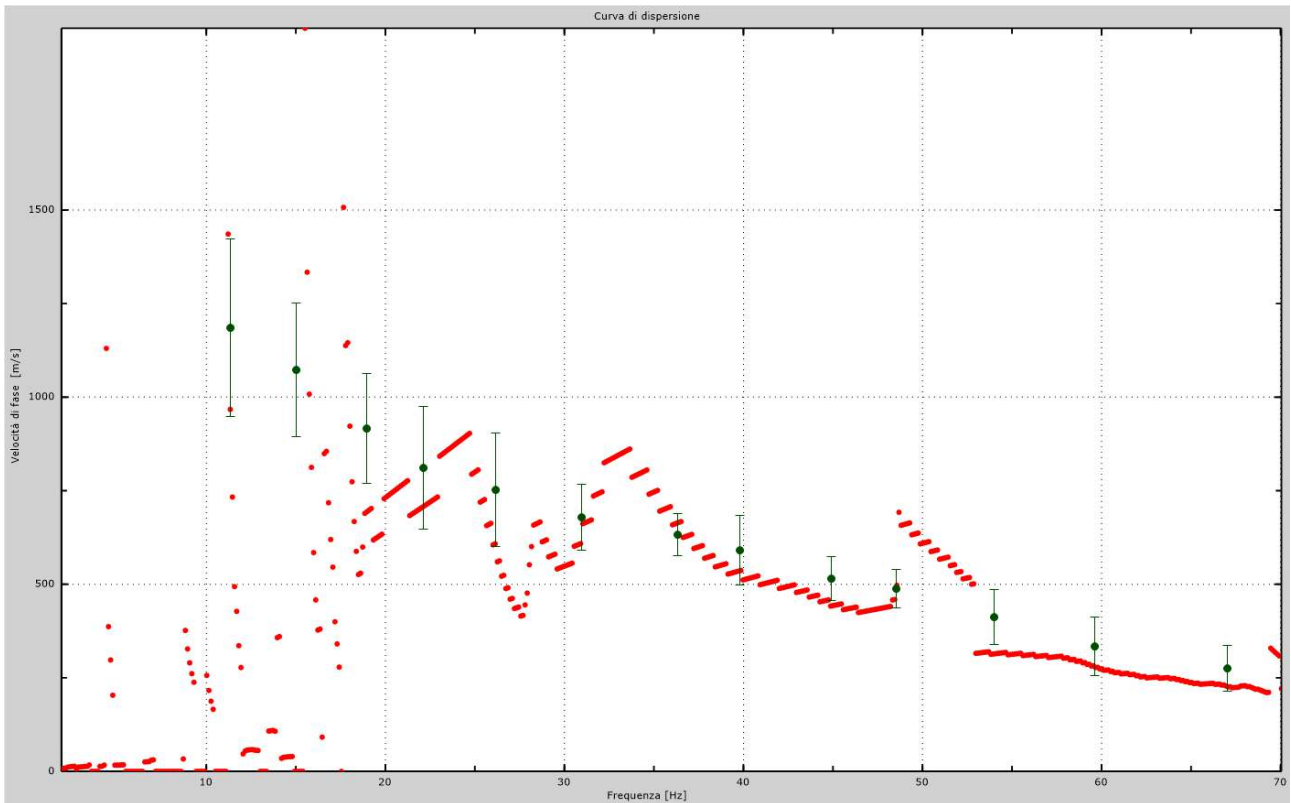


Fig.24 - Curva di dispersione sperimentale.

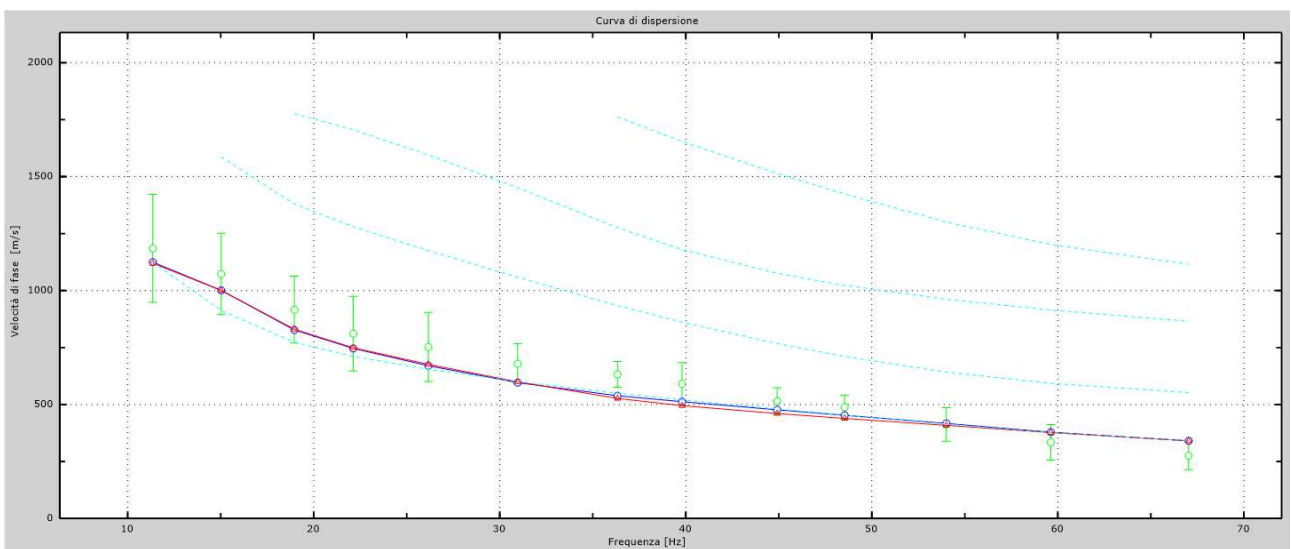


Fig.25 - Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente (blu), curva numerica (rosso).

L'analisi dello spettro "velocità di fase-frequenza" ha consentito di ricostruire un modello sismico monodimensionale del sottosuolo, il quale risulta costituito dall'andamento della velocità delle onde di taglio V_s in funzione della profondità (Fig.26). Si precisa infine che, come esposto sinteticamente nel paragrafo inerente la metodologia M.A.S.W., il modello del sottosuolo e di conseguenza anche l'inversione di velocità rilevata, sono stati ottenuti in corrispondenza del punto medio del profilo di acquisizione.

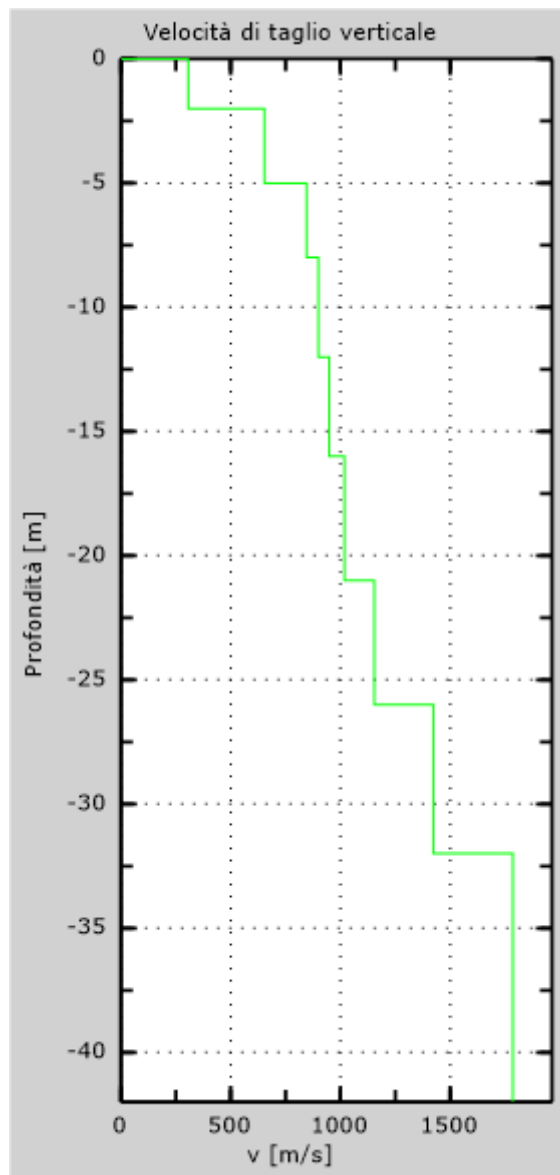


Fig. 26 - Profilo Vs – calcolato a partire dall'attuale p.c.

5.2 Stendimento sismico BB': interpretazione dei dati

Per il profilo in questione sono stati eseguiti alcuni scoppi effettuati a 1 m di distanza dal primo e dall'ultimo geofono. Il treno di onde generato da ciascun colpo di massa battente è stato campionato con intervallo temporale di 1.22 secondi (Fig.27).

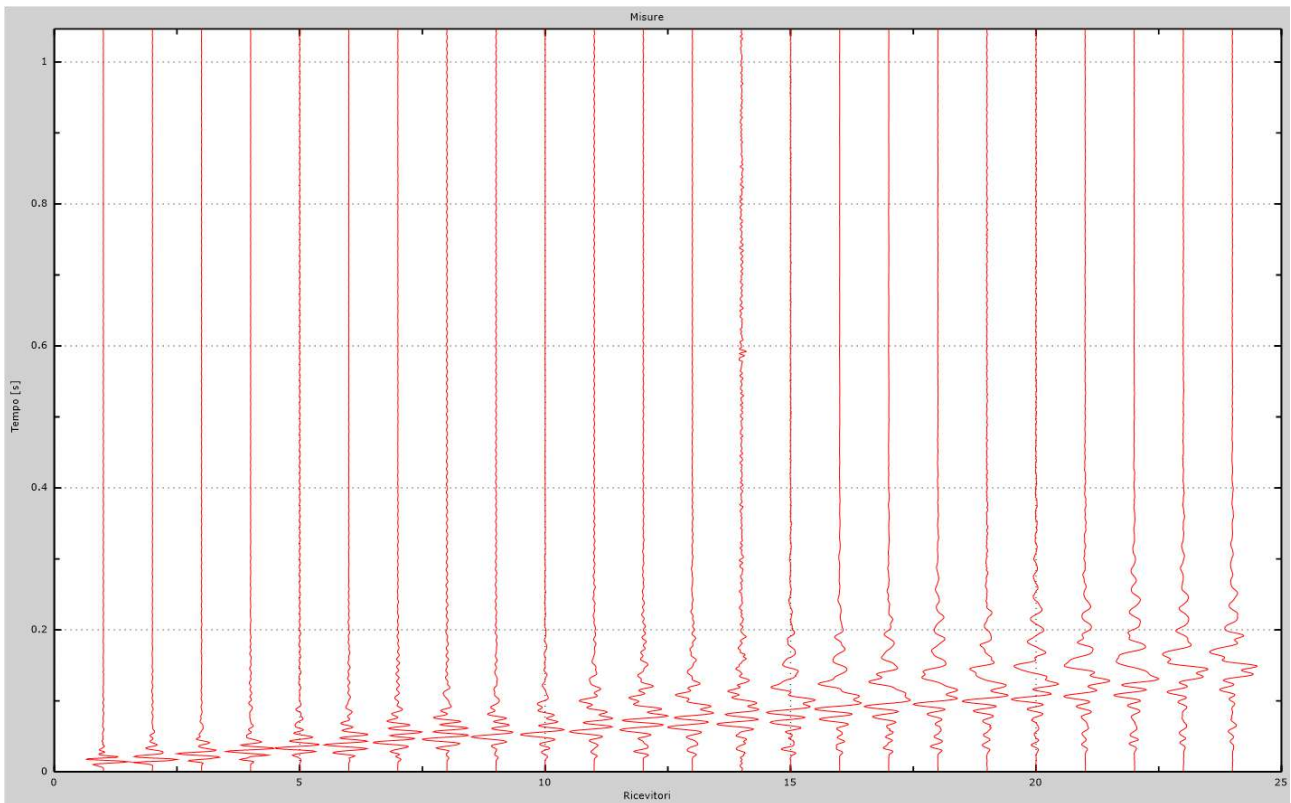


Fig. 27 – Sismogrammi dello scoppio considerato per l'analisi MASW del profilo BB'

L'individuazione del profilo V_s in funzione della profondità è stato desunto individuando la differenza (errore massimo) tra la curva di dispersione sperimentale (Fig.28) e la curva di dispersione numerica corrispondente al modello di suolo assegnato (Fig.29). Minore appare tale imprecisione, maggiore risulta la probabilità che il profilo delle onde di taglio individuato sia quello giusto.

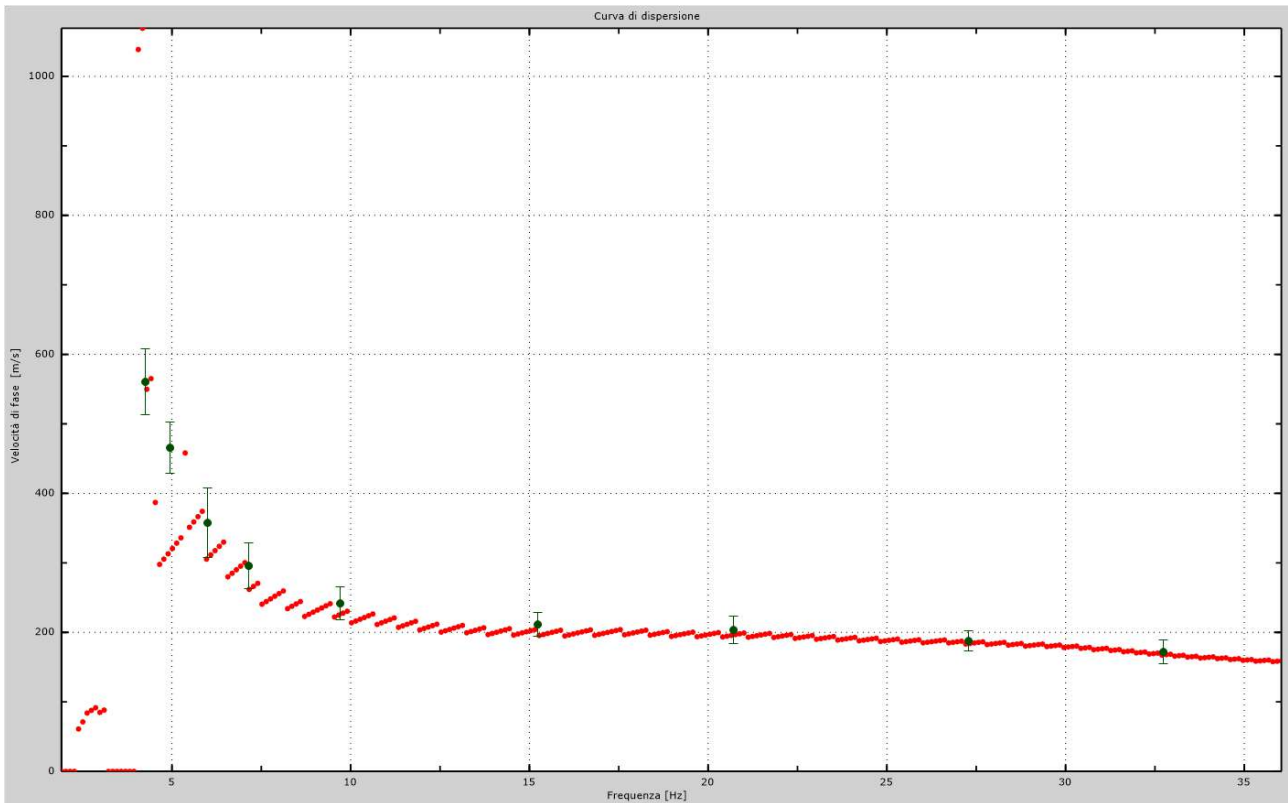


Fig.28 - Curva di dispersione sperimentale.

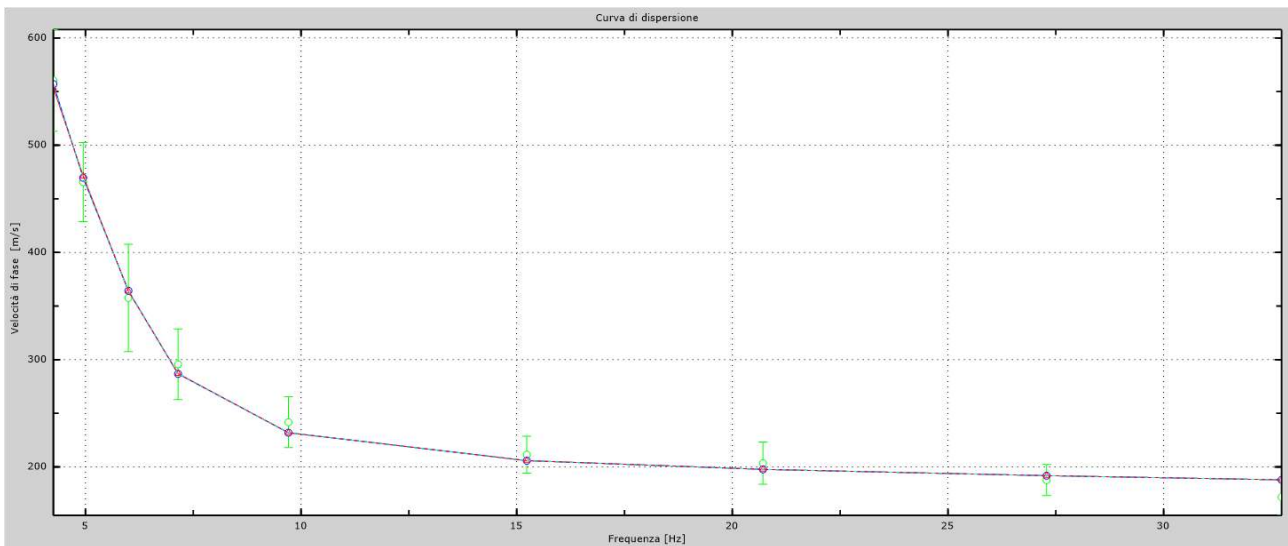


Fig.29 - Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente (blu), curva numerica (rosso).

L'analisi dello spettro "velocità di fase -frequenza" ha consentito di ricostruire un modello sismico monodimensionale del sottosuolo, il quale risulta costituito dall'andamento della velocità delle onde di taglio V_s in funzione della profondità (Fig.30). Si precisa infine che, come esposto sinteticamente nel paragrafo inerente la metodologia M.A.S.W., il modello del sottosuolo e di conseguenza anche l'inversione di velocità rilevata, sono stati ottenuti in corrispondenza del punto medio del profilo di acquisizione.

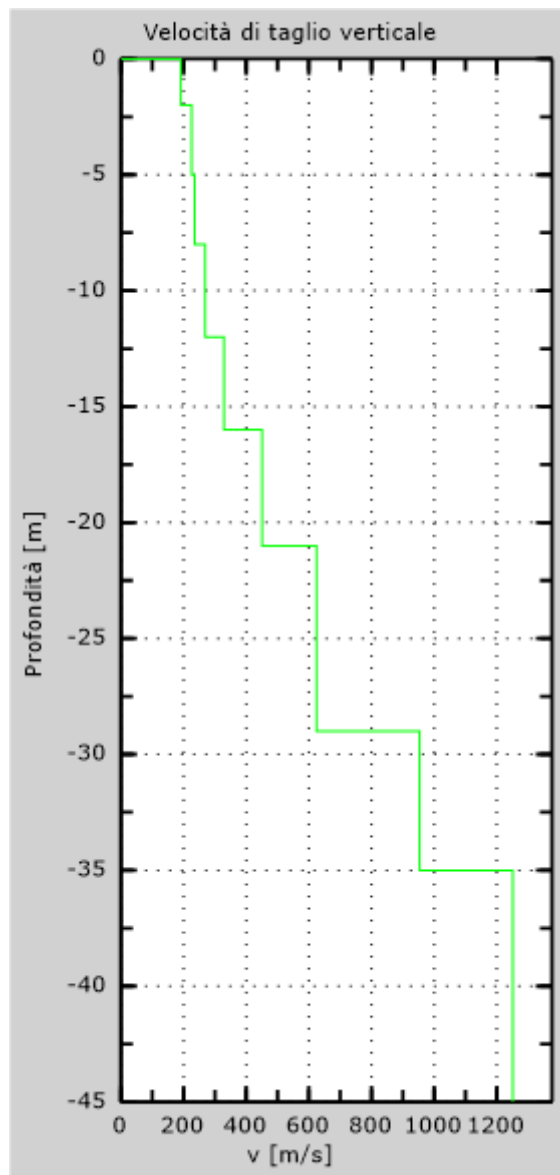


Fig. 30 - Profilo Vs – calcolato a partire dall'attuale p.c.

5.3 Stendimento sismico CC': interpretazione dei dati

Per il profilo in questione sono stati eseguiti alcuni scoppi effettuati a 1 m di distanza dal primo e dall'ultimo geofono. Il treno di onde generato da ciascun colpo di massa battente è stato campionato con intervallo temporale di 1.22 secondi (Fig.31).

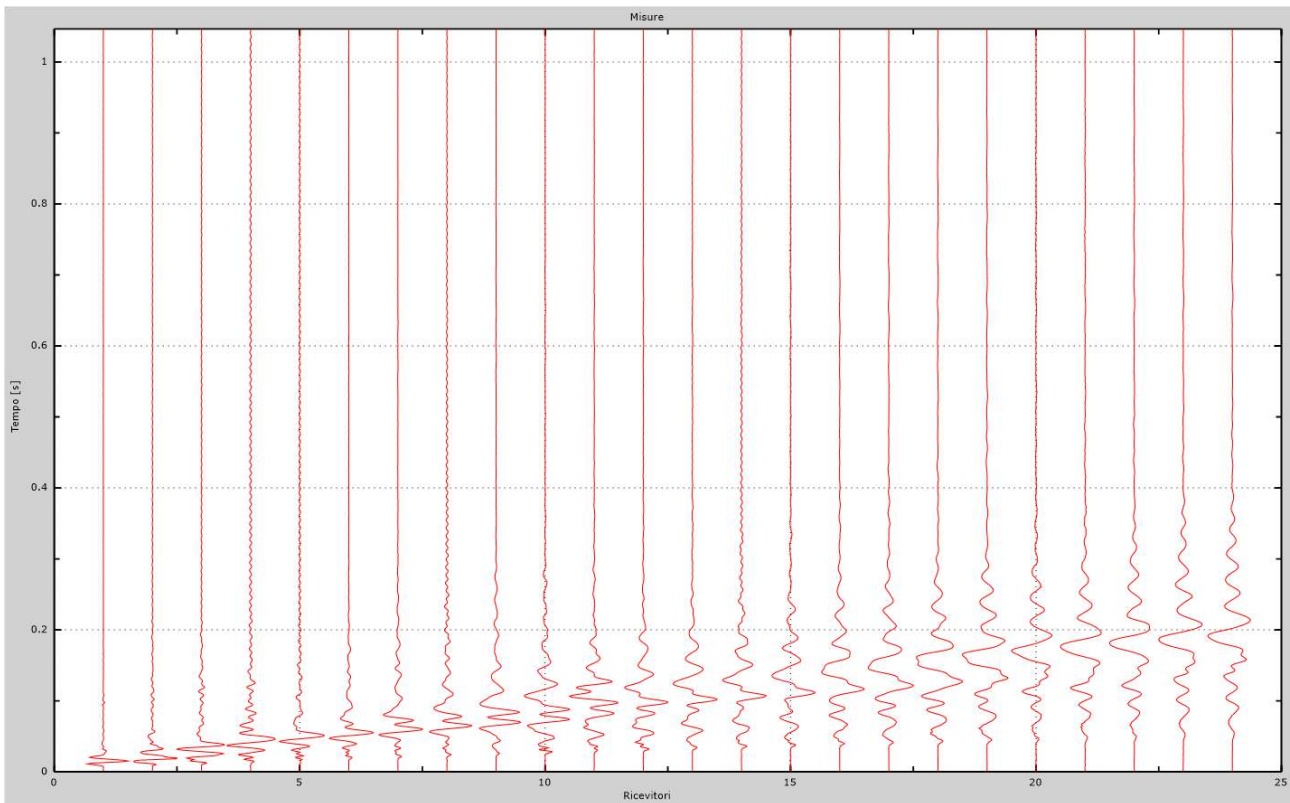


Fig. 31 – Sismogrammi dello scoppio considerato per l'analisi MASW del profilo CC'

L'individuazione del profilo V_s in funzione della profondità è stato desunto individuando la differenza (errore massimo) tra la curva di dispersione sperimentale (Fig.32) e la curva di dispersione numerica corrispondente al modello di suolo assegnato (Fig.33). Minore appare tale imprecisione, maggiore risulta la probabilità che il profilo delle onde di taglio individuato sia quello giusto.

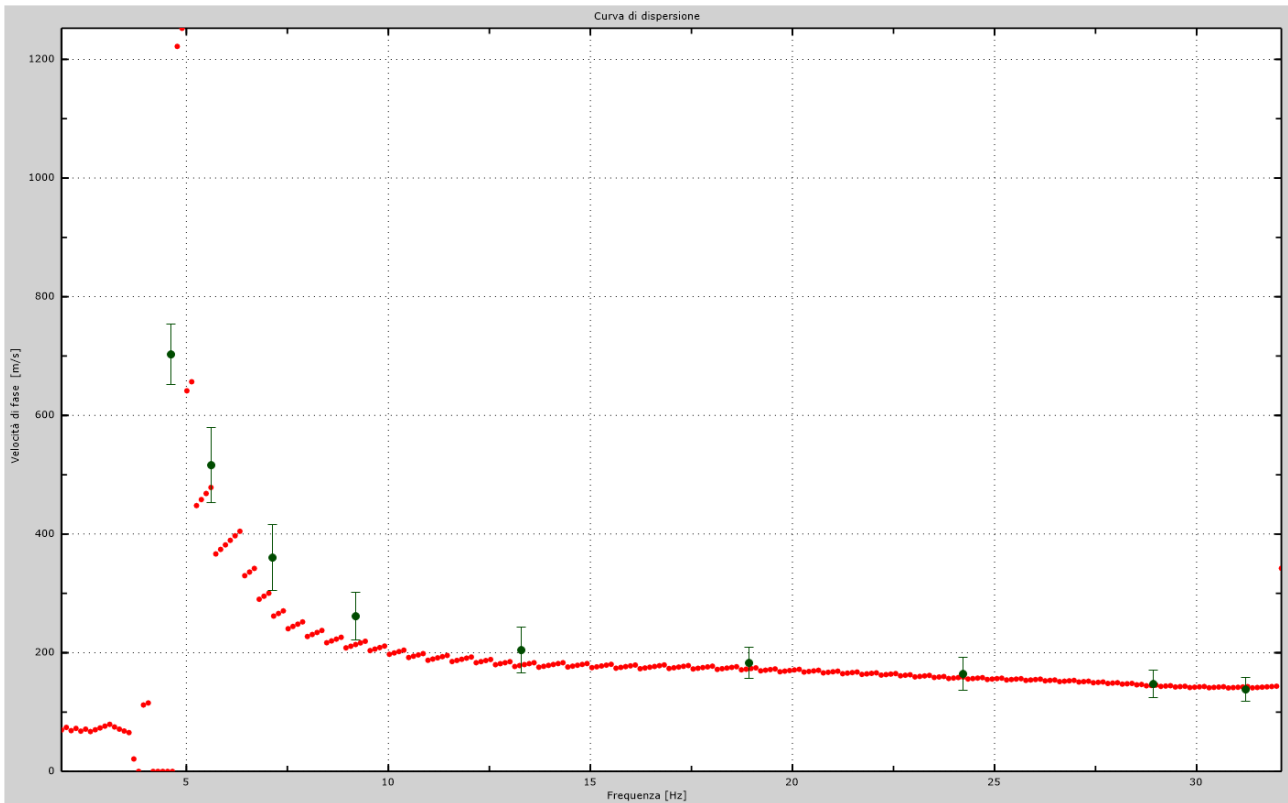


Fig.32 - Curva di dispersione sperimentale.

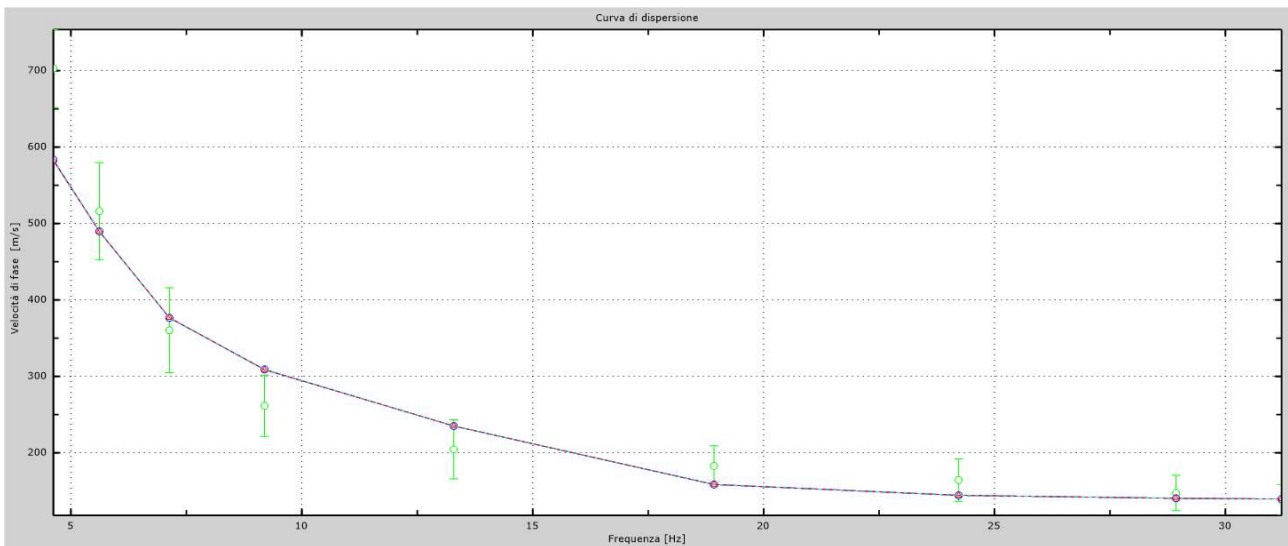


Fig.33 - Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente (blu), curva numerica (rosso).

L'analisi dello spettro "velocità di fase -frequenza" ha consentito di ricostruire un modello sismico monodimensionale del sottosuolo, il quale risulta costituito dall'andamento della velocità delle onde di taglio V_s in funzione della profondità (Fig.34). Si precisa infine che, come esposto sinteticamente nel paragrafo inerente la metodologia M.A.S.W., il modello del sottosuolo e di conseguenza anche l'inversione di velocità rilevata, sono stati ottenuti in corrispondenza del punto medio del profilo di acquisizione.

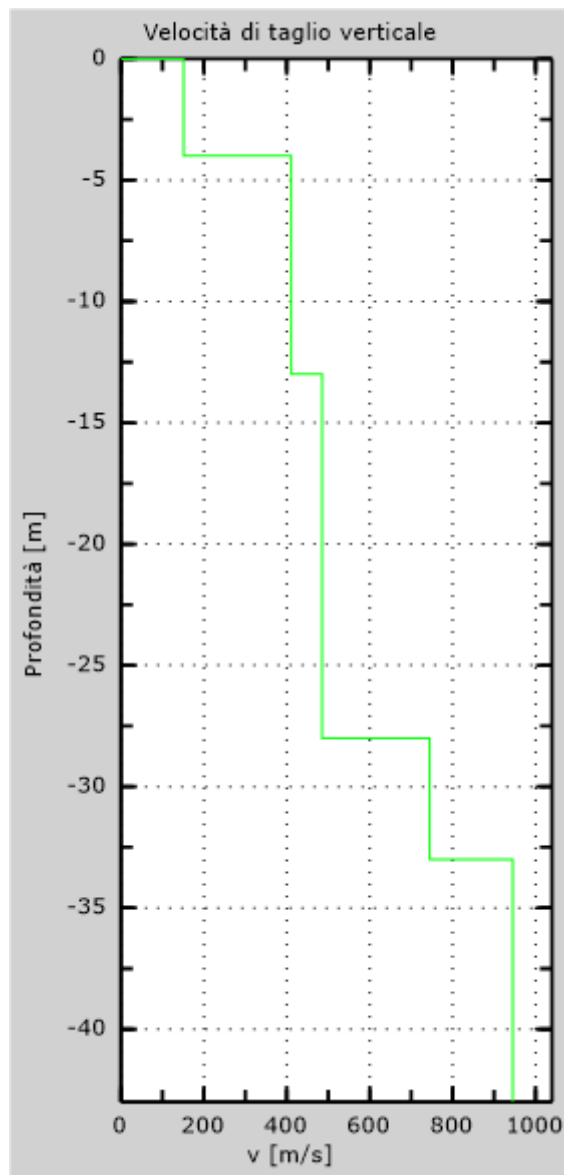


Fig. 34 - Profilo Vs – calcolato a partire dall'attuale p.c.

5.4 Stendimento sismico DD': interpretazione dei dati

Per il profilo in questione sono stati eseguiti alcuni scoppi effettuati a 1 m di distanza dal primo e dall'ultimo geofono. Il treno di onde generato da ciascun colpo di massa battente è stato campionato con intervallo temporale di 1.22 secondi (Fig.35).

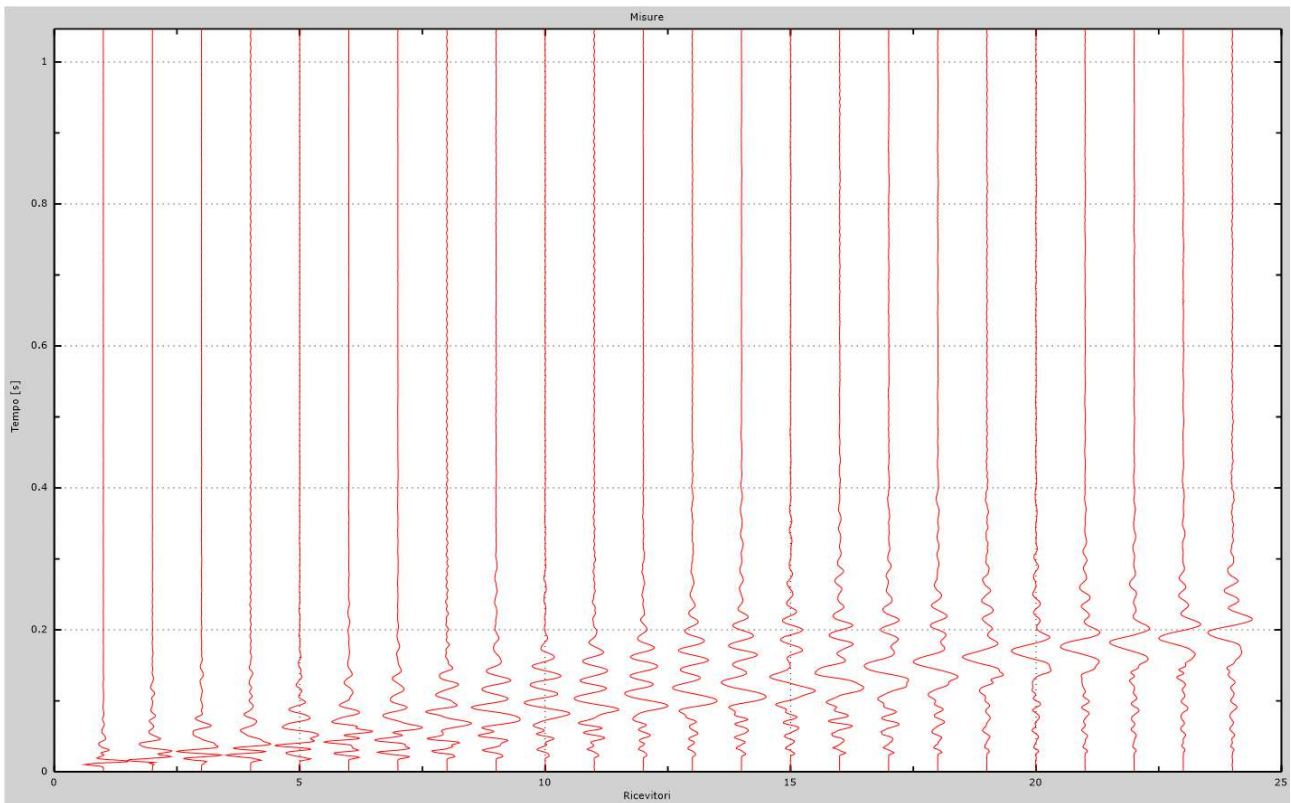


Fig. 35 – Sismogrammi dello scoppio considerato per l'analisi MASW del profilo DD'

L'individuazione del profilo V_s in funzione della profondità è stato desunto individuando la differenza (errore massimo) tra la curva di dispersione sperimentale (Fig.36) e la curva di dispersione numerica corrispondente al modello di suolo assegnato (Fig.37). Minore appare tale imprecisione, maggiore risulta la probabilità che il profilo delle onde di taglio individuato sia quello giusto.

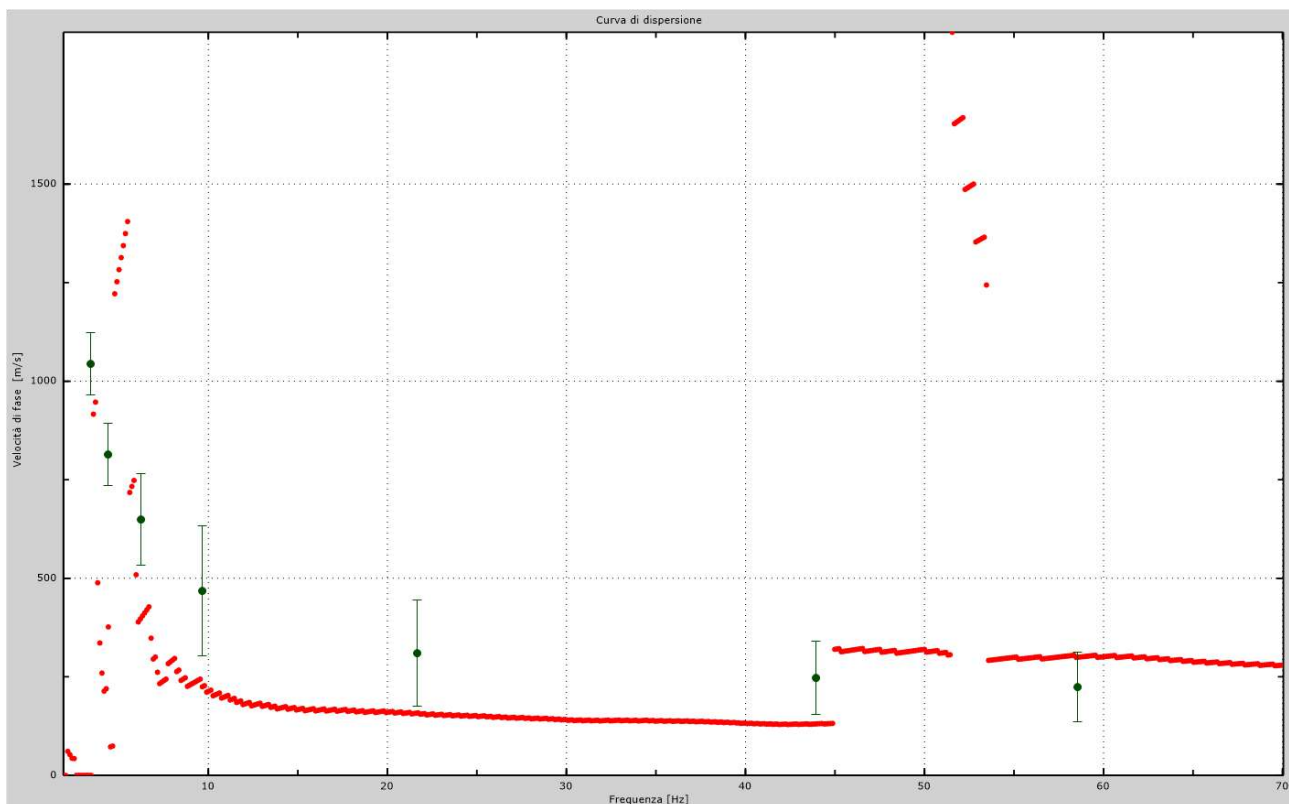


Fig.36 - Curva di dispersione sperimentale.

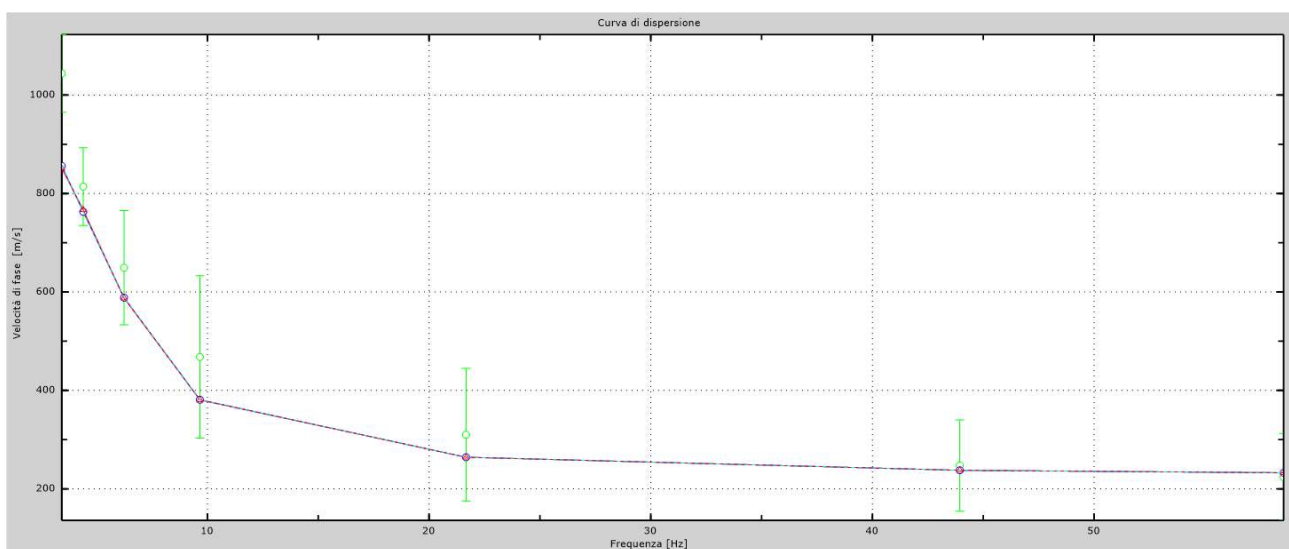


Fig.37 - Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente (blu), curva numerica (rosso).

L'analisi dello spettro "velocità di fase -frequenza" ha consentito di ricostruire un modello sismico monodimensionale del sottosuolo, il quale risulta costituito dall'andamento della velocità delle onde di taglio V_s in funzione della profondità (Fig.38). Si precisa infine che, come esposto sinteticamente nel paragrafo inerente la metodologia M.A.S.W., il modello del sottosuolo e di conseguenza anche l'inversione di velocità rilevata, sono stati ottenuti in corrispondenza del punto medio del profilo di acquisizione.

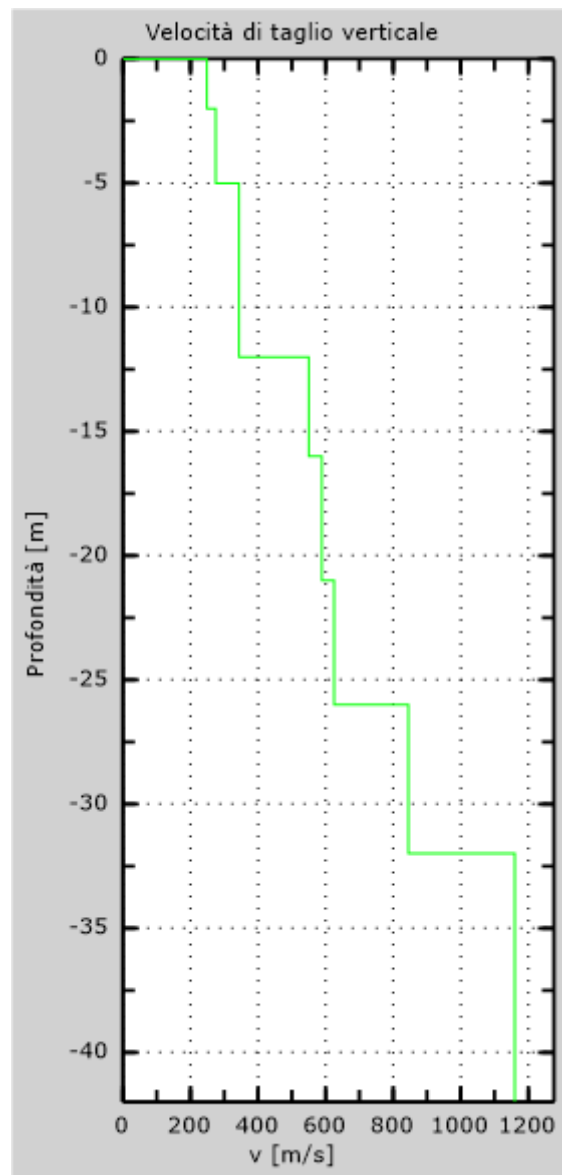


Fig. 38 - Profilo Vs – calcolato a partire dall'attuale p.c.

5.5 Stendimento sismico EE': interpretazione dei dati

Per il profilo in questione sono stati eseguiti alcuni scoppi effettuati a 1 m di distanza dal primo e dall'ultimo geofono. Il treno di onde generato da ciascun colpo di massa battente è stato campionato con intervallo temporale di 1.22 secondi (Fig.39).

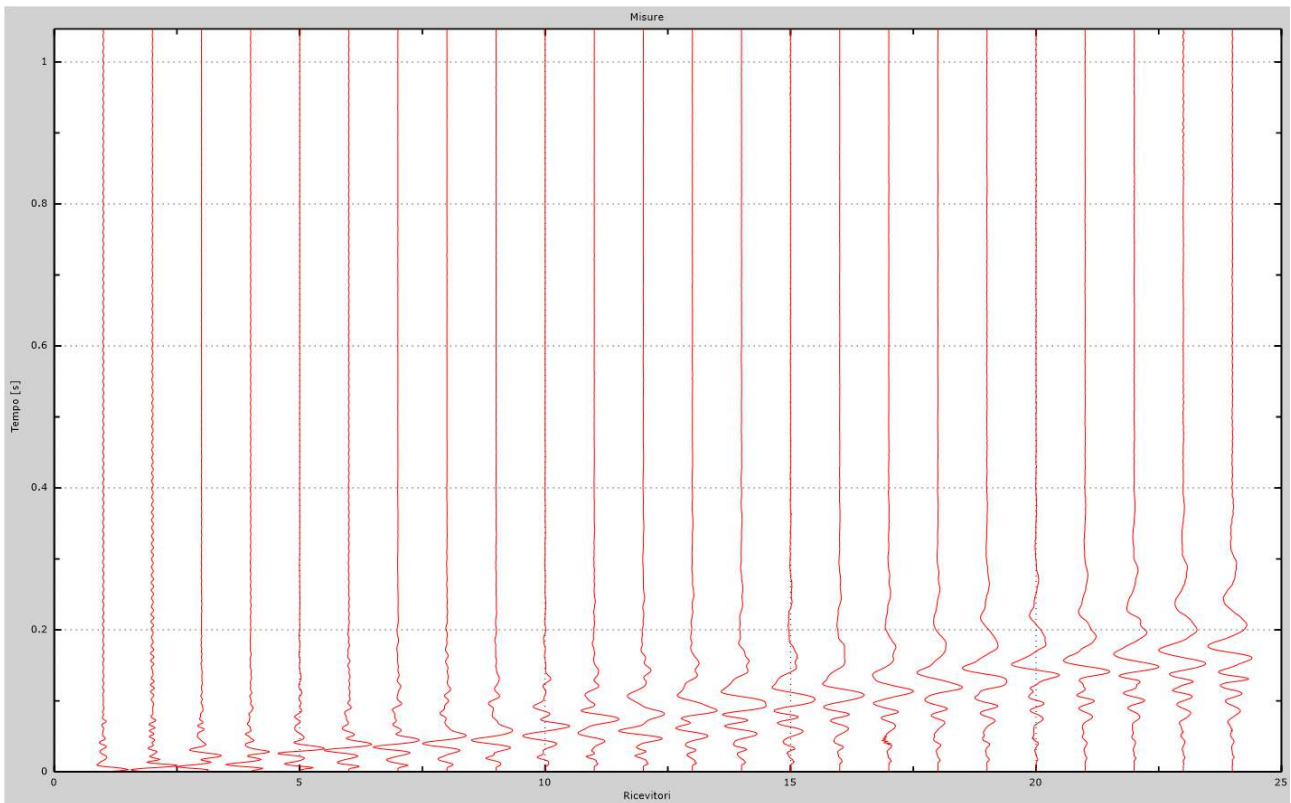


Fig. 39 – Sismogrammi dello scoppio considerato per l'analisi MASW del profilo EE'

L'individuazione del profilo V_s in funzione della profondità è stato desunto individuando la differenza (errore massimo) tra la curva di dispersione sperimentale (Fig.40) e la curva di dispersione numerica corrispondente al modello di suolo assegnato (Fig.41). Minore appare tale imprecisione, maggiore risulta la probabilità che il profilo delle onde di taglio individuato sia quello giusto.

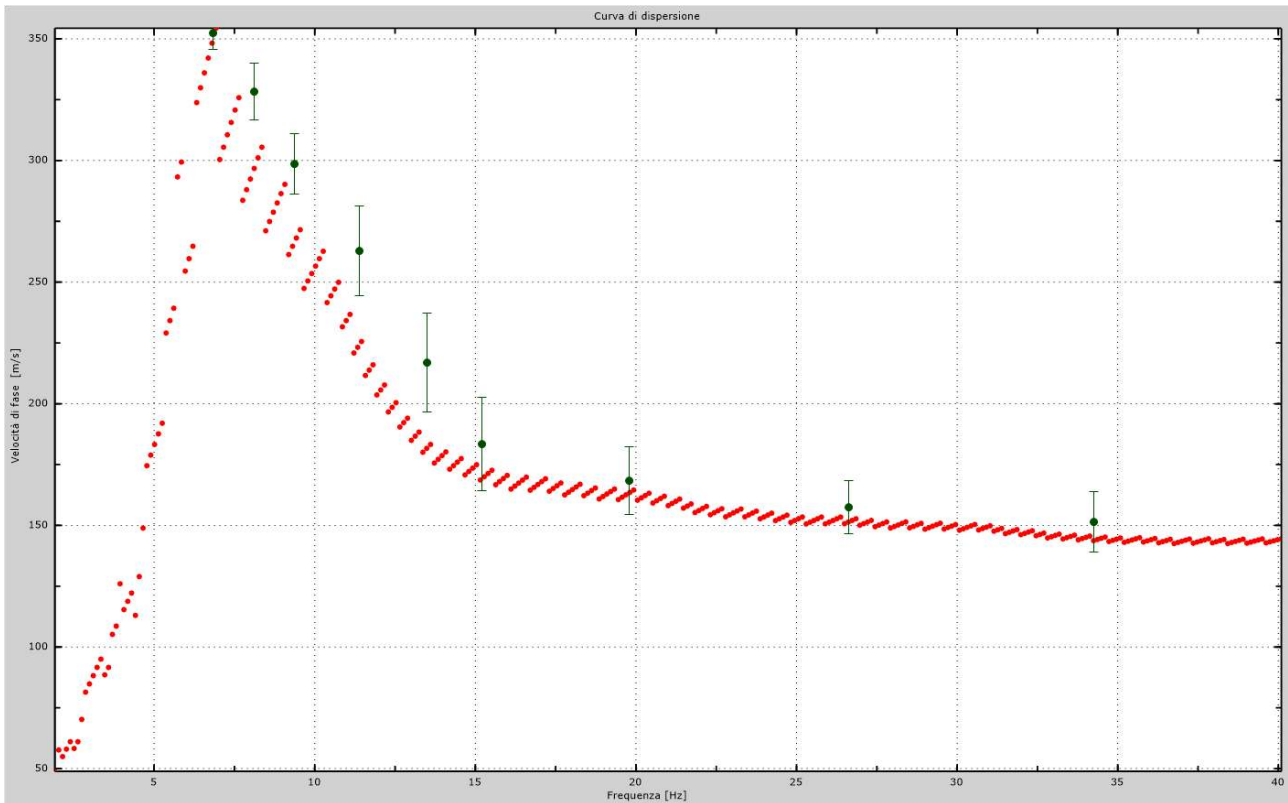


Fig.40 - Curva di dispersione sperimentale.

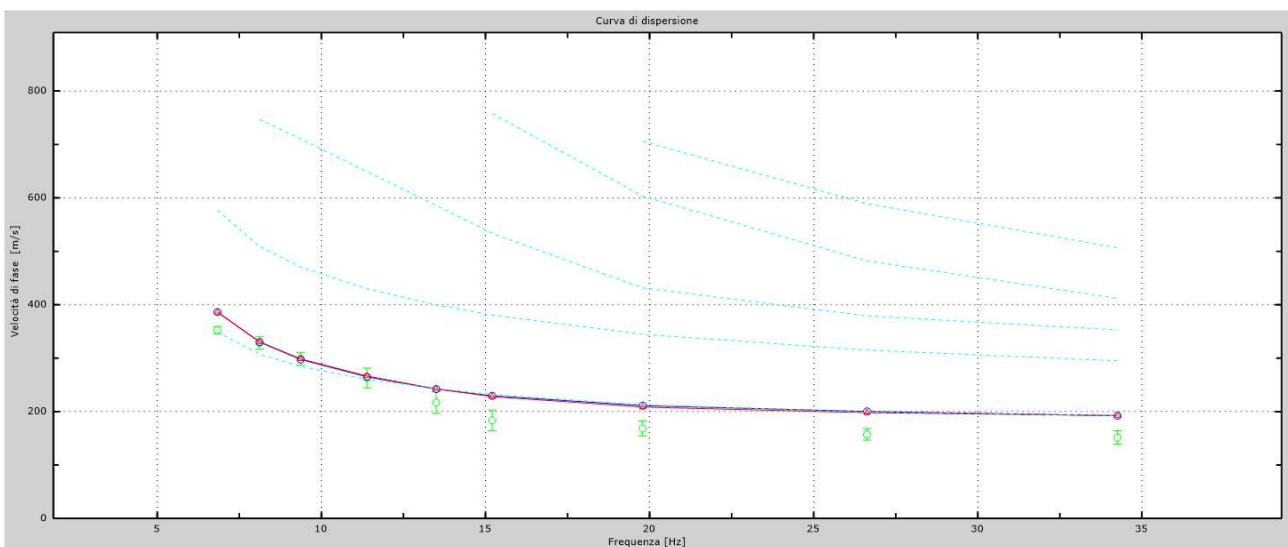


Fig.41 - Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente (blu), curva numerica (rosso).

L'analisi dello spettro "velocità di fase -frequenza" ha consentito di ricostruire un modello sismico monodimensionale del sottosuolo, il quale risulta costituito dall'andamento della velocità delle onde di taglio V_s in funzione della profondità (Fig.42). Si precisa infine che, come esposto sinteticamente nel paragrafo inerente la metodologia M.A.S.W., il modello del sottosuolo e di conseguenza anche l'inversione di velocità rilevata, sono stati ottenuti in corrispondenza del punto medio del profilo di acquisizione.

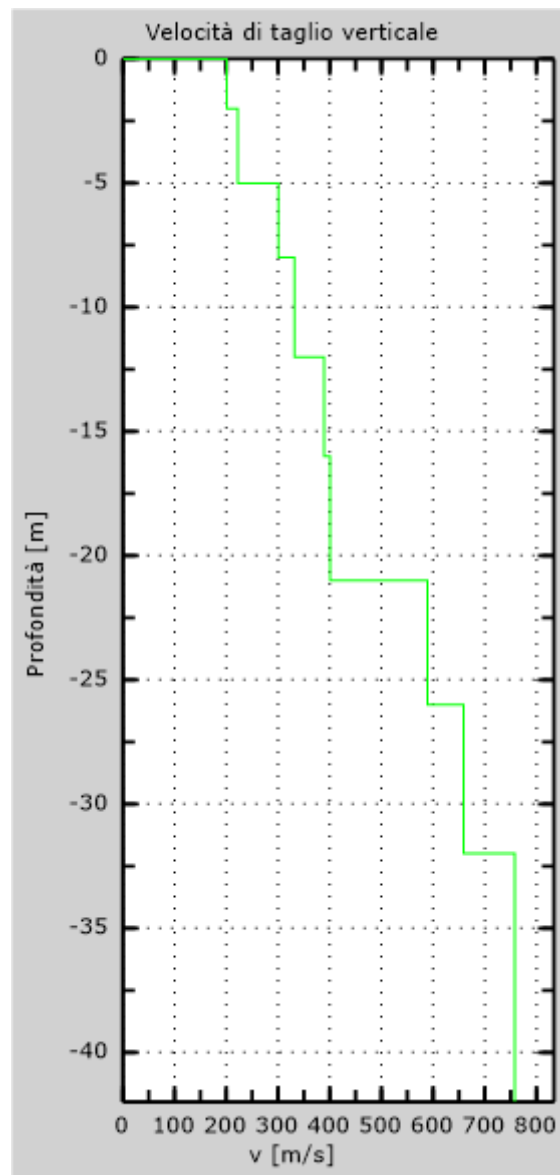


Fig. 42 - Profilo Vs30 – calcolato a partire dall'attuale p.c.

5.6 Stendimento sismico FF': interpretazione dei dati

Per il profilo in questione sono stati eseguiti alcuni scoppi effettuati a 1 m di distanza dal primo e dall'ultimo geofono. Il treno di onde generato da ciascun colpo di massa battente è stato campionato con intervallo temporale di 1.22 secondi (Fig.43).

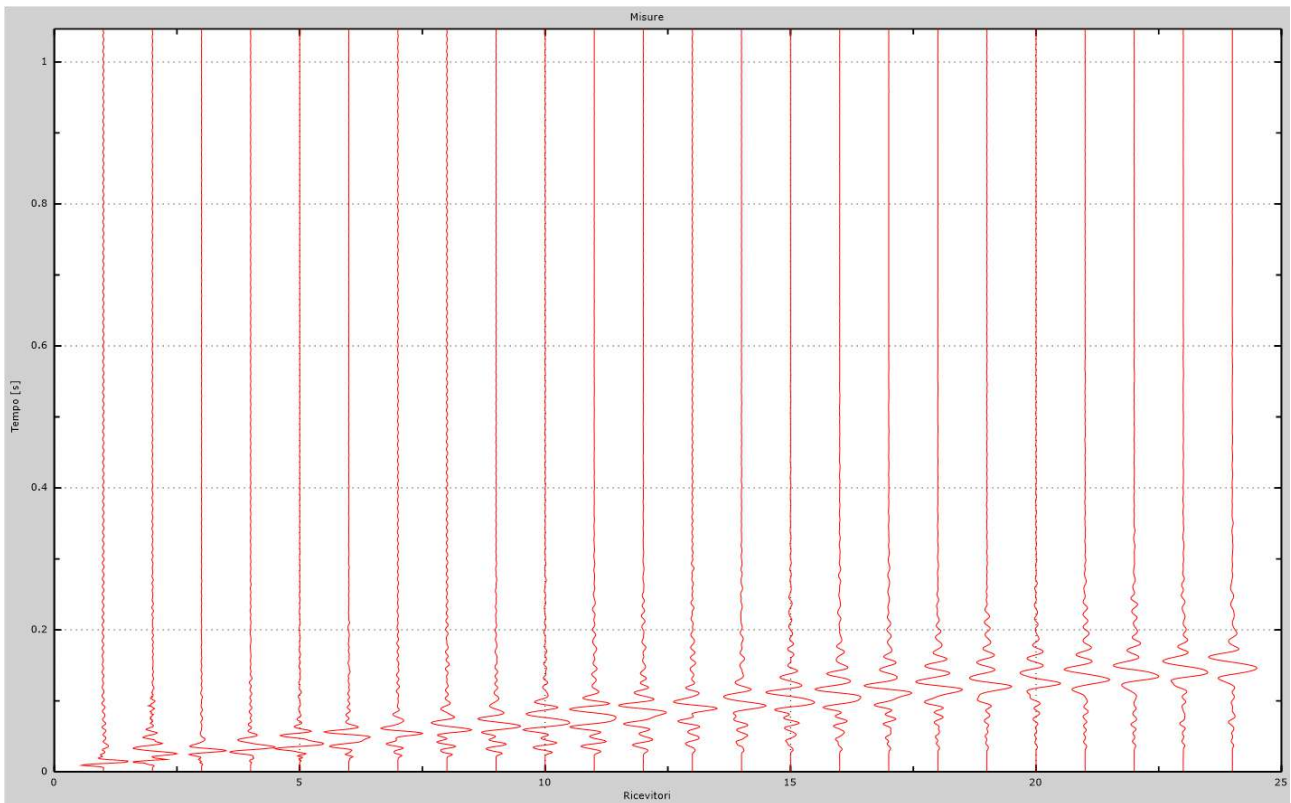


Fig. 43 – Sismogrammi dello scoppio considerato per l'analisi MASW del profilo FF'

L'individuazione del profilo V_s in funzione della profondità è stato desunto individuando la differenza (errore massimo) tra la curva di dispersione sperimentale (Fig.44) e la curva di dispersione numerica corrispondente al modello di suolo assegnato (Fig.45). Minore appare tale imprecisione, maggiore risulta la probabilità che il profilo delle onde di taglio individuato sia quello giusto.

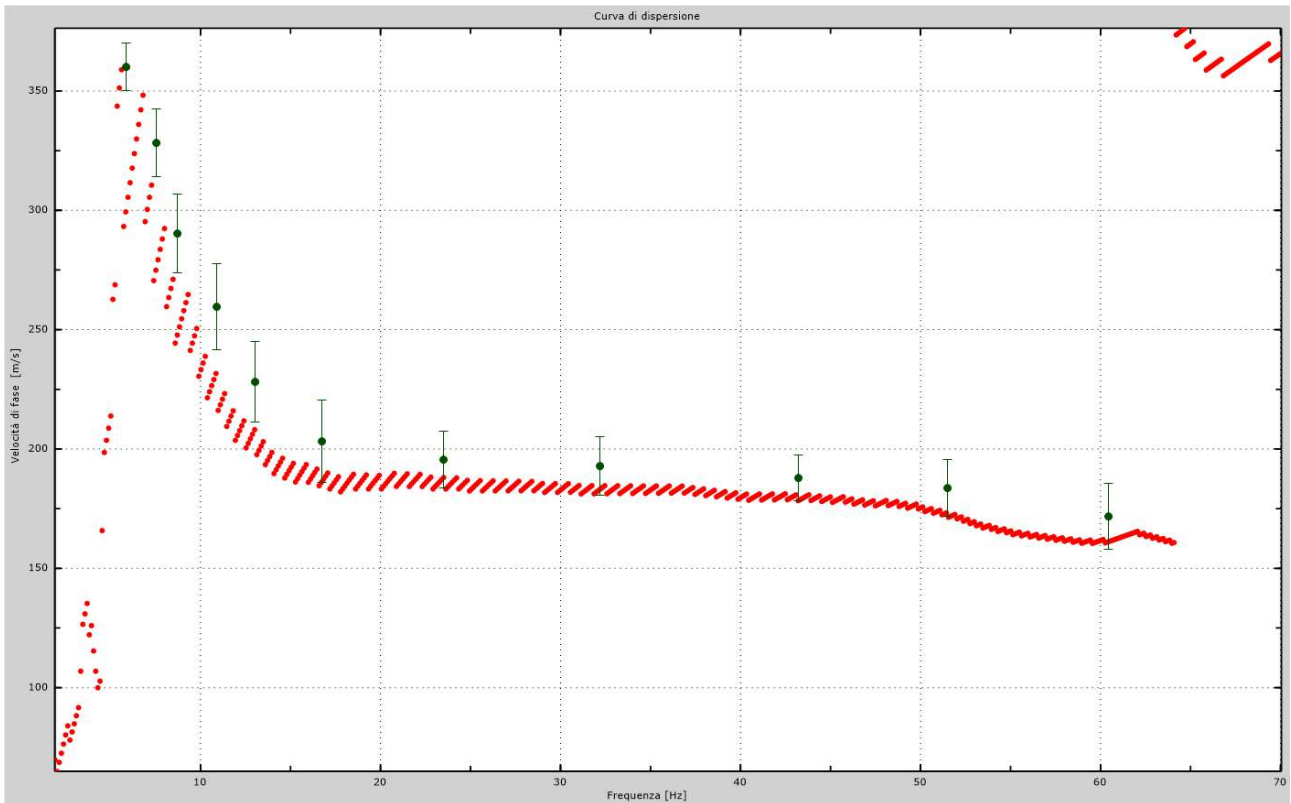


Fig.44 - Curva di dispersione sperimentale.

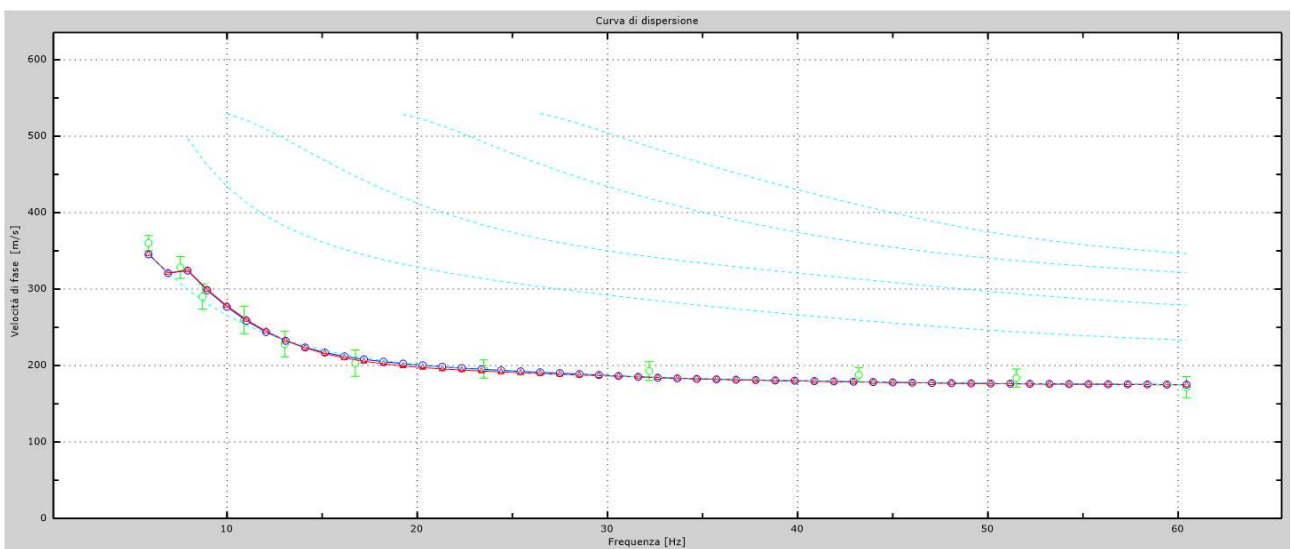


Fig.45 - Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente (blu), curva numerica (rosso).

L'analisi dello spettro "velocità di fase -frequenza" ha consentito di ricostruire un modello sismico monodimensionale del sottosuolo, il quale risulta costituito dall'andamento della velocità delle onde di taglio V_s in funzione della profondità (Fig.46). Si precisa infine che, come esposto sinteticamente nel paragrafo inerente la metodologia M.A.S.W., il modello del sottosuolo e di conseguenza anche l'inversione di velocità rilevata, sono stati ottenuti in corrispondenza del punto medio del profilo di acquisizione.

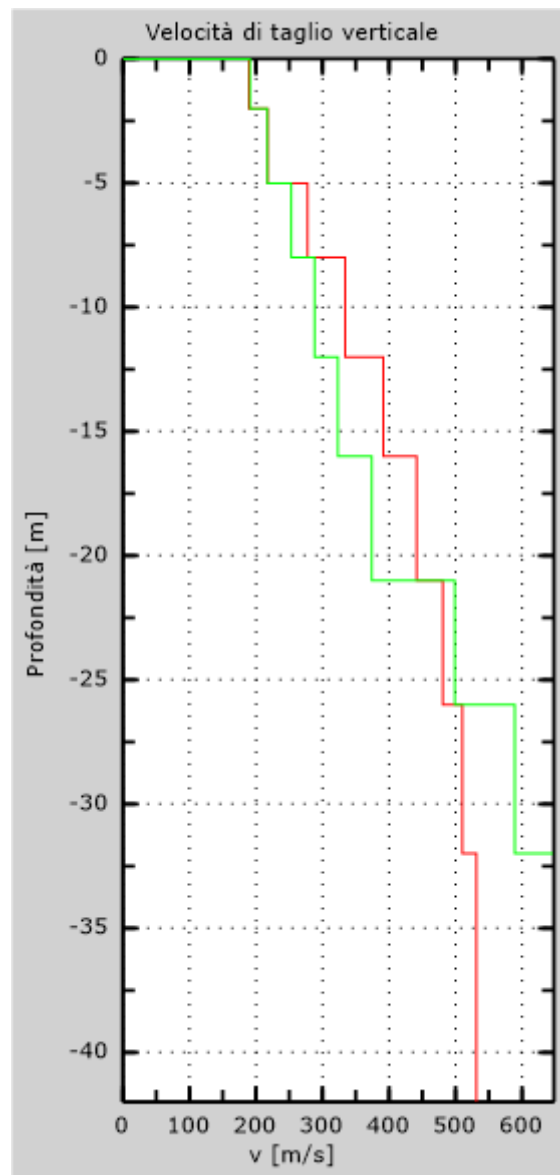


Fig. 46 - Profilo Vs – calcolato a partire dall'attuale p.c.

5.7 Stendimento sismico GG': interpretazione dei dati

Per il profilo in questione sono stati eseguiti alcuni scoppi effettuati a 1 m di distanza dal primo e dall'ultimo geofono. Il treno di onde generato da ciascun colpo di massa battente è stato campionato con intervallo temporale di 1.22 secondi (Fig.47).

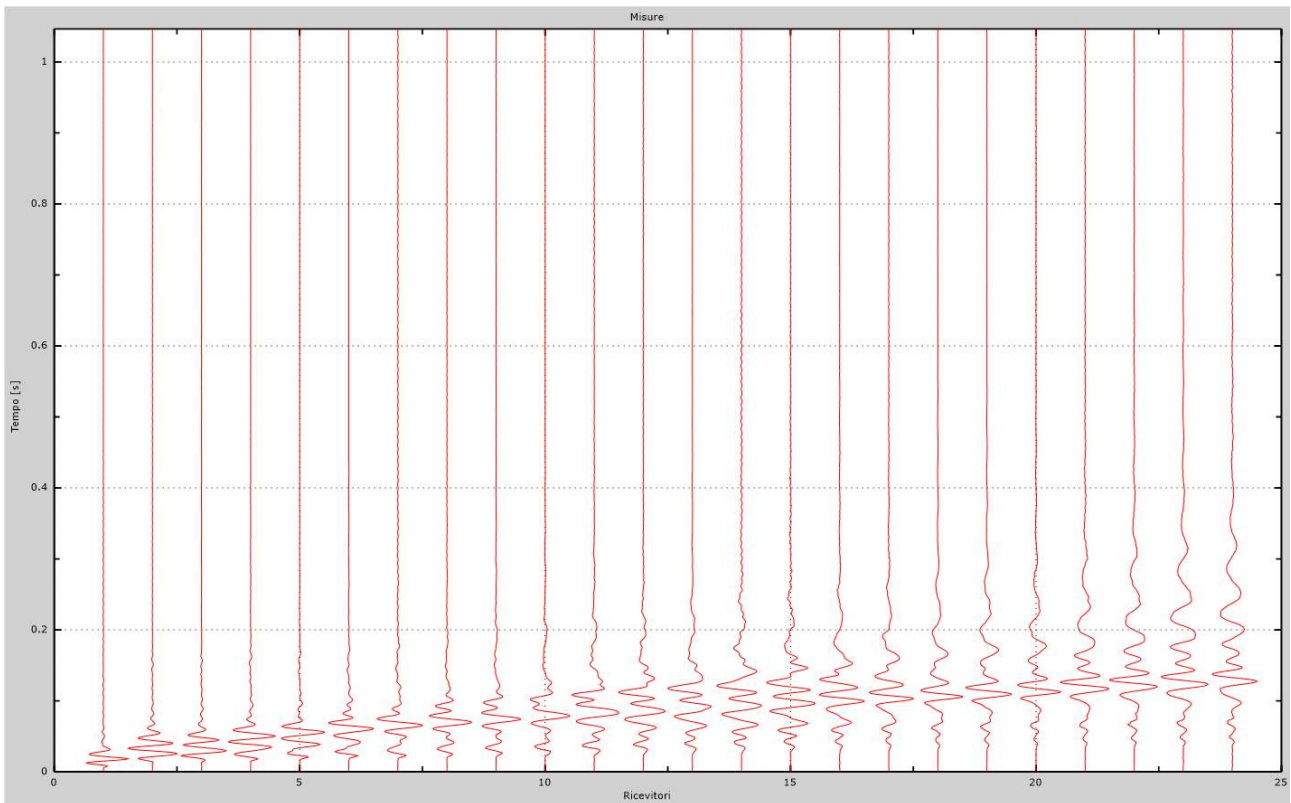


Fig. 47 – Sismogrammi dello scoppio considerato per l'analisi MASW del profilo GG'

L'individuazione del profilo V_s in funzione della profondità è stato desunto individuando la differenza (errore massimo) tra la curva di dispersione sperimentale (Fig.48) e la curva di dispersione numerica corrispondente al modello di suolo assegnato (Fig.49). Minore appare tale imprecisione, maggiore risulta la probabilità che il profilo delle onde di taglio individuato sia quello giusto.

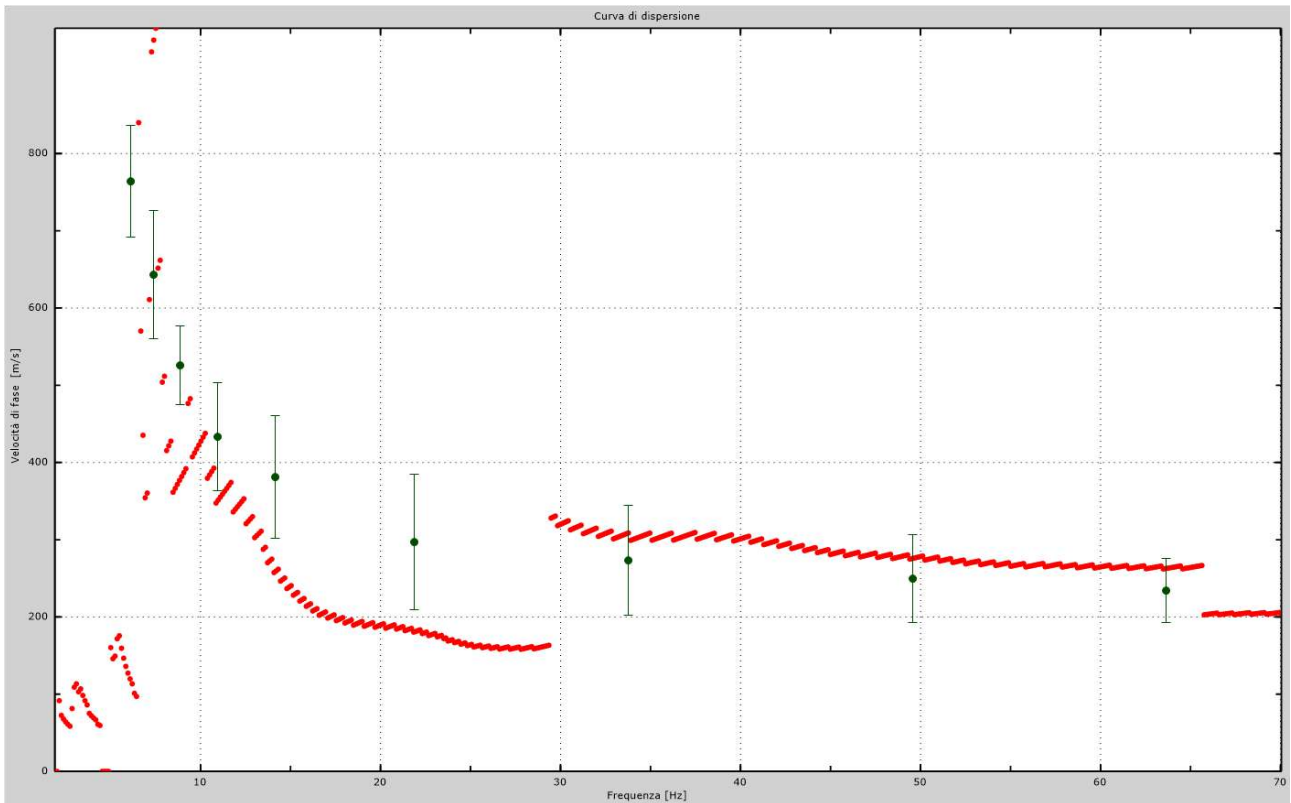


Fig.48 - Curva di dispersione sperimentale.

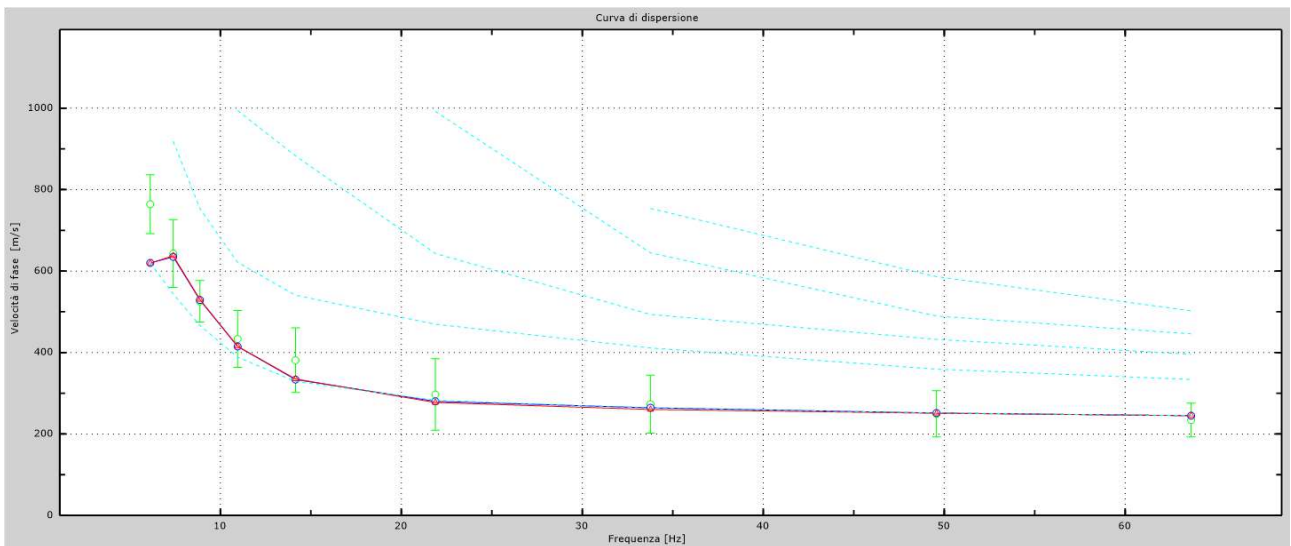


Fig.49 - Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente(blu), curva numerica (rosso).

L'analisi dello spettro "velocità di fase -frequenza" ha consentito di ricostruire un modello sismico monodimensionale del sottosuolo, il quale risulta costituito dall'andamento della velocità delle onde di taglio V_s in funzione della profondità (Fig.50). Si precisa infine che, come esposto sinteticamente nel paragrafo inerente la metodologia M.A.S.W., il modello del sottosuolo e di conseguenza anche l'inversione di velocità rilevata, sono stati ottenuti in corrispondenza del punto medio del profilo di acquisizione.

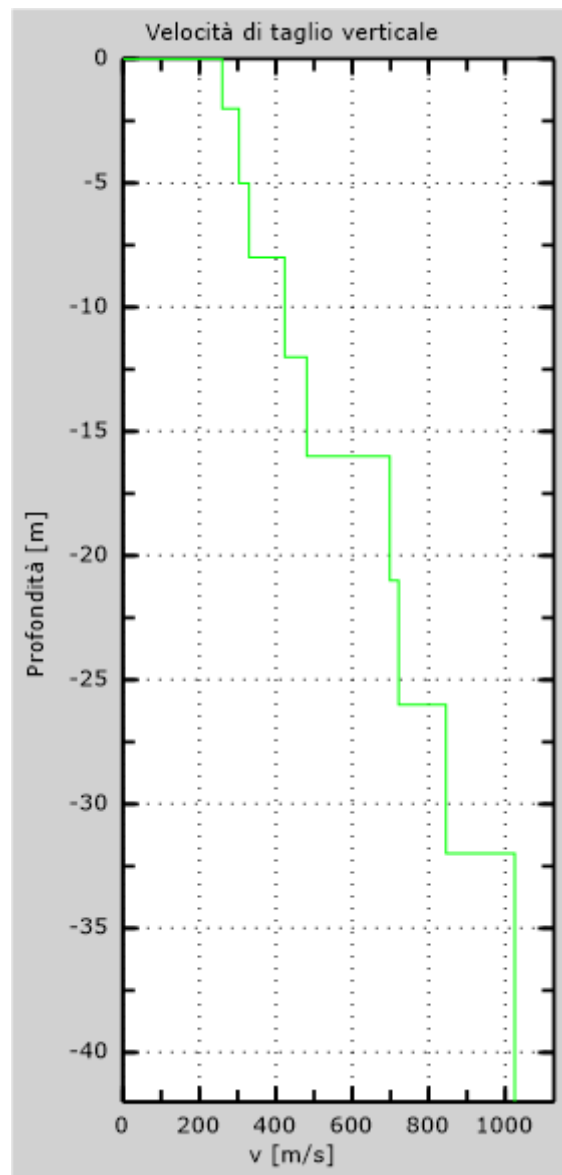


Fig. 50 - Profilo Vs – calcolato a partire dall'attuale p.c.

6. CLASSIFICAZIONE DEL SOTTOSUOLO DI FONDAZIONE

Sulla base delle risultanze dell'indagine MASW condotte nell'area oggetto di studio, il sottosuolo di fondazione è stato classificato ai sensi delle normative che attualmente regolano il settore (Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, recepita dalla Regione Puglia nel marzo 2004; DGR Puglia 2 marzo 2004 e dalle modifiche allo stesso portate dal Consiglio dei ministri con ordinanza n.3431 del 03.05.2005, DM 17/01/2018).

L'indagine M.A.S.W. ha consentito la stima dei valori delle velocità medie delle onde sismiche di taglio e, da queste, il calcolo della $V_{s,eq}$ risultante, applicando la seguente formula:

$$V_{s,eq} = \frac{30}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

in cui $V_{s,i}$ e h_i indicano la velocità delle onde di taglio (in m/s) e lo spessore (in m) del sismostrato i -esimo per un totale di N sismostrati presenti.

6.1 Categoria di sottosuolo di fondazione: Profilo AA'

Dati

Numero di strati 8
Profondità piano di posa 0 m

Nr.	Spessore (m)	Velocità (m/s)
1	2.00	306
2	3.00	654
3	3.00	845
4	4.00	899
5	4.00	948
6	5.00	1018
7	5.00	1154
8	6.00	1423

$V_{s,eq}$ 797.88 m/s
Categoria del suolo B

Sulla base della $V_{s,eq}$ calcolata, è possibile assegnare il sottosuolo di fondazione alla Categoria 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.*

6.2 Categoria di sottosuolo di fondazione: Profilo BB'

Dati

Numero di strati 8
 Profondità piano di posa 0 m

Nr.	Spessore (m)	Velocità (m/s)
1	2.00	191
2	3.00	226
3	3.00	235
4	4.00	269
5	4.00	329
6	5.00	451
7	8.00	625
8	6.00	954

V_{s,eq} 331.71 m/s
Categoria del suolo E

Sulla base della $V_{s,eq}$ calcolata, è possibile assegnare il sottosuolo di fondazione alla Categoria E - *Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.*

6.3 Categoria di sottosuolo di fondazione: Profilo CC'

Dati

Numero di strati 4
 Profondità piano di posa 0 m

Nr.	Spessore (m)	Velocità (m/s)
1	4.00	151
2	9.00	411
3	15.00	485
4	5.00	745

V_{s,eq} 365.85 m/s
Categoria del suolo B

Sulla base della $V_{s,eq}$ calcolata, è possibile assegnare il sottosuolo di fondazione alla Categoria 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.*

6.4 Categoria di sottosuolo di fondazione: Profilo DD'

Dati

Numero di strati 7
 Profondità piano di posa 0 m

Nr.	Spessore (m)	Velocità (m/s)
1	2.00	249
2	3.00	275
3	7.00	344
4	4.00	550
5	5.00	589
6	5.00	625
7	6.00	845

V_{s,eq} 412.36 m/s
Categoria del suolo B

Sulla base della $V_{s,eq}$ calcolata, è possibile assegnare il sottosuolo di fondazione alla Categoria 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.*

6.5 Categoria di sottosuolo di fondazione: Profilo EE'

Dati

Numero di strati 8
 Profondità piano di posa 0 m

Nr.	Spessore (m)	Velocità (m/s)
1	2.00	201
2	3.00	222
3	3.00	301
4	4.00	332
5	4.00	389
6	5.00	401
7	5.00	589
8	6.00	659

V_{s,eq} 362.37 m/s
Categoria del suolo B

Sulla base della $V_{s,eq}$ calcolata, è possibile assegnare il sottosuolo di fondazione alla Categoria 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.*

6.6 Categoria di sottosuolo di fondazione: Profilo FF'

Dati

Numero di strati 8
 Profondità piano di posa 0 m

Nr.	Spessore (m)	Velocità (m/s)
1	2.00	191
2	3.00	217
3	3.00	253
4	4.00	288
5	4.00	323
6	5.00	374
7	5.00	499
8	6.00	589

V_{s,eq} 323.95 m/s
Categoria del suolo C

Sulla base della $V_{s,eq}$ calcolata, è possibile assegnare il sottosuolo di fondazione alla Categoria C - *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.*

6.7 Categoria di sottosuolo di fondazione: Profilo GG'

Dati

Numero di strati 8
 Profondità piano di posa 0 m

Nr.	Spessore (m)	Velocità (m/s)
1	3.00	260
2	3.00	304
3	3.00	330
4	4.00	423
5	4.00	481
6	5.00	698
7	5.00	721
8	6.00	845

V_{s,eq} 432.91 m/s
Categoria del suolo B

Sulla base della $V_{s,eq}$ calcolata, è possibile assegnare il sottosuolo di fondazione alla Categoria 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.*

7. CARATTERIZZAZIONE ELASTICO-MECCANICA DEI TERRENI DI FONDAZIONE

7.1 Stendimento sismico AA'

Nel dettaglio quindi si riporta una tabella riassuntiva delle principali caratteristiche elasto-meccaniche dei sismostrati individuati per lo stendimento sismico AA'. I valori delle Vs sono stati ricavati in modo indiretto dalla prova MASW.

Prof. m da p.c.	Sismostrato	VPi (m/sec)	VSi (m/sec)	g (gr/cm ³)	G ₀ (Kg/cm ²)	K (Kg/cm ²)	E (kg/cm ²)	M (kg/cm ²)	μ	Vp/Vs	IS (t*m ⁻² *sec ⁻¹)
0.00	A - TETTO	250.00	115.00	1.46	194.9	661.2	532.4	921.0	0.37	2.17	167.45
3.00	A - LETTO	750.00	306.00	1.79	1700.2	7946.5	4761.0	10213.4	0.40	2.45	548.98
3.00	B - TETTO	750.00	306.00	1.79	1700.2	7946.5	4761.0	10213.4	0.40	2.45	548.98
7.00	B - LETTO	1500.00	845.00	2.05	14789.6	26884.9	37493.7	46604.4	0.27	1.78	1729.36
7.00	C - TETTO	1500.00	845.00	2.05	1.5E+04	2.7E+04	3.7E+04	4.7E+04	0.27	1.78	1729.36
13.00	C - LETTO	3500.00	1423.00	2.40	4.9E+04	2.3E+05	1.0E+00	3.0E+05	0.30	2.46	3420.96

Dove,

g = densità sismica calcolata mediante la seguente formula: $0.51 V_p^{0.19}$;

G₀ = Modulo di taglio; K = Modulo di volume; E = Modulo di Young; M = Modulo di contrasto; IS = Impedenza sismica;

μ = modulo di Poisson.

7.2 Stendimento sismico BB'

Nel dettaglio quindi si riporta una tabella riassuntiva delle principali caratteristiche elasto-meccaniche dei sismostrati individuati per lo stendimento sismico BB'. I valori delle Vs sono stati ricavati in modo indiretto dalla prova MASW.

Prof. m da p.c.	Sismostrato	VPi (m/sec)	VSi (m/sec)	g (gr/cm ³)	G ₀ (Kg/cm ²)	K (Kg/cm ²)	E (kg/cm ²)	M (kg/cm ²)	μ	Vp/Vs	IS (t*m ⁻² *sec ⁻¹)
0.00	A - TETTO	250.00	191.00	1.46	537.6	204.2	859.0	921.0	-0.20	1.31	278.11
2.00	A - LETTO	750.00	329.00	1.79	1965.4	7592.9	5427.8	10213.4	0.38	2.28	590.24
2.00	B - TETTO	750.00	329.00	1.79	1965.4	7592.9	5427.8	10213.4	0.38	2.28	590.24
6.00	B - LETTO	1500.00	625.00	2.05	8091.0	35816.3	22573.3	46604.4	0.39	2.40	1279.11

Dove,

g = densità sismica calcolata mediante la seguente formula: $0.51 V_p^{0.19}$;

G₀ = Modulo di taglio; K = Modulo di volume; E = Modulo di Young; M = Modulo di contrasto; IS = Impedenza sismica;

μ = modulo di Poisson.

7.3 Stendimento sismico CC'

Nel dettaglio quindi si riporta una tabella riassuntiva delle principali caratteristiche elasto-meccaniche dei sismostrati individuati per lo stendimento sismico CC'. I valori delle Vs sono stati ricavati in modo indiretto dalla prova MASW.

Prof. m da p.c.	Sismostrato	V _{Pi} (m/sec)	V _{Si} (m/sec)	g (gr/cm ³)	G ₀ (Kg/cm ²)	K (Kg/cm ²)	E (kg/cm ²)	M (kg/cm ²)	μ	V _p /V _s	IS (t [*] m ⁻² *sec ⁻¹)
0.00	A - TETTO	200.00	151.00	1.40	322.1	135.6	539.2	565.0	-0.16	1.32	210.74
4.00	A - LETTO	600.00	411.00	1.72	2939.8	2345.5	6220.5	6265.2	0.06	1.46	706.74
4.00	B - TETTO	600.00	411.00	1.72	2939.8	2345.5	6220.5	6265.2	0.06	1.46	706.74
9.00	B - LETTO	1250.00	745.00	1.98	11104.8	16455.8	27196.8	31262.2	0.22	1.68	1472.78

Dove,

g = densità sismica calcolata mediante la seguente formula: $0.51 V_p^{0.19}$;

G₀ = Modulo di taglio; K = Modulo di volume; E = Modulo di Young; M = Modulo di contrasto; IS = Impedenza sismica;

μ = modulo di Poisson.

7.4 Stendimento sismico DD'

Nel dettaglio quindi si riporta una tabella riassuntiva delle principali caratteristiche elasto-meccaniche dei sismostrati individuati per lo stendimento sismico DD'. I valori delle Vs sono stati ricavati in modo indiretto dalla prova MASW.

Prof. m da p.c.	Sismostrato	V _{Pi} (m/sec)	V _{Si} (m/sec)	g (gr/cm ³)	G ₀ (Kg/cm ²)	K (Kg/cm ²)	E (kg/cm ²)	M (kg/cm ²)	μ	V _p /V _s	IS (t [*] m ⁻² *sec ⁻¹)
0.00	A - TETTO	250.00	115.00	1.46	194.9	661.2	532.4	921.0	0.37	2.17	167.45
2.00	A - LETTO	750.00	344.00	1.79	2148.6	7348.6	5873.5	10213.4	0.37	2.18	617.15
2.00	B - TETTO	750.00	344.00	1.79	2148.6	7348.6	5873.5	10213.4	0.37	2.18	617.15
5.00	B - LETTO	1500.00	625.00	2.05	8091.0	35816.3	22573.3	46604.4	0.39	2.40	1279.11
5.00	C - TETTO	1500.00	625.00	2.05	8.1E+03	3.6E+04	2.3E+04	4.7E+04	0.39	2.40	1279.11
7.00	C - LETTO	2500.00	845.00	2.26	1.6E+04	1.2E+05	1.0E+00	1.4E+05	0.30	2.96	1905.62

Dove,

g = densità sismica calcolata mediante la seguente formula: $0.51 V_p^{0.19}$;

G₀ = Modulo di taglio; K = Modulo di volume; E = Modulo di Young; M = Modulo di contrasto; IS = Impedenza sismica;

μ = modulo di Poisson.

7.5 Stendimento sismico EE'

Nel dettaglio quindi si riporta una tabella riassuntiva delle principali caratteristiche elasto-meccaniche dei sismostrati individuati per lo stendimento sismico EE'. I valori delle Vs sono stati ricavati in modo indiretto dalla prova MASW.

Prof. m da p.c.	Sismostrato	V _{Pi} (m/sec)	V _{Si} (m/sec)	g (gr/cm ³)	G ₀ (Kg/cm ²)	K (Kg/cm ²)	E (kg/cm ²)	M (kg/cm ²)	μ	V _p /V _s	IS (t*m ⁻² *sec ⁻¹)
0.00	A - TETTO	250.00	201.00	1.46	595.4	127.2	697.7	921.0	-0.41	1.24	292.67
2.00	A - LETTO	750.00	332.00	1.79	2001.4	7544.9	5516.3	10213.4	0.38	2.26	595.62
2.00	B - TETTO	750.00	332.00	1.79	2001.4	7544.9	5516.3	10213.4	0.38	2.26	595.62
5.00	B - LETTO	1250.00	659.00	1.98	8689.0	19676.9	22722.4	31262.2	0.31	1.90	1302.77
5.00	C - TETTO	1250.00	659.00	1.98	8.7E+03	2.0E+04	2.3E+04	3.1E+04	0.31	1.90	1302.77
10.00	C - LETTO	2750.00	1245.00	2.30	3.6E+04	1.3E+05	1.0E+00	1.8E+05	0.30	2.21	2858.99

Dove,

g = densità sismica calcolata mediante la seguente formula: $0.51 V_p^{0.19}$;

G₀ = Modulo di taglio; K = Modulo di volume; E = Modulo di Young; M = Modulo di contrasto; IS = Impedenza sismica;

μ = modulo di Poisson.

7.6 Stendimento sismico FF'

Nel dettaglio quindi si riporta una tabella riassuntiva delle principali caratteristiche elasto-meccaniche dei sismostrati individuati per lo stendimento sismico FF'. I valori delle Vs sono stati ricavati in modo indiretto dalla prova MASW.

Prof. m da p.c.	Sismostrato	V _{Pi} (m/sec)	V _{Si} (m/sec)	g (gr/cm ³)	G ₀ (Kg/cm ²)	K (Kg/cm ²)	E (kg/cm ²)	M (kg/cm ²)	μ	V _p /V _s	IS (t*m ⁻² *sec ⁻¹)
0.00	A - TETTO	250.00	201.00	1.46	595.4	127.2	697.7	921.0	-0.41	1.24	292.67
2.00	A - LETTO	750.00	332.00	1.79	2001.4	7544.9	5516.3	10213.4	0.38	2.26	595.62
2.00	B - TETTO	750.00	332.00	1.79	2001.4	7544.9	5516.3	10213.4	0.38	2.26	595.62
4.00	B - LETTO	1250.00	659.00	1.98	8689.0	19676.9	22722.4	31262.2	0.31	1.90	1302.77
4.00	C - TETTO	1250.00	659.00	1.98	8.7E+03	2.0E+04	2.3E+04	3.1E+04	0.31	1.90	1302.77
6.00	C - LETTO	2750.00	1245.00	2.30	3.6E+04	1.3E+05	1.0E+00	1.8E+05	0.30	2.21	2858.99

Dove,

g = densità sismica calcolata mediante la seguente formula: $0.51 V_p^{0.19}$;

G₀ = Modulo di taglio; K = Modulo di volume; E = Modulo di Young; M = Modulo di contrasto; IS = Impedenza sismica;

μ = modulo di Poisson.

7.7 Stendimento sismico GG'

Nel dettaglio quindi si riporta una tabella riassuntiva delle principali caratteristiche elasto-meccaniche dei sismostrati individuati per lo stendimento sismico GG'. I valori delle Vs sono stati ricavati in modo indiretto dalla prova MASW.

Prof. m da p.c.	Sismostrato	V _{Pi} (m/sec)	V _{Si} (m/sec)	g (gr/cm ³)	G ₀ (Kg/cm ²)	K (Kg/cm ²)	E (kg/cm ²)	M (kg/cm ²)	μ	V _p /V _s	IS (t*m ⁻² *sec ⁻¹)
0.00	A - TETTO	250.00	165.00	1.46	401.2	386.1	894.0	921.0	0.11	1.52	240.25
3.00	A - LETTO	750.00	330.00	1.79	1977.3	7577.0	5457.2	10213.4	0.38	2.27	592.03
3.00	B - TETTO	750.00	330.00	1.79	1977.3	7577.0	5457.2	10213.4	0.38	2.27	592.03
5.00	B - LETTO	1250.00	698.00	1.98	9747.9	18265.0	24827.0	31262.2	0.27	1.79	1379.87

Dove,

g = densità sismica calcolata mediante la seguente formula: $0.51 V_p^{0.19}$;

G₀ = Modulo di taglio; K = Modulo di volume; E = Modulo di Young; M = Modulo di contrasto; IS = Impedenza sismica;

μ = modulo di Poisson.

8. DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

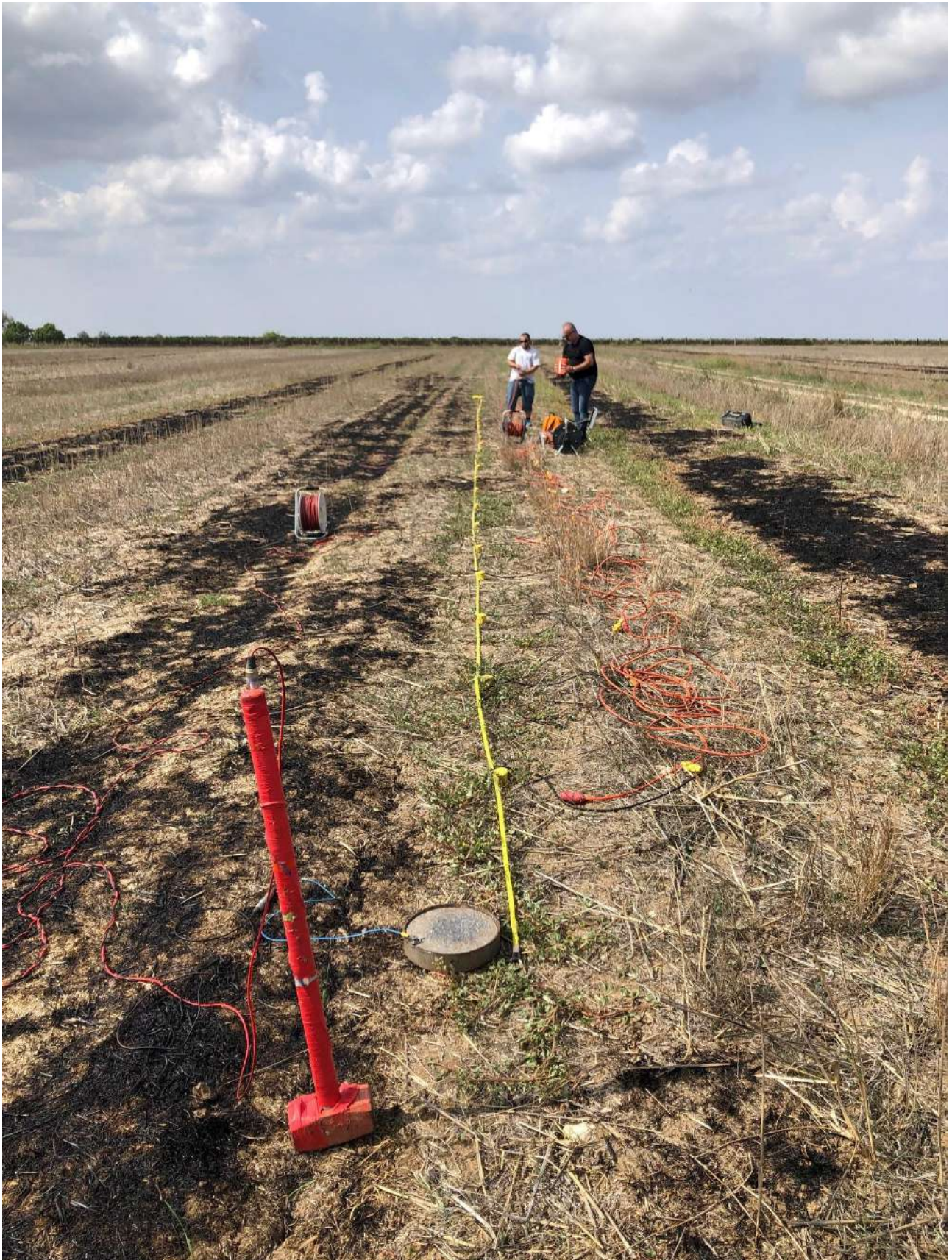
STENDIMENTO AA'



STENDIMENTO BB'



STENDIMENTO CC'



STENDIMENTO DD'



STENDIMENTO EE'



STENDIMENTO FF'



STENDIMENTO GG'



Alberobello, 08.10.2021