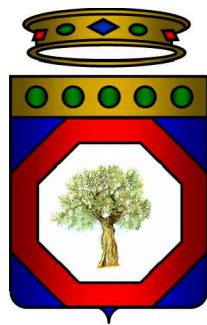


Comune di : SANT'AGATA di PUGLIA

Provincia di : FOGGIA

Regione : PUGLIA



PROPONENTE



S2SE TRE srl  
Via di Selva Candida, 452 - 00166 ROMA (RM)

OPERA

## PROGETTO DEFINITIVO

IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE RINNOVABILE AGRIVOLTAICA DI POTENZA NOMINALE PARI A 59.347,44 kWp CON SISTEMA DI ACCUMULO INTEGRATO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE RTN

### "SOLARE SANT'AGATA DI PUGLIA - S2S"

OGGETTO

TITOLO ELABORATO :

RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA

DATA : 27 novembre 2023

N°/CODICE ELABORATO :

SCALA : ---

Tipologia : REL (RELAZIONI)

REL 006

I TECNICI

PROGETTISTI:



S2S ENERGY s.r.l.  
Via di Selva Candida, 452  
00166 ROMA  
Ing. Fernando Sonnino  
Project Manager

TIMBRI E FIRME:



Il geologo Dott. Luigi Candido

00

202202436

Emissione per Progetto Definitivo - Istanza di VIA e AU

S2SE TRE srl

Ing. Fernando Sonnino

Ing. Fernando Sonnino

N° REVISIONE

Cod. STMG

OGGETTO DELLA REVISIONE

ELABORAZIONE

VERIFICA

APPROVAZIONE

Proprietà e diritto del presente documento sono riservati - la riproduzione è vietata

<b>1</b>	<b>Sommario</b>	
<b>1</b>	<b>PREMESSA</b> .....	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOGRAFICO</b> .....	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>GEOLOGIA REGIONALE</b> .....	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>GEOMORFOLOGIA E AMBIENTE IDRICO</b> .....	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>INDAGINI GEOGNOSTICHE</b> .....	<b>6</b>
5.1	<b>RILIEVO TOPOGRAFICO DEI PUNTI DI INDAGINE</b> .....	<b>6</b>
5.2	<b>INDAGINI SISMICHE</b> .....	<b>6</b>
5.2.1	STRUMENTAZIONE UTILIZZATA E ACQUISIZIONE .....	6
5.2.2	INDAGINI DI SISMICA A RIFRAZIONE: METODOLOGIA ED ACQUISIZIONE .....	7
5.2.3	INDAGINE MASW: METODOLOGIA ED ACQUISIZIONE .....	8
5.2.4	PROCESSING E RISULTATI DELL'INDAGINE MASW .....	10
5.2.5	INDAGINI PENETROMETRICHE .....	18
<b>6</b>	<b>CARATTERI LITOSTRATIGRAFICI</b> .....	<b>43</b>
<b>7</b>	<b>SISMICITÀ DELL'AREA</b> .....	<b>43</b>
<b>8</b>	<b>CONDIZIONI TOPOGRAFICHE LOCALI</b> .....	<b>44</b>
<b>9</b>	<b>CATEGORIA DI SOTTOSUOLO</b> .....	<b>44</b>
<b>10</b>	<b>PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO</b> .....	<b>45</b>
10.1	<b>CONDIZIONI DI VERIFICA DEL VERSANTE</b> .....	<b>46</b>
10.2	<b>CALCOLO DELLA STABILITÀ DEL VERSANTE</b> .....	<b>47</b>
10.2.1	DEFINIZIONE.....	47
10.2.2	INTRODUZIONE ALL'ANALISI DI STABILITÀ .....	47
10.2.3	METODO EQUILIBRIO LIMITE (LEM).....	48
10.2.4	METODO DEI CONCI .....	48
10.2.5	METODO DI BISHOP (1955).....	49
10.2.6	VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA .....	50
10.2.7	RICERCA DELLA SUPERFICIE DI SCORRIMENTO CRITICA .....	50
<b>11</b>	<b>CONCLUSIONI</b> .....	<b>59</b>
	<b>Allegati</b> .....	<b>60</b>
	<b>Bibliografia</b> .....	<b>61</b>

## 1 PREMESSA

La presente Relazione geologica e sismica accompagna il progetto avente per la realizzazione di un impianto agrivoltaico alimentato da fonte solare, che sarà installato a terra su terreni agricoli situati in agro del comune di Sant'Agata di Puglia (FG).

L'impianto agrivoltaico denominato "SOLARE SANT'AGATA DI PUGLIA – S2S" verrà realizzato su due Lotti in un terreno agricolo di circa 130 ha, su strutture ad inseguimento solare monoassiali del tipo "2-in-portrait" (tracker), con una potenza nominale installata di 59.347,44 kWp e con una potenza in immissione pari a 57.050 kW.

Lo scrivente Dott. Geol. Luigi Candido, iscritto all'Ordine dei Geologi della Puglia al n.674, ha redatto la presente relazione su incarico della UNING srl per conto della Società proponente del "Progetto per la Costruzione di un Impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile agrivoltaica di potenza nominale pari a 59.347,44 kWp con sistema di accumulo integrato e relative opere di connessione alla rete RTN".

Lo studio geologico si è svolto in ottemperanza al D.M. del 11/03/1988, all'ordinanza del presidente del consiglio dei Ministri n°3274 del 20/03/2003 e alle disposizioni dettate dal nuovo Norme Tecniche sulle Costruzioni D.M. del 17/01/2018 al fine di ricostruire un modello geologico e geotecnico atto a fornire i caratteri stratigrafici, litologici del sito.

L'area interessata dall'intervento di progetto ed i territori ad essa circostanti, sono caratterizzati da una morfologia molto blanda.

Essa è inserita nelle aree a Pericolosità Geomorfologica (PG1) Media e Moderata.

I dati riportati nella presente relazione derivano dal rilevamento geologico effettuato sull'area di progetto e da indagini specifiche sia di tipo diretto che di tipo indiretto.



### 3 GEOLOGIA REGIONALE

L'evoluzione geologica strutturale del Subappennino Dauno si può fare partire dalla deposizione del flysch miocenico al di sopra della serie basale. La trasgressione miocenica, ha comportato lo sviluppo di una fossa nella quale si sono accumulati i depositi terrigeni provenienti dalle vicine aree emerse. Un nuovo abbassamento, avvenuto in età pliocenica, ha permesso la sedimentazione trasgressiva sul flysch miocenico di terreni più recenti.

Venendo alla litostratigrafia del territorio di Sant'Agata, negli immediati dintorni dell'abitato affiorano, dalla più antica alla più recente, le seguenti formazioni geologiche:

- **Complesso indifferenziato:** complesso di argille varicolori con intercalazioni di calcari, brecciole e arenarie, del Paleogene-Cretaceo;
- **Complesso marnoso (Mm):** di età miocenica, è costituito da marne e argille siltose, associate a brecciole calcaree e calcari bianchi; dalle osservazioni eseguite sui vari affioramenti sembrerebbe potersi ammettere che questo complesso sia in prevalenza sottostante alla Formazione della Daunia, anche se in alcune zone potrebbe essere considerato una variazione laterale della parte basale di detta formazione, in quanto in esso si trovano associazioni litologiche simili a quelle di detta formazione.
- **Formazione della Daunia (bcD):** costituisce un complesso entro la serie del Flysch della Daunia e si estende per decine di chilometri lungo il margine orientale dell'appennino abruzzese e apulo-campano; di età miocenica, esso è costituito da una alternanza di litotipi diversi (breccie, calcareniti, marne ed argille di vario colore, calcari, arenarie e puddinghe poligeniche) associati tra loro in modo vario; nella zona di Sant'Agata prevalgono calcareniti e brecciole associate a calcari marnosi e arenarie con interstrati di argilloscisti.
- **Puddinghe poligeniche (Pp):** di età pliocenica, sono formate da puddinghe poligeniche variamente cementate, associate a orizzonti e lenti sabbiose sempre ben stratificate, di colore variabile dal bruno al giallastro; il deposito è particolarmente potente nella zona di Sant'Agata ove occupa le aree più orientali dei contrafforti appenninici; in discordanza angolare sulle argille varicolori e sul Flysch di Faeto, presenta uno spessore considerevole (< 50 m); i ciottoli si presentano sub arrotondati, di dimensioni da 2 a 15 cm e sono dati da calcari, calcari marnosi, calcareniti, calciruditi, arenarie, selce, silt;
- **Sabbie e arenarie plioceniche (Ps):** sono costituite da sabbie e arenarie con lenti e strati di conglomerati poligenici ed argille sabbiose; nell'area di interesse esse si ritrovano nella parte più alta degli affioramenti pliocenici;
- **Argille plioceniche (Pa):** trattasi di sedimenti argilloso-siltosi di colore grigiastro in cui si alternano strati sabbioso-argillosi e sabbiosi sia grigi che giallastri; si rinvengono in corrispondenza di aree in cui la serie dei terreni pliocenici è piuttosto potente, poggiando a volte senza evidenti segni di trasgressione e di discordanza sui sedimenti del Miocene superiore.

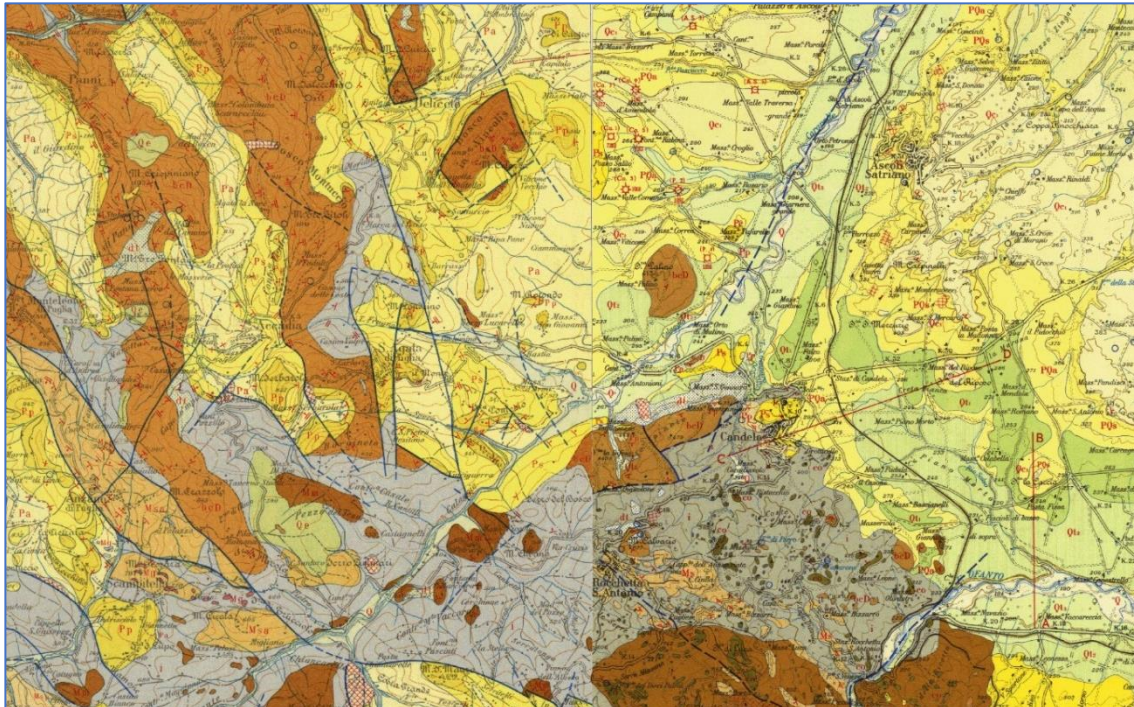


Figura 2 - Stralci (uniti) dei Fogli 174 Ariano Irpino e 175 Cerignola della Carta Geologica d'Italia 1:100.000

#### 4 GEOMORFOLOGIA E AMBIENTE IDRICO

Le aree interessate dal progetto, così come quelle vicine, sono caratterizzate da rilievi collinari dolci, modellati nei sedimenti argillosi. Le quote sono comprese tra i 400 ed i 300 m. s.l.m.m. . Le pendenze non sono mai eccessive e solo in alcuni piccoli tratti superano i 15 gradi. Esternamente, in adiacenza all'area di progetto è presente un rilievo caratterizzato da versanti più accentuati a causa dell'affioramento di litotipi maggiormente resistenti. Questo rilievo denominato "M.te Rotondo" dà il nome alla vicina e omonima Masseria. Centralmente all'area del lotto più grande, con direzione SE-NW, è presente un canale con due piccoli canali minori, quasi perpendicolari al primo, che vi confluiscono. L'incisione creata dal canale ha creato una zona maggiormente depressa chiamata Vallone di Monterotondo.

Dal punto di vista idrogeologico l'area è caratterizzata dalla presenza del complesso Argilloso riferibile ai cicli sedimentari pliocenici e pleistocenici. Il complesso, permeabile per porosità, mostra un grado di permeabilità molto basso costituendo un limite di permeabilità definito. Esso consente un modestissimo accumulo di acqua sotterranea negli strati più superficiali. Nell'area si rinvencono piccole falde discontinue, dalla potenzialità variabile e molto legata alla stagionalità.

## 5 INDAGINI GEOGNOSTICHE

### 5.1 RILIEVO TOPOGRAFICO DEI PUNTI DI INDAGINE

Il rilievo dei punti di indagine è stato effettuato mediante sistema GPS RTK Geomax Zenith06 avente le seguenti caratteristiche tecniche.

	<b>SPECIFICHE DEL RICEVITORE</b>		<b>INTERFACCE</b>	
	Motore di misurazione	u-Blox, 184 canali, doppia frequenza, multi-costellazione	Tastiera	Pulsante On/off
	Tracciamento GPS	L1 C/A, L2C	Indicatori di stato LED	Bluetooth, RTK, posizione, batteria
	Tracciamento GLONASS	L1OF, L2OF	<b>SPECIFICHE FISICHE</b>	
	Tracciamento Galileo	E1 B/C, E5b	Dimensioni	139 mm x 80,6 mm x 30,6 mm
	Tracciamento BeiDou	B11, B21	Peso	340 g
	Tracciamento QZSS	L1 C/A, L2C	Temperatura operativa	Da -40 °C a +65°C
	Frequenza di posizionamento	10 Hz	Protezione ambientale	IP67 resistente all'acqua e alla polvere
	<b>PRECISIONE E PRESTAZIONI DEL RICEVITORE *</b>		Umidità	Condensa rara e lieve. ISO 9022-12-04 (+65°C, 92%, 62h)
	RTK	Hz 2 cm + 1 ppm V: 3 cm + 1 ppm	Vibrazioni	Resistente alle forti vibrazioni. ISO 9022-36-03-0
Statica	Hz 2 cm + 1 ppm V: 3 cm + 1 ppm	Urti	Resistente a cadute di 1,2 m su superfici dure	
Inizializzazione del GNSS	Avvio a freddo: 24 s Requisizione: 2 s	<b>ALIMENTAZIONE</b>		
<b>COMUNICAZIONE</b>		Batteria interna	ioni di litio 3,8 V / 6,12 Ah	
Modem 4G LTE	Disponibile sui controller Zenius	Autonomia	> 20 h	
Bluetooth®	BT4.2 LE	* La precisione, l'accuratezza e l'affidabilità di misurazione nonché il tempo di inizializzazione dipendono da vari fattori tra cui il numero di satelliti, il tempo di osservazione, le condizioni atmosferiche, il multipath, ecc. Le cifre riportate presuppongono condizioni normali o favorevoli. Una costellazione completa BeiDou e Galileo aumenterà ulteriormente le prestazioni e l'accuratezza delle misurazioni.		
Porta di comunicazione	USB di tipo C			
Protocolli dati RTK	RTCM 3.0, RTCM 3.1, RTCM 3.2, RTCM 3.3, RTCM MSM			

### 5.2 INDAGINI SISMICHE

Lo scopo delle indagini effettuate è la caratterizzazione dinamica del sottosuolo nelle prime decine di metri con l'individuazione delle principali unità geofisiche e delle relative proprietà meccaniche elastiche, quali velocità delle onde longitudinali P (VP) e velocità delle onde trasversali S (VS).

Sulla base dei valori di VS e del modulo di taglio (G) sarà possibile valutare la rigidità del suolo e fornire delle prime indicazioni sul comportamento dinamico della parte superficiale del sottosuolo, in applicazione alla normativa nazionale e regionale.

Per la ricostruzione del modello geofisico del sito sono state eseguite due indagini di sismica superficiale con il metodo di analisi spettrale delle onde di superficie (Rayleigh) con tecnica MASW ed un'indagine con tecnica a Rifrazione in onde P.

#### 5.2.1 STRUMENTAZIONE UTILIZZATA E ACQUISIZIONE

L'attrezzatura e la strumentazione utilizzata è costituita da:

- un sistema di energizzazione per le onde P: la sorgente è costituita da una mazza del peso di 5 Kg battente verticalmente su piastra circolare in acciaio del diametro di 25 cm posta direttamente sul p.c. per la generazione prevalentemente di onde P.
- un sistema di ricezione: costituito da 24 geofoni verticali monocomponente del tipo elettromagnetico a bobina mobile a massa sospesa con frequenza propria 4.5 Hz ovvero dei trasduttori

di velocità in grado di tradurre in segnale elettrico la velocità con cui il suolo si sposta al passaggio delle onde sismiche prodotte da una specifica sorgente.

- Sistema di acquisizione PASI 16S24U + notebook.

#### 5.2.2 INDAGINI DI SISMICA A RIFRAZIONE: METODOLOGIA ED ACQUISIZIONE

Il metodo sismico a rifrazione si basa sul concetto della bi-rifrazione delle onde elastiche a seguito del fronte d'onda conico. Data una sorgente di onde elastiche e uno stendimento di geofoni lungo un profilo giungeranno in superficie ai geofoni onde dirette, onde riflesse ed onde coniche o birifratte (head wave): le onde analizzate sono quelle birifratte, cioè quelle che giungono sulla superficie di separazione con un angolo d'incidenza critico (secondo la legge di Snell) e che quindi vengono rifratte con un angolo di  $90^\circ$  propagandosi parallelamente alla superficie rifrangente e venendo nuovamente rifratte verso la superficie con lo stesso angolo di incidenza.

I contrasti di proprietà possono essere legati a cause stratigrafiche, strutturali, idrogeologiche; il modello interpretativo del mezzo investigato è di tipo elastico, omogeneo, continuo ed isotropo, mentre la profondità totale di indagine è legata alla lunghezza dello stendimento di ricevitori.

L'interpretazione dei segnali rilevati e la conseguente stima del profilo di velocità delle onde P è articolata nelle seguenti fasi fondamentali:

- Individuazione dei primi arrivi attraverso l'osservazione dei sismogrammi e l'operazione di picking, previa elaborazione dei segnali ed operazioni di filtraggio anche consecutivo con diverse tipologie di filtro digitale;
- Ricostruzione delle dromocrone in P e scelta del modello di sottosuolo da utilizzare nell'interpretazione;
- Linearizzazione delle dromocrone e calcolo delle velocità di propagazione delle onde elastiche analizzate e dei relativi tempi di intercetta;
- Ricostruzione del modello del sottosuolo con calcolo della profondità di ciascun strato omogeneo, continuo ed isotropo tramite il metodo del tempo di intercetta applicabile a ciascun punto di scoppio (metodo a griglia shot-point); questo metodo è applicabile in situazioni litostratigrafiche approssimabili a modelli stratificati a strati piani orizzontali e/o inclinati.

I dati acquisiti, con gli opportuni stacking, sono stati elaborati con il Software Front End della Geogiga ed interpretati con il software Rayfract della Intelligent Resources Inc.

Le indagini sono state eseguite con le configurazioni riportate nella seguente tabella:

<b>Sismica a rifrazione</b>				
<b>Stendimento</b>	<b>numero geofoni</b>	<b>distanza intergeofonica (m)</b>	<b>distanza end-shot (m)</b>	<b>numero minimo energizzazioni</b>
Base Sismica 1	24	2.00	± 2.00	5
Base Sismica 2	24	2.00	± 2.00	5
Base Sismica 3	24	2.00	± 2.00	5
Base Sismica 4	24	2.00	± 2.00	5

L'ubicazione degli stendimenti sismici ed i risultati delle elaborazioni sono riportati in allegato.



### 5.2.3 INDAGINE MASW: METODOLOGIA ED ACQUISIZIONE

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine non invasiva che permette di individuare il profilo di velocità delle onde di taglio VS, sulla base della misura delle onde superficiali eseguita in corrispondenza di diversi sensori (geofoni nel caso specifico) posti sulla superficie del suolo. Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive (fenomeno della dispersione geometrica), cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo (Achenbach, J.D., 1999, Aki, K. and Richards, P.G., 1980) o detto in maniera equivalente la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione. La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali e quindi danno informazioni sulla parte più superficiale del suolo, invece onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi e quindi interessano gli strati più profondi del suolo.

Il metodo di indagine MASW utilizzato è di tipo attivo in quanto le onde superficiali sono generate in un punto sulla superficie del suolo (tramite energizzazione con mazza battente parallelamente all'array) e misurate da uno stendimento lineare di sensori. Il metodo attivo generalmente consente di ottenere una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale apparente nel range di frequenze compreso tra 5-10Hz e 70-100Hz, quindi fornisce informazioni sulla parte più superficiale del suolo, generalmente compresa nei primi 30m-50m, in funzione della rigidità del suolo e delle caratteristiche della sorgente.

I fondamenti teorici del metodo MASW fanno riferimento ad un semispazio stratificato con strati paralleli e orizzontali, quindi una limitazione alla sua applicabilità potrebbe essere rappresentata dalla presenza di pendenze significative superiori a 20°, sia della topografia sia delle diverse discontinuità elastiche.

La metodologia utilizzata consiste in tre fasi:

- calcolo della curva di dispersione sperimentale dal campo di moto acquisito nel dominio spazio-tempo lungo lo stendimento, energizzando alternativamente ai due estremi dello stendimento;
- calcolo della curva di dispersione apparente numerica mediante il metodo Roma (2001)
- calcolo della curva di dispersione effettiva numerica mediante il metodo Lai-Rix (1998)
- individuazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali VSV, modificando opportunamente lo spessore  $h$ , le velocità delle onde di taglio VSV e di compressione VP (o in alternativa il coefficiente di Poisson  $\nu$ ), la densità di massa  $\rho$  degli strati che costituiscono il modello del suolo, fino a raggiungere una sovrapposizione ottimale tra la curva di dispersione sperimentale e la curva di dispersione numerica corrispondente al modello di suolo assegnato;

L'affidabilità del profilo di velocità VS trovato durante il processo di inversione è valutata tramite la definizione dell'errore relativo tra le due curve.

L'elaborazione è stata eseguita tramite il software WINMASW della Eliosoft.

Sulla base di valutazioni incrociate sull'attendibilità dei risultati ottenuti dalle ricostruzioni sismiche è possibile scegliere il modello ritenuto più conforme alla situazione litostratigrafica presente nell'area e di cui è sempre preferibile avere a disposizione informazioni dirette di tipo geologico, geotecnico e/o idrogeologico.

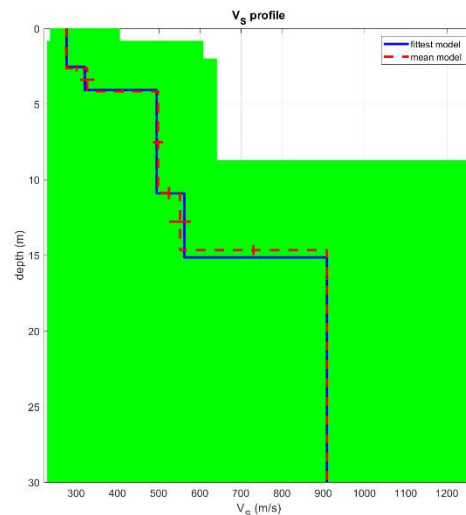
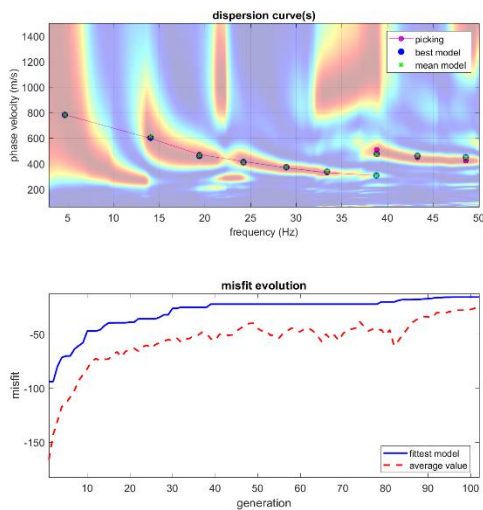
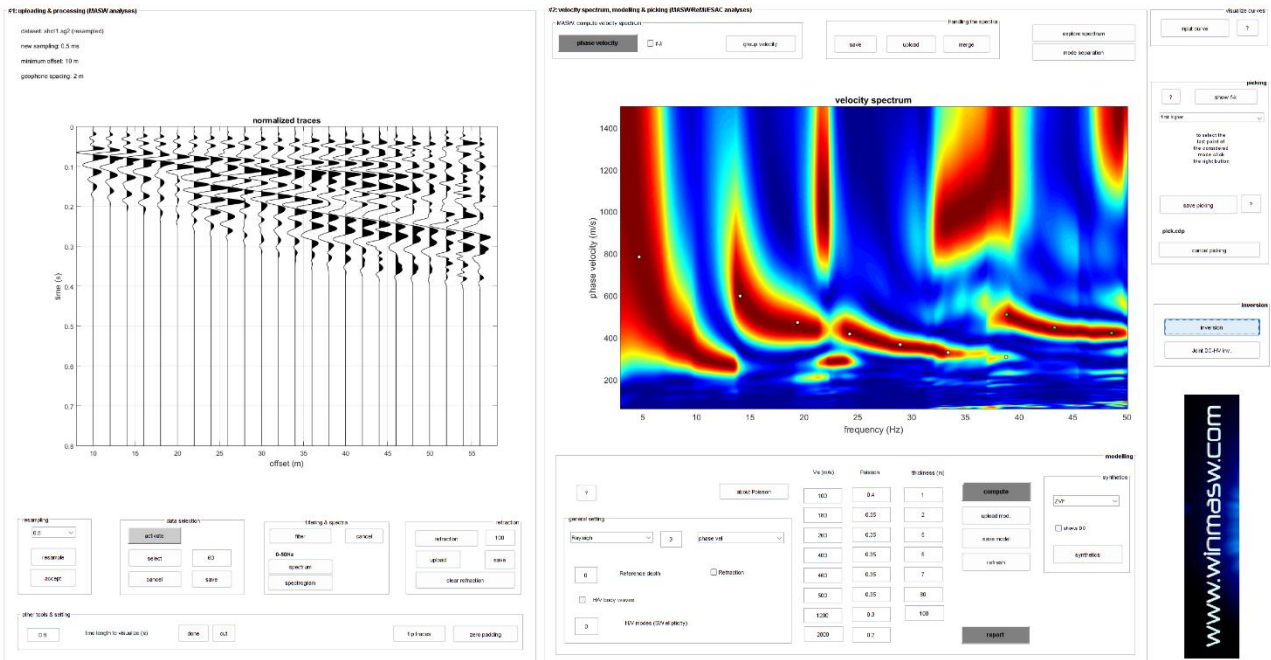
In funzione del modello scelto viene individuato l'insieme di situazioni monodimensionali in grado di rappresentare l'area di studio: tali modelli sono utilizzabili ai fini di valutazioni semiquantitative della risposta sismica locale, ricordando che gli andamenti dei rifrattori individuati possono non essere coincidenti con quelli reali in quanto valutati tramite un solo stendimento lineare; al fine di individuare le reali geometrie dei sismostrati sarebbe necessario eseguire più stendimenti disposti tra loro ortogonalmente.

Le indagini sono state eseguite con le configurazioni riportate nella seguente tabella:

<b>Sismica MASW</b>			
<b>Stendimento</b>	<b>numero geofoni</b>	<b>distanza intergeofonica (m)</b>	<b>Shot offset (m)</b>
Base Sismica 1	24	2.00	10.00
Base Sismica 2	24	2.00	5.00
Base Sismica 3	24	2.00	5.00
Base Sismica 4	24	2.00	5.00

5.2.4 PROCESSING E RISULTATI DELL'INDAGINE MASW

Base Sismica 1



dataset: shot1.sg2  
 dispersion curve: pick.cdp  
 Vs30 & VsE (best model): 580 428 m/s  
 Vs30 & VsE (mean model): 583 424 m/s

half-space

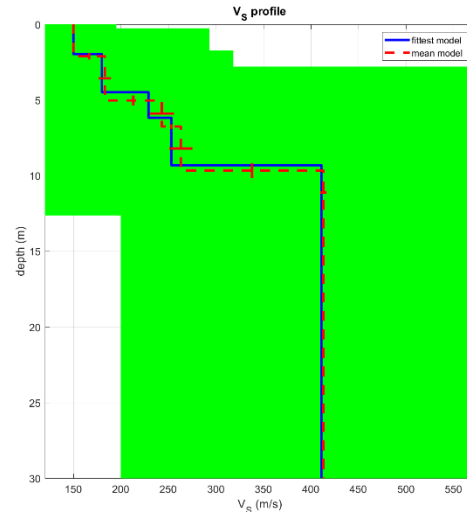
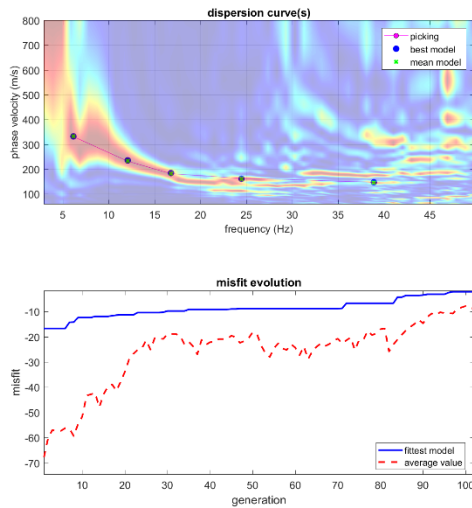
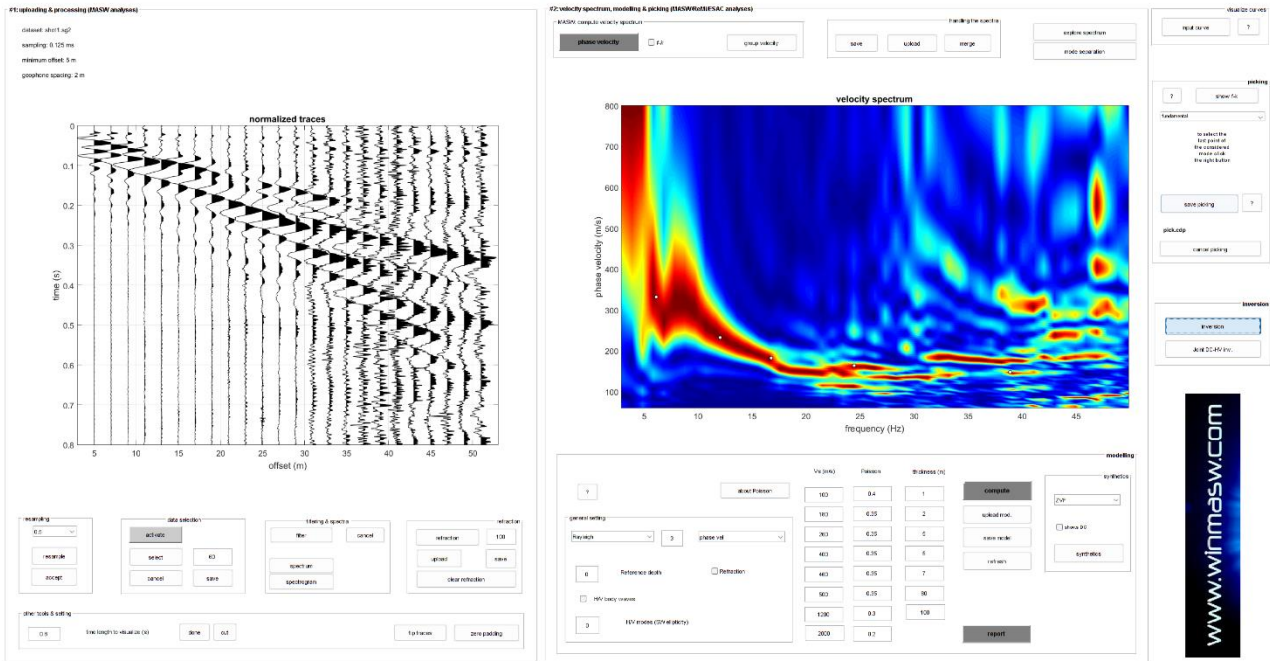
www.winmasw.com

**VSEq (m/s)= 428**



*Figura 3 - Stendimento Sismico 1*

Base Sismica 2



dataset: shott1.sg2  
 dispersion curve: pick.cdip  
 Vs30 & VsE (best model): 309 309 m/s  
 Vs30 & VsE (mean model): 308 308 m/s



**VSeq (m/s)= 308**

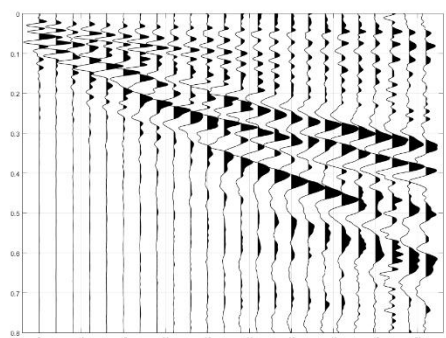


*Figura 4 - Stendimento Sismico 2*

Base Sismica 3

**#1: splitting & processing (BSSW analysis)**

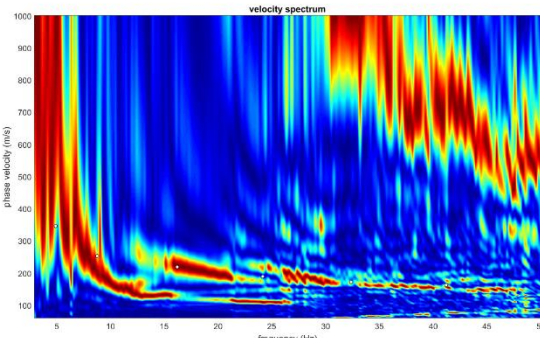
dataset: Agata3003.sg2  
 sampling: 0.5 ms  
 minimum offset: 5 m  
 geophone casing: 2 m



processing: 0.5  
 data selection: auto auto  
 filter: 0.5 Hz  
 other tools & settings: 0.5

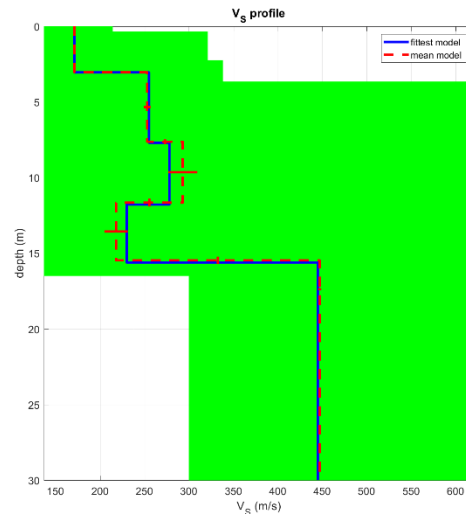
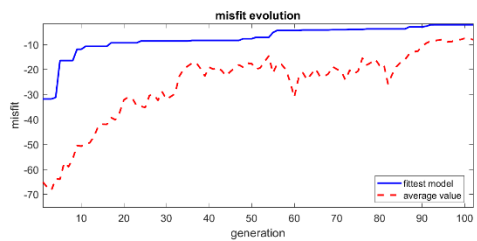
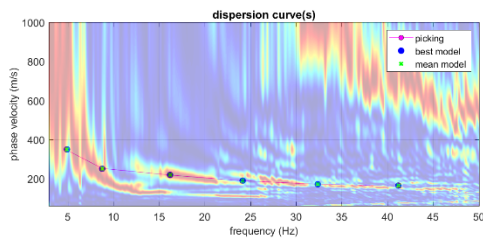
**#2: velocity spectrum, modelling & picking (BSSW/WinMASW analysis)**

phase velocity:  fit



Vs (m/s)	Phase	Stress (%)
100	0.4	1
150	0.25	2
200	0.25	5
400	0.35	6
400	0.35	7
500	0.35	10
1300	0.3	100
2000	0.7	

modeling: 1  
 Vs (m/s): 100, 150, 200, 400, 400, 500, 1300, 2000  
 Phase: 0.4, 0.25, 0.25, 0.35, 0.35, 0.35, 0.3, 0.7  
 Stress (%): 1, 2, 5, 6, 7, 10, 100



dataset: Agata3003.sg2  
 dispersion curve: pick.cdp  
 Vs30 & VsE (best model): 301 301 m/s  
 Vs30 & VsE (mean model): 301 301 m/s



**VSeq (m/s)= 301**



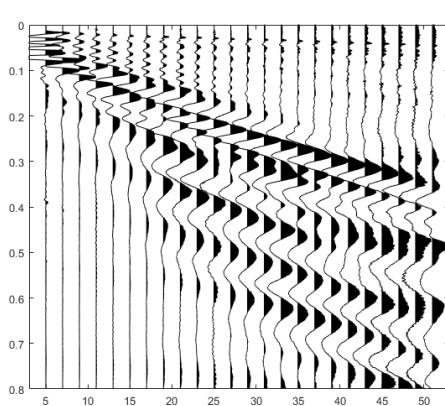
*Figura 5 - Stendimento Sismico 3*



Base Sismica 4

#1: uploading & processing (MASW analyses)

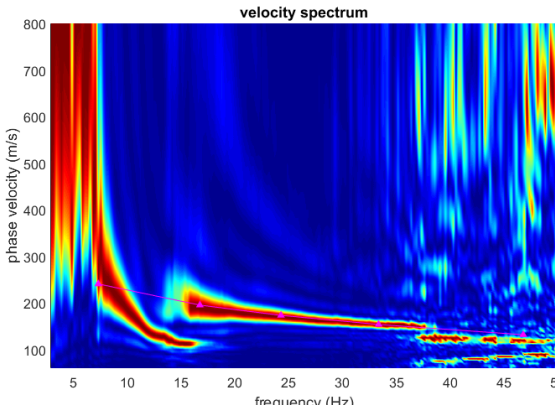
dataset: Agata4002.sg2  
 sampling: 0.5 ms  
 minimum offset: 5 m  
 geophone spacing: 2 m



resampling: 0.5, data selection: activate, filter, spectrum, spectrogram, refraction: 100, other tools & setting: 0.8

#2: velocity spectrum, modelling & picking (MASWReMESAC analyses)

MASW compute velocity spectrum:  phase velocity,  f-k



velocity spectrum: phase velocity (m/s) vs frequency (Hz)

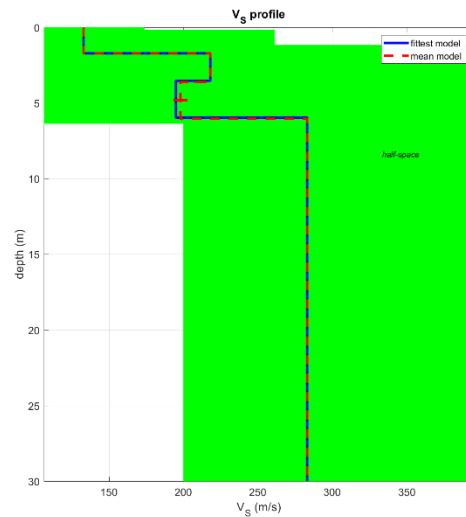
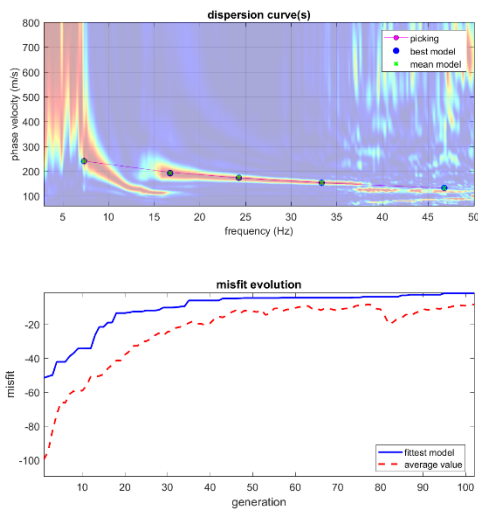
Vs (m/s)	Poisson	thickness (m)
100	0.4	1
180	0.35	2
260	0.35	5
400	0.35	5
480	0.35	7
500	0.35	80
1200	0.3	100
2000	0.2	

general setting: Rayleigh: 3, phase vel: phase vel

visualize curves: input curve

picking: select mode, save picking, cancel picking

inversion: inversion, Joint DC-HV inv.



www.winmasw.com

dataset: Agata4002.sg2  
 dispersion curve: pick.cdp  
 Vs30 & VsE (best model): 253 253 m/s  
 Vs30 & VsE (mean model): 253 253 m/s

**VSeq (m/s)= 253**



*Figura 6 - Stendimento Sismico 4*

### 5.2.5 INDAGINI PENETROMETRICHE

Sulle aree interessate dal progetto sono state eseguite 4 prove penetrometriche con Penetrometro Superpesante (DPSH) fino alla profondità di circa 10 metri dal piano campagna.

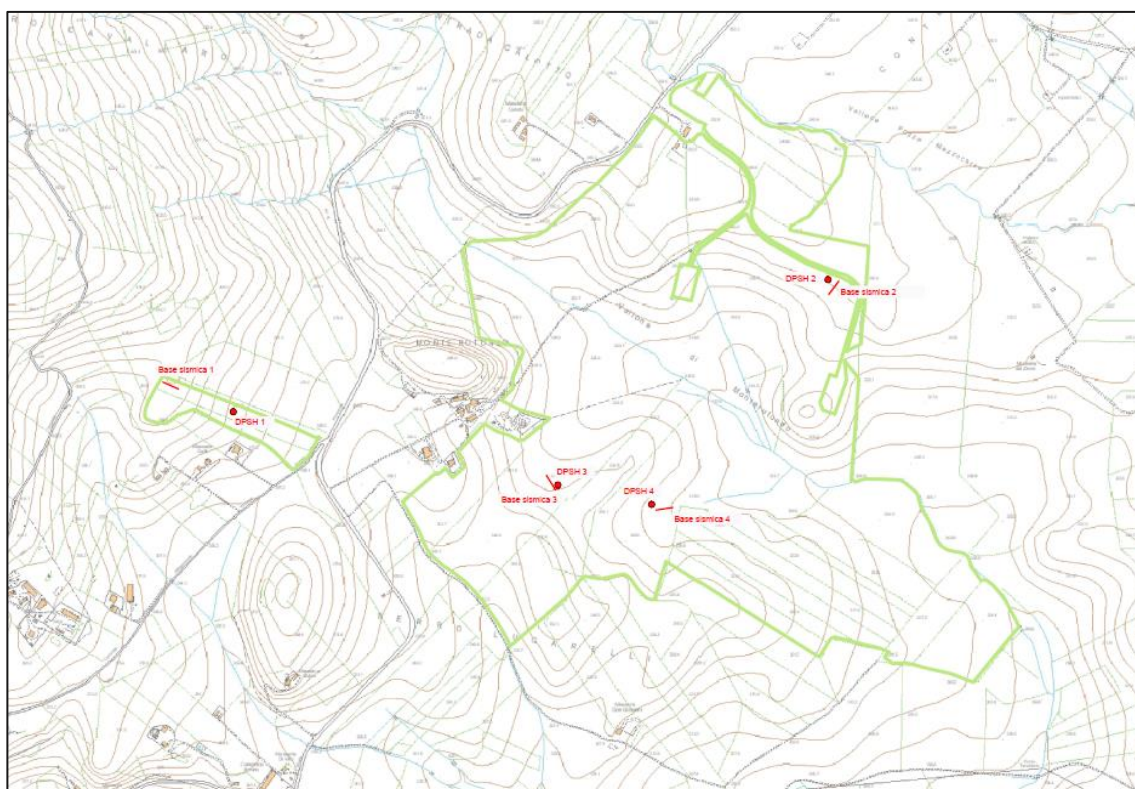


Figura 7 - Ubicazione delle indagini

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63,5 Kg
Altezza di caduta libera	0,75 m
Peso sistema di battuta	8 Kg
Diametro punta conica	50,46 mm
Area di base punta	20 cm <sup>2</sup>
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6,3 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,80 m
Avanzamento punta	0,20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Coeff. Correlazione	1,504
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °

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

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

$$N_{spt} = \beta_t N$$

Dove:

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

in cui Q è l'energia specifica per colpo e Q<sub>spt</sub> è quella riferita alla prova SPT. L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

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

in cui

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

### Valutazione resistenza dinamica alla punta R<sub>pd</sub>

Formula Olandesi

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

- R<sub>pd</sub> = resistenza dinamica punta (area A);
- e = infissione media per colpo (δ/ N);
- M = peso massa battente (altezza caduta H);
- P = peso totale aste e sistema battuta.

### Calcolo di (N<sub>1</sub>)<sub>60</sub>

(N<sub>1</sub>)<sub>60</sub> è il numero di colpi normalizzato definito come segue:

$$(N_1)_{60} = C_N \times N_{60} \text{ con } C_N = \sqrt{(Pa/\sigma'_{v0})} \quad C_N < 1.7 \quad Pa = 101.32 \text{ kPa (Liao e Whitman 1986)}$$

$$N_{60} = N_{SPT} \times (ER/60) \times C_s \times C_f \times C_d$$

ER/60: Rendimento del sistema di infissione normalizzato al 60%.

C<sub>s</sub>: Parametro funzione della controcamicia (1.2 se assente).

C<sub>d</sub>: Funzione del diametro del foro (1 se compreso tra 65-115mm).

C<sub>f</sub>: Parametro di correzione funzione della lunghezza delle aste.

## Metodologia di Elaborazione

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

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

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

Una vasta esperienza acquisita, unitamente ad una buona interpretazione e correlazione, permettono spesso di ottenere dati utili alla progettazione e frequentemente dati maggiormente attendibili di tanti dati bibliografici sulle litologie e di dati geotecnici determinati sulle verticali litologiche da poche prove di laboratorio eseguite come rappresentazione generale di una verticale eterogenea disuniforme e/o complessa.

In particolare consente di ottenere informazioni su:

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

## Valutazioni statistiche e correlazioni

### Elaborazione Statistica

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

#### **Media**

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

#### **Media minima**

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

#### **Massimo**

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

#### **Minimo**

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

#### **Scarto quadratico medio**

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

#### **Media deviata**

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

#### **Media + s**

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

#### **Media - s**

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

#### **Distribuzione normale R.C.**

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

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

dove  $s_{Nspt}$  è la deviazione standard di  $N_{spt}$

### **Distribuzione normale R.N.C.**

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

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

dove  $n$  è il numero di letture.

### **Pressione ammissibile**

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

### **Correlazioni geotecniche terreni incoerenti**

#### *Liquefazione*

Permette di calcolare utilizzando dati  $N_{spt}$  il potenziale di liquefazione dei suoli (prevalentemente sabbiosi).

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

#### *Correzione $N_{spt}$ in presenza di falda*

$$N_{spt\ corretto} = 15 + 0.5 \times (N_{spt} - 15)$$

$N_{spt}$  è il valore medio nello strato

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

#### *Angolo di Attrito*

- Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956 - Correlazione valida per terreni non molli a prof. < 5 mt.; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 mt. per terreni sopra falda e < 8 mt. per terreni in falda (tensioni < 8-10 t/mq)
- Meyerhof 1956 - Correlazioni valide per terreni argillosi ed argillosi-marnosi fessurati, terreni di riporto sciolti e coltri detritiche (da modifica sperimentale di dati).
- Sowers 1961)- Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. < 4 mt. sopra falda e < 7 mt. per terreni in falda)  $\square > 5$  t/mq.
- De Mello - Correlazione valida per terreni prevalentemente sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi (da modifica sperimentale di dati) con angolo di attrito < 38° .
- Malcev 1964 - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. > 2 m. e per valori di angolo di attrito < 38° ).

- Schmertmann 1977- Angolo di attrito (gradi) per vari tipi litologici (valori massimi). N.B. valori spesso troppo ottimistici poiché desunti da correlazioni indirette da  $D_r$  %.
- Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION) Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi (cond. ottimali per prof. di prova  $> 8$  mt. sopra falda e  $> 15$  mt. per terreni in falda)  $\sigma > 15$  t/mq.
- Shioi-Fukuni 1982 (JAPANESE NATIONAL RAILWAY) Angolo di attrito valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose .
- Angolo di attrito in gradi (Owasaki & Iwasaki) valido per sabbie - sabbie medie e grossolane-ghiaiose (cond. ottimali per prof.  $> 8$  mt. sopra falda e  $> 15$  mt. per terreni in falda)  $s > 15$  t/mq.
- Meyerhof 1965 - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo  $< 5\%$  a profondità  $< 5$  mt. e con % di limo  $> 5\%$  a profondità  $< 3$  mt.
- Mitchell e Katti (1965) - Correlazione valida per sabbie e ghiaie.

#### *Densità relativa (%)*

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

#### *Modulo Di Young (E<sub>y</sub>)*

- Terzaghi - elaborazione valida per sabbia pulita e sabbia con ghiaia senza considerare la pressione efficace.
- Schmertmann (1978), correlazione valida per vari tipi litologici .
- Schultze-Menzenbach , correlazione valida per vari tipi litologici.
- D'Appollonia ed altri (1970) , correlazione valida per sabbia, sabbia SC, sabbia NC e ghiaia
- Bowles (1982), correlazione valida per sabbia argillosa, sabbia limosa, limo sabbioso, sabbia media, sabbia e ghiaia.

#### *Modulo Edometrico*

- Begemann (1974) elaborazione desunta da esperienze in Grecia, correlazione valida per limo con sabbia, sabbia e ghiaia
- Buismann-Sanglerat , correlazione valida per sabbia e sabbia argillosa.
- Farrent (1963) valida per sabbie, talora anche per sabbie con ghiaia (da modifica sperimentale di dati).
- Menzenbach e Malcev valida per sabbia fine, sabbia ghiaiosa e sabbia e ghiaia.

*Stato di consistenza*

- Classificazione A.G.I. 1977

*Peso di Volume Gamma*

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

*Peso di volume saturo*

- Terzaghi-Peck 1948-1967

*Modulo di poisson*

- Classificazione A.G.I.

*Potenziale di liquefazione (Stress Ratio)*

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

*Velocità onde di taglio Vs (m/sec)*

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

*Modulo di deformazione di taglio (G)*

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

*Modulo di reazione (Ko)*

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

*Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Qc)*

- Robertson 1983 Qc

*Correlazioni geotecniche terreni coesivi**Coesione non drenata*

- Benassi & Vannelli- correlazioni scaturite da esperienze ditta costruttrice Penetrometri SUNDA 1983.
- Terzaghi-Peck (1948-1967), correlazione valida per argille sabbiose-siltose NC con  $N_{spt} < 8$  , argille limose-siltose mediamente plastiche, argille marnose alterate-fessurate.
- Terzaghi-Peck (1948). *Cu min-max*.
- Sanglerat , da dati Penetr. Statico per terreni coesivi saturi , tale correlazione non è valida per argille sensitive con sensitività  $> 5$  , per argille sovraconsolidate fessurate e per i limi a bassa plasticità.
- Sanglerat , (per argille limose-sabbiose poco coerenti), valori validi per resistenze penetrometriche  $< 10$  colpi, per resistenze penetrometriche  $> 10$  l'elaborazione valida è comunque quella delle "argille plastiche " di Sanglerat.



- (U.S.D.M.S.M.) U.S. Design Manual Soil Mechanics Coesione non drenata per argille limose e argille di bassa media ed alta plasticità , (Cu-Nspt-grado di plasticità).
- Schmertmann 1975 Cu (Kg/cmq) (valori medi), valida per **argille** e **limi argillosi** con  $N_c=20$  e  $Q_c/N_{spt}=2$ .
- Schmertmann 1975 Cu (Kg/cmq) (valori minimi), valida per argille NC .
- Fletcher 1965 - (Argilla di Chicago) . Coesione non drenata Cu (Kg/cmq), colonna valori validi per argille a medio-bassa plasticità .
- Houston (1960) - argilla di media-alta plasticità.
- Shioi-Fukuni 1982 , valida per suoli poco coerenti e plastici, argilla di media-alta plasticità.
- Begemann.
- De Beer.

#### *Resistenza alla punta del Penetrometro Statico ( $Q_c$ )*

- Robertson 1983  $Q_c$

#### *Modulo Edometrico-Confinato ( $M_o$ )*

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

#### *Modulo Di Young ( $E_Y$ )*

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

#### *Stato di consistenza*

- Classificazione A.G.I. 1977

#### *Peso di Volume*

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

#### *Peso di volume saturo*

- Meyerhof ed altri.

**PROVA Nr.1**

Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)  
 Prova eseguita in data 16/11/2023  
 Profondità prova 10,20 mt  
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,20	3	0,855	2,44	2,86	122,17	142,95
0,40	5	0,851	4,05	4,76	202,69	238,25
0,60	5	0,847	4,04	4,76	201,80	238,25
0,80	5	0,843	4,02	4,76	200,92	238,25
1,00	5	0,840	3,70	4,41	185,08	220,40
1,20	6	0,836	4,42	5,29	221,18	264,48
1,40	4	0,833	2,94	3,53	146,85	176,32
1,60	4	0,830	2,93	3,53	146,27	176,32
1,80	4	0,826	2,91	3,53	145,70	176,32
2,00	5	0,823	3,38	4,10	168,79	205,04
2,20	4	0,820	2,69	3,28	134,53	164,03
2,40	5	0,817	3,35	4,10	167,55	205,04
2,60	5	0,814	3,34	4,10	166,95	205,04
2,80	5	0,811	3,33	4,10	166,37	205,04
3,00	7	0,809	4,34	5,37	217,01	268,36
3,20	7	0,806	4,33	5,37	216,30	268,36
3,40	5	0,803	3,08	3,83	154,00	191,68
3,60	5	0,801	3,07	3,83	153,51	191,68
3,80	6	0,798	3,67	4,60	183,65	230,02
4,00	5	0,796	2,87	3,60	143,25	179,96
4,20	6	0,794	3,43	4,32	171,40	215,95
4,40	6	0,791	3,42	4,32	170,91	215,95
4,60	7	0,789	3,98	5,04	198,84	251,94
4,80	7	0,787	3,97	5,04	198,30	251,94
5,00	7	0,785	3,73	4,75	186,38	237,42
5,20	7	0,783	3,72	4,75	185,90	237,42
5,40	7	0,781	3,71	4,75	185,44	237,42
5,60	9	0,779	4,76	6,11	237,83	305,25
5,80	7	0,777	3,69	4,75	184,54	237,42
6,00	7	0,775	3,48	4,49	174,08	224,48
6,20	11	0,774	5,46	7,06	272,93	352,76
6,40	15	0,722	6,95	9,62	347,31	481,03
6,60	17	0,720	7,85	10,90	392,72	545,17
6,80	10	0,769	4,93	6,41	246,53	320,69
7,00	8	0,767	3,73	4,87	186,65	243,29
7,20	8	0,766	3,73	4,87	186,27	243,29
7,40	9	0,764	4,18	5,47	209,15	273,70
7,60	9	0,763	4,18	5,47	208,75	273,70
7,80	8	0,761	3,70	4,87	185,21	243,29
8,00	7	0,760	3,08	4,05	153,82	202,42
8,20	9	0,759	3,95	5,21	197,42	260,25
8,40	9	0,757	3,94	5,21	197,08	260,25
8,60	5	0,756	2,19	2,89	109,30	144,58
8,80	6	0,755	2,62	3,47	130,94	173,50
9,00	7	0,753	2,91	3,86	145,38	192,94
9,20	7	0,752	2,90	3,86	145,14	192,94
9,40	7	0,751	2,90	3,86	144,92	192,94
9,60	9	0,750	3,72	4,96	186,03	248,06

9,80	10	0,749	4,13	5,51	206,39	275,62
10,00	9	0,748	3,54	4,74	177,18	236,96
10,20	9	0,747	3,54	4,74	176,92	236,96

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Peso unità di volume (KN/m³)	Peso unità di volume saturo (KN/m³)	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt
0,2	3	2,86	Incoerente - coesivo	16,97	18,34	1,7	1,5	4,51
6	5,76	4,45	Incoerente - coesivo	18,83	20,69	58,0	1,5	8,66
6,8	13,25	8,5	Incoerente - coesivo	20,59	22,65	120,84	1,5	19,93
10,2	8	4,58	Incoerente - coesivo	19,81	21,77	162,76	1,5	12,03

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1**
**TERRENI COESIVI**
**Coesione non drenata (KPa)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Terzaghi -Peck	Sanglerat	Terzaghi -Peck (1948)	U.S.D.M .S.M	Schmertmann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begeman	De Beer
[1] -	4,51	0,20	27,65	55,31	24,52	17,95	42,95	85,81	40,01	75,41	22,16	76,59	55,31
[2] -	8,66	6,00	57,37	106,11	49,03	34,13	83,16	133,47	75,61	106,99	42,46	71,00	106,11
[3] -	19,93	6,80	131,90	244,28	98,07	75,71	193,39	254,97	165,83	203,49	97,77	248,99	244,28
[4] -	12,03	10,20	79,63	147,49	49,03	46,88	116,01	137,39	103,56	134,16	58,94	66,29	147,49

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
[1] -	4,51	0,20	Robertson (1983)	0,88
[2] -	8,66	6,00	Robertson (1983)	1,70
[3] -	19,93	6,80	Robertson (1983)	3,91
[4] -	12,03	10,20	Robertson (1983)	2,36

**Modulo Edometrico (Mpa)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] -	4,51	0,20	2,03	6,63	4,69	5,53
[2] -	8,66	6,00	3,90	--	8,84	10,62
[3] -	19,93	6,80	8,97	--	20,11	19,54
[4] -	12,03	10,20	5,41	--	12,21	11,80

**Modulo di Young (Mpa)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] -	4,51	0,20	3,09	4,42
[2] -	8,66	6,00	7,77	8,49
[3] -	19,93	6,80	20,48	19,54
[4] -	12,03	10,20	11,57	11,80

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] -	4,51	0,20	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
[2] -	8,66	6,00	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
[3] -	19,93	6,80	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

[4] -	12,03	10,20	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
-------	-------	-------	---------------	-------------

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m³)
[1] -	4,51	0,20	Meyerhof ed altri	16,97
[2] -	8,66	6,00	Meyerhof ed altri	18,83
[3] -	19,93	6,80	Meyerhof ed altri	20,59
[4] -	12,03	10,20	Meyerhof ed altri	19,81

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m³)
[1] -	4,51	0,20	Meyerhof ed altri	18,34
[2] -	8,66	6,00	Meyerhof ed altri	20,69
[3] -	19,93	6,80	Meyerhof ed altri	22,65
[4] -	12,03	10,20	Meyerhof ed altri	21,77

**TERRENI INCOERENTI**
**Densità relativa**

	Intestazione NSPTS	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] -	4,51	0,20	24,7	52,66	100	19,52
[2] -	8,66	6,00	27,13	54,38	55,12	29,95
[3] -	19,93	6,80	36,14	67,44	67,73	51,13
[4] -	12,03	10,20	22,18	47,42	49,22	37,3

**Angolo di resistenza al taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof of 1956	Meyerhof of (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof of (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanes e National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] -	4,51	0,20	4,51	28,29	21,29	29,26	36,25	31,46	0	<30	23,22	28,35	32,08	24,5
[2] -	8,66	6,00	8,66	29,47	22,47	30,42	29,64	33,15	0	<30	26,4	29,6	35,6	28,16
[3] -	19,93	6,80	19,93	32,69	25,69	33,58	29,39	37,05	37,44	30-32	32,29	32,98	40,44	34,96
[4] -	12,03	10,20	12,03	30,44	23,44	31,37	27,93	34,42	34,64	30-32	28,43	30,61	34,41	30,51

**Modulo di Young (Mpa)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] -	4,51	0,20	4,51	---	3,54	---	---	---
[2] -	8,66	6,00	8,66	---	6,79	10,09	---	---
[3] -	19,93	6,80	19,93	31,25	15,64	23,13	32,31	17,13
[4] -	12,03	10,20	12,03	24,28	9,44	13,99	26,50	13,25

**Modulo Edometrico (Mpa)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] -	4,51	0,20	4,51	---	3,60	3,14	5,70
[2] -	8,66	6,00	8,66	---	4,44	6,03	7,51
[3] -	19,93	6,80	19,93	11,73	6,71	13,88	12,44
[4] -	12,03	10,20	12,03	7,08	5,12	8,38	8,99

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] -	4,51	0,20	4,51	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[2] -	8,66	6,00	8,66	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO

[3] -	19,93	6,80	19,93	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[4] -	12,03	10,20	12,03	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (KN/m <sup>3</sup> )
[1] -	4,51	0,20	4,51	Meyerhof ed altri	14,91
[2] -	8,66	6,00	8,66	Meyerhof ed altri	16,48
[3] -	19,93	6,80	19,93	Meyerhof ed altri	19,52
[4] -	12,03	10,20	12,03	Meyerhof ed altri	17,65

**Peso unità di volume saturo**

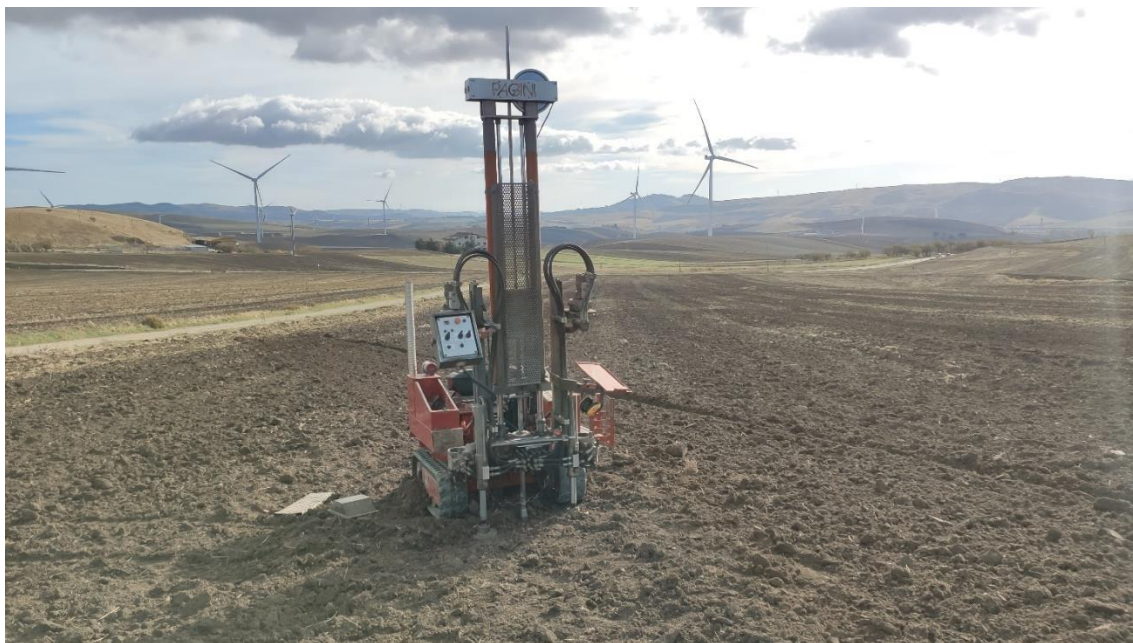
	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (KN/m <sup>3</sup> )
[1] -	4,51	0,20	4,51	Terzaghi-Peck 1948- 1967	18,44
[2] -	8,66	6,00	8,66	Terzaghi-Peck 1948- 1967	18,73
[3] -	19,93	6,80	19,93	Terzaghi-Peck 1948- 1967	23,44
[4] -	12,03	10,20	12,03	Terzaghi-Peck 1948- 1967	18,93

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] -	4,51	0,20	4,51	(A.G.I.)	0,34
[2] -	8,66	6,00	8,66	(A.G.I.)	0,34
[3] -	19,93	6,80	19,93	(A.G.I.)	0,32
[4] -	12,03	10,20	12,03	(A.G.I.)	0,33

**Modulo di deformazione a taglio dinamico (Mpa)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] -	4,51	0,20	4,51	26,26	30,77
[2] -	8,66	6,00	8,66	48,50	45,84
[3] -	19,93	6,80	19,93	106,16	76,28
[4] -	12,03	10,20	12,03	66,05	56,04



*Figura 8 - Esecuzione della Prova penetrometrica DPHS 1*

**PROVA Nr.2**

Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)  
 Prova eseguita in data 16/11/2023  
 Profondità prova 10,20 mt  
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,20	3	0,855	2,44	2,86	122,17	142,95
0,40	4	0,851	3,24	3,81	162,16	190,60
0,60	7	0,847	5,65	6,67	282,52	333,55
0,80	6	0,843	4,82	5,72	241,11	285,90
1,00	6	0,840	4,44	5,29	222,10	264,48
1,20	11	0,836	8,11	9,70	405,49	484,88
1,40	21	0,733	13,57	18,51	678,40	925,68
1,60	23	0,730	14,79	20,28	739,65	1013,84
1,80	6	0,826	4,37	5,29	218,55	264,48
2,00	4	0,823	2,70	3,28	135,03	164,03
2,20	4	0,820	2,69	3,28	134,53	164,03
2,40	6	0,817	4,02	4,92	201,06	246,05
2,60	7	0,814	4,67	5,74	233,73	287,06
2,80	6	0,811	3,99	4,92	199,65	246,05
3,00	7	0,809	4,34	5,37	217,01	268,36
3,20	7	0,806	4,33	5,37	216,30	268,36
3,40	7	0,803	4,31	5,37	215,60	268,36
3,60	7	0,801	4,30	5,37	214,92	268,36
3,80	6	0,798	3,67	4,60	183,65	230,02
4,00	7	0,796	4,01	5,04	200,55	251,94
4,20	6	0,794	3,43	4,32	171,40	215,95
4,40	7	0,791	3,99	5,04	199,40	251,94
4,60	6	0,789	3,41	4,32	170,44	215,95
4,80	10	0,787	5,67	7,20	283,29	359,92
5,00	11	0,785	5,86	7,46	292,88	373,09
5,20	12	0,783	6,37	8,14	318,69	407,01
5,40	11	0,781	5,83	7,46	291,40	373,09
5,60	11	0,779	5,81	7,46	290,69	373,09
5,80	11	0,777	5,80	7,46	289,99	373,09
6,00	12	0,775	5,97	7,70	298,42	384,82
6,20	14	0,724	6,50	8,98	324,92	448,96
6,40	15	0,722	6,95	9,62	347,31	481,03
6,60	15	0,720	6,93	9,62	346,51	481,03
6,80	12	0,769	5,92	7,70	295,83	384,82
7,00	12	0,767	5,60	7,30	279,97	364,94
7,20	11	0,766	5,12	6,69	256,13	334,52
7,40	14	0,714	6,08	8,52	304,06	425,76
7,60	15	0,713	6,50	9,12	325,11	456,17
7,80	16	0,711	6,92	9,73	346,10	486,58
8,00	16	0,710	6,57	9,25	328,45	462,67
8,20	16	0,709	6,56	9,25	327,83	462,67
8,40	16	0,707	6,54	9,25	327,22	462,67
8,60	17	0,706	6,94	9,83	347,05	491,59
8,80	16	0,705	6,52	9,25	326,05	462,67
9,00	18	0,703	6,98	9,92	349,02	496,12
9,20	22	0,652	7,91	12,13	395,53	606,37
9,40	23	0,651	8,26	12,68	412,76	633,94
9,60	20	0,700	7,72	11,02	385,85	551,25
9,80	19	0,699	7,32	10,47	365,96	523,69
10,00	19	0,698	6,98	10,01	349,03	500,25
10,20	23	0,647	7,83	12,11	391,56	605,57

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Peso unità di volume (KN/m³)	Peso unità di volume saturo (KN/m³)	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt
0,4	3,5	3,34	Incoerente - coesivo	17,36	18,44	3,47	1,5	5,26
1	6,33	5,89	Incoerente - coesivo	19,12	20,99	12,68	1,5	9,52
1,6	18,33	16,16	Incoerente - coesivo	20,89	22,56	24,68	1,5	27,57
4,6	6,2	4,81	Incoerente - coesivo	19,12	20,99	59,63	1,5	9,32
9	13,68	8,5	Incoerente - coesivo	20,59	20,69	133,61	1,5	20,57
10,2	21	11,4	Incoerente - coesivo	21,48	23,73	191,79	1,5	31,58

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2**
**TERRENI COESIVI**
**Coesione non drenata (KPa)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Terzaghi -Peck	Sanglerat	Terzaghi -Peck (1948)	U.S.D.M .S.M	Schmert mann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begeman n	De Beer
[1] -	5,26	0,40	32,26	64,53	24,52	20,99	50,21	100,22	46,58	81,00	25,79	87,18	64,53
[2] -	9,52	1,00	63,06	116,70	49,03	37,36	91,59	176,72	82,77	113,86	46,68	153,08	116,70
[3] -	27,57	1,60	182,50	337,94	98,07	102,19	268,60	484,84	221,73	277,82	135,14	458,95	337,94
[4] -	9,32	4,60	61,68	114,25	49,03	36,68	89,63	144,26	81,10	112,19	45,70	100,42	114,25
[5] -	20,57	9,00	136,12	252,13	98,07	78,06	199,66	254,97	170,64	209,37	100,81	227,81	252,13
[6] -	31,58	10,20	209,08	387,07	0,00	115,52	308,12	341,96	249,38	319,70	154,85	396,48	387,07

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
[1] -	5,26	0,40	Robertson (1983)	1,03
[2] -	9,52	1,00	Robertson (1983)	1,87
[3] -	27,57	1,60	Robertson (1983)	5,41
[4] -	9,32	4,60	Robertson (1983)	1,83
[5] -	20,57	9,00	Robertson (1983)	4,03
[6] -	31,58	10,20	Robertson (1983)	6,19

**Modulo Edometrico (Mpa)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] -	5,26	0,40	2,37	7,74	5,44	6,45
[2] -	9,52	1,00	4,28	--	9,70	11,67
[3] -	27,57	1,60	12,40	--	27,75	27,04
[4] -	9,32	4,60	4,19	--	9,50	11,42
[5] -	20,57	9,00	9,26	--	20,75	20,17
[6] -	31,58	10,20	14,21	--	31,76	30,97

**Modulo di Young (Mpa)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] -	5,26	0,40	3,93	5,16
[2] -	9,52	1,00	8,74	9,34
[3] -	27,57	1,60	29,09	27,04
[4] -	9,32	4,60	8,51	9,14
[5] -	20,57	9,00	21,20	20,17
[6] -	31,58	10,20	33,61	30,97

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] -	5,26	0,40	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE



[2] -	9,52	1,00	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
[3] -	27,57	1,60	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
[4] -	9,32	4,60	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
[5] -	20,57	9,00	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
[6] -	31,58	10,20	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m³)
[1] -	5,26	0,40	Meyerhof ed altri	17,36
[2] -	9,52	1,00	Meyerhof ed altri	19,12
[3] -	27,57	1,60	Meyerhof ed altri	20,89
[4] -	9,32	4,60	Meyerhof ed altri	19,12
[5] -	20,57	9,00	Meyerhof ed altri	20,59
[6] -	31,58	10,20	Meyerhof ed altri	21,48

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m³)
[1] -	5,26	0,40	Meyerhof ed altri	18,44
[2] -	9,52	1,00	Meyerhof ed altri	20,99
[3] -	27,57	1,60	Meyerhof ed altri	22,56
[4] -	9,32	4,60	Meyerhof ed altri	20,99
[5] -	20,57	9,00	Meyerhof ed altri	20,69
[6] -	31,58	10,20	Meyerhof ed altri	23,73

**TERRENI INCOERENTI**
**Densità relativa**

	Intestazione NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] -	5,26	0,40	27,24	56,16	90,82	21,52
[2] -	9,52	1,00	37,26	71,15	85,89	31,92
[3] -	27,57	1,60	59,89	100	100	60,94
[4] -	9,32	4,60	28,32	56,05	56,67	31,47
[5] -	20,57	9,00	35,43	66,32	66,98	52,07
[6] -	31,58	10,20	39,1	72,42	74,78	65,07

**Angolo di resistenza al taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] -	5,26	0,40	5,26	28,5	21,5	29,47	34,94	31,78	0	<30	23,88	28,58	33,36	25,26
[2] -	9,52	1,00	9,52	29,72	22,72	30,67	33,09	33,49	0	<30	26,95	29,86	38,18	28,8
[3] -	27,57	1,60	27,57	34,88	27,88	35,72	33,37	39,11	42	32-35	35,34	35,27	47	38,48
[4] -	9,32	4,60	9,32	29,66	22,66	30,61	29,7	33,41	0	<30	26,82	29,8	36,18	28,65
[5] -	20,57	9,00	20,57	32,88	25,88	33,76	29,23	37,24	37,28	30-32	32,57	33,17	40,22	35,28
[6] -	31,58	10,20	31,58	36,02	29,02	36,84	29,14	40,01	38,14	32-35	36,76	36,47	41,71	40,13

**Modulo di Young (Mpa)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] -	5,26	0,40	5,26	---	4,13	---	---	---
[2] -	9,52	1,00	9,52	---	7,47	11,09	---	---
[3] -	27,57	1,60	27,57	36,75	21,63	31,97	37,93	20,87
[4] -	9,32	4,60	9,32	---	7,31	10,85	---	---
[5] -	20,57	9,00	20,57	31,75	16,14	23,87	32,78	17,44
[6] -	31,58	10,20	31,58	39,34	24,78	36,61	40,88	22,84

**Modulo Edometrico (Mpa)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] -	5,26	0,40	5,26	---	3,75	3,66	6,03
[2] -	9,52	1,00	9,52	---	4,61	6,63	7,89
[3] -	27,57	1,60	27,57	16,22	8,25	19,20	15,78
[4] -	9,32	4,60	9,32	---	4,57	6,49	7,80
[5] -	20,57	9,00	20,57	12,10	6,84	14,32	12,72
[6] -	31,58	10,20	31,58	18,58	9,05	21,99	17,54

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] -	5,26	0,40	5,26	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[2] -	9,52	1,00	9,52	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[3] -	27,57	1,60	27,57	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[4] -	9,32	4,60	9,32	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[5] -	20,57	9,00	20,57	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[6] -	31,58	10,20	31,58	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (KN/m <sup>3</sup> )
[1] -	5,26	0,40	5,26	Meyerhof ed altri	15,20
[2] -	9,52	1,00	9,52	Meyerhof ed altri	16,77
[3] -	27,57	1,60	27,57	Meyerhof ed altri	20,69
[4] -	9,32	4,60	9,32	Meyerhof ed altri	16,77
[5] -	20,57	9,00	20,57	Meyerhof ed altri	19,61
[6] -	31,58	10,20	31,58	Meyerhof ed altri	21,08

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (KN/m <sup>3</sup> )
[1] -	5,26	0,40	5,26	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,53
[2] -	9,52	1,00	9,52	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,73
[3] -	27,57	1,60	27,57	Terzaghi-Peck 1948-1967	24,52
[4] -	9,32	4,60	9,32	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,73
[5] -	20,57	9,00	20,57	Terzaghi-Peck 1948-1967	23,54
[6] -	31,58	10,20	31,58	Terzaghi-Peck 1948-1967	24,52

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] -	5,26	0,40	5,26	(A.G.I.)	0,34
[2] -	9,52	1,00	9,52	(A.G.I.)	0,34
[3] -	27,57	1,60	27,57	(A.G.I.)	0,3
[4] -	9,32	4,60	9,32	(A.G.I.)	0,34
[5] -	20,57	9,00	20,57	(A.G.I.)	0,31
[6] -	31,58	10,20	31,58	(A.G.I.)	0,29

**Modulo di deformazione a taglio dinamico (Mpa)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] -	5,26	0,40	5,26	30,35	33,80
[2] -	9,52	1,00	9,52	53,01	48,57
[3] -	27,57	1,60	27,57	144,03	93,01
[4] -	9,32	4,60	9,32	51,96	47,94

[5] -	20,57	9,00	20,57	109,36	77,77
[6] -	31,58	10,20	31,58	163,64	101,06



*Figura 9 Esecuzione della Prova penetrometrica DPSH 2*

**PROVA Nr.3**

Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)  
 Prova eseguita in data 16/11/2023  
 Profondità prova 10,20 mt  
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,20	3	0,855	2,44	2,86	122,17	142,95
0,40	4	0,851	3,24	3,81	162,16	190,60
0,60	4	0,847	3,23	3,81	161,44	190,60
0,80	4	0,843	3,21	3,81	160,74	190,60
1,00	4	0,840	2,96	3,53	148,07	176,32
1,20	4	0,836	2,95	3,53	147,45	176,32
1,40	4	0,833	2,94	3,53	146,85	176,32
1,60	3	0,830	2,19	2,64	109,70	132,24
1,80	3	0,826	2,19	2,64	109,27	132,24
2,00	4	0,823	2,70	3,28	135,03	164,03
2,20	3	0,820	2,02	2,46	100,90	123,02
2,40	4	0,817	2,68	3,28	134,04	164,03
2,60	4	0,814	2,67	3,28	133,56	164,03
2,80	4	0,811	2,66	3,28	133,10	164,03
3,00	5	0,809	3,10	3,83	155,01	191,68
3,20	6	0,806	3,71	4,60	185,40	230,02
3,40	5	0,803	3,08	3,83	154,00	191,68
3,60	5	0,801	3,07	3,83	153,51	191,68
3,80	5	0,798	3,06	3,83	153,04	191,68
4,00	5	0,796	2,87	3,60	143,25	179,96
4,20	7	0,794	4,00	5,04	199,97	251,94
4,40	7	0,791	3,99	5,04	199,40	251,94
4,60	9	0,789	5,11	6,48	255,65	323,93
4,80	9	0,787	5,10	6,48	254,96	323,93
5,00	9	0,785	4,79	6,11	239,63	305,25
5,20	9	0,783	4,78	6,11	239,02	305,25
5,40	9	0,781	4,77	6,11	238,42	305,25
5,60	11	0,779	5,81	7,46	290,69	373,09
5,80	11	0,777	5,80	7,46	289,99	373,09
6,00	14	0,725	6,51	8,98	325,71	448,96
6,20	17	0,724	7,89	10,90	394,55	545,17
6,40	18	0,722	8,34	11,54	416,77	577,24
6,60	17	0,720	7,85	10,90	392,72	545,17
6,80	16	0,719	7,38	10,26	368,79	513,10
7,00	18	0,717	7,85	10,95	392,58	547,40
7,20	17	0,716	7,40	10,34	369,98	516,99
7,40	16	0,714	6,95	9,73	347,49	486,58
7,60	17	0,713	7,37	10,34	368,46	516,99
7,80	18	0,711	7,79	10,95	389,36	547,40
8,00	21	0,660	8,01	12,15	400,73	607,25
8,20	22	0,659	8,38	12,72	418,96	636,17
8,40	19	0,707	7,77	10,99	388,58	549,42
8,60	17	0,706	6,94	9,83	347,05	491,59
8,80	18	0,705	7,34	10,41	366,81	520,50
9,00	19	0,703	7,37	10,47	368,41	523,69
9,20	20	0,702	7,74	11,02	387,13	551,25
9,40	21	0,651	7,54	11,58	376,87	578,81
9,60	19	0,700	7,33	10,47	366,55	523,69
9,80	21	0,649	7,51	11,58	375,54	578,81
10,00	20	0,698	7,35	10,53	367,40	526,58
10,20	19	0,697	6,97	10,01	348,48	500,25

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Peso unità di volume (KN/m³)	Peso unità di volume saturo (KN/m³)	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt
4	4,15	3,46	Incoerente - coesivo	17,55	18,44	35,1	1,5	6,24
5,8	9	6,25	Incoerente - coesivo	19,91	21,87	88,12	1,5	13,54
10,2	18,36	10,76	Incoerente - coesivo	20,89	22,56	152,0	1,5	27,61

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.3**
**TERRENI COESIVI**
**Coesione non drenata (KPa)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Terzaghi -Peck	Sanglerat	Terzaghi -Peck (1948)	U.S.D.M .S.M	Schmertmann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begeman	De Beer
[1] -	6,24	4,00	38,25	76,49	24,52	24,81	59,72	103,75	55,02	88,36	30,60	59,13	76,49
[2] -	13,54	5,80	89,63	165,93	49,03	52,56	130,82	187,50	115,82	146,81	66,39	154,65	165,93
[3] -	27,61	10,20	182,80	338,43	98,07	102,38	269,00	322,83	222,02	278,21	135,43	331,27	338,43

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
[1] -	6,24	4,00	Robertson (1983)	1,22
[2] -	13,54	5,80	Robertson (1983)	2,66
[3] -	27,61	10,20	Robertson (1983)	5,42

**Modulo Edometrico (Mpa)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] -	6,24	4,00	2,81	--	6,42	7,65
[2] -	13,54	5,80	6,09	--	13,72	13,28
[3] -	27,61	10,20	12,42	--	27,79	27,08

**Modulo di Young (Mpa)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] -	6,24	4,00	5,04	6,12
[2] -	13,54	5,80	13,27	13,28
[3] -	27,61	10,20	29,14	27,08

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] -	6,24	4,00	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
[2] -	13,54	5,80	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
[3] -	27,61	10,20	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m³)
[1] -	6,24	4,00	Meyerhof ed altri	17,85
[2] -	13,54	5,80	Meyerhof ed altri	20,10
[3] -	27,61	10,20	Meyerhof ed altri	20,89

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m³)
[1] -	6,24	4,00	Meyerhof ed altri	18,53
[2] -	13,54	5,80	Meyerhof ed altri	22,06
[3] -	27,61	10,20	Meyerhof ed altri	22,56

**TERRENI INCOERENTI**
**Densità relativa**

	Intestazione NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] -	6,24	4,00	24,4	51	53,75	24,06
[2] -	13,54	5,80	31,96	61,12	61,16	40,29
[3] -	27,61	10,20	39,9	73,56	74,54	60,98

**Angolo di resistenza al taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] -	6,24	4,00	6,24	28,78	21,78	29,75	30,2	32,18	0	<30	24,67	28,87	33,62	26,17
[2] -	13,54	5,80	13,54	30,87	23,87	31,79	29,45	34,97	36,56	30-32	29,25	31,06	38,33	31,46
[3] -	27,61	10,20	27,61	34,89	27,89	35,73	29,42	39,12	38,3	32-35	35,35	35,28	42,08	38,5

**Modulo di Young (Mpa)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] -	6,24	4,00	6,24	---	4,90	---	---	---
[2] -	13,54	5,80	13,54	25,76	10,62	15,74	27,61	13,99
[3] -	27,61	10,20	27,61	36,78	21,66	32,02	37,96	20,89

**Modulo Edometrico (Mpa)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] -	6,24	4,00	6,24	---	3,95	4,34	6,46
[2] -	13,54	5,80	13,54	7,97	5,42	9,43	9,65
[3] -	27,61	10,20	27,61	16,25	8,26	19,22	15,80

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] -	6,24	4,00	6,24	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[2] -	13,54	5,80	13,54	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[3] -	27,61	10,20	27,61	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (KN/m³)
[1] -	6,24	4,00	6,24	Meyerhof ed altri	15,59
[2] -	13,54	5,80	13,54	Meyerhof ed altri	18,04
[3] -	27,61	10,20	27,61	Meyerhof ed altri	20,69

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (KN/m³)
[1] -	6,24	4,00	6,24	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,53
[2] -	13,54	5,80	13,54	Terzaghi-Peck 1948-1967	19,02
[3] -	27,61	10,20	27,61	Terzaghi-Peck 1948-1967	24,52

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] -	6,24	4,00	6,24	(A.G.L.)	0,34
[2] -	13,54	5,80	13,54	(A.G.L.)	0,33
[3] -	27,61	10,20	27,61	(A.G.L.)	0,3

**Modulo di deformazione a taglio dinamico (Mpa)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] -	6,24	4,00	6,24	35,64	37,52
[2] -	13,54	5,80	13,54	73,82	60,24
[3] -	27,61	10,20	27,61	144,22	93,09



*Figura 10 - Esecuzione della Prova penetrometrica DPSH 3*

**PROVA Nr.4**

Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)  
 Prova eseguita in data 16/11/2023  
 Profondità prova 10,20 mt  
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,20	5	0,855	4,07	4,76	203,61	238,25
0,40	6	0,851	4,86	5,72	243,23	285,90
0,60	5	0,847	4,04	4,76	201,80	238,25
0,80	5	0,843	4,02	4,76	200,92	238,25
1,00	5	0,840	3,70	4,41	185,08	220,40
1,20	5	0,836	3,69	4,41	184,31	220,40
1,40	3	0,833	2,20	2,64	110,14	132,24
1,60	3	0,830	2,19	2,64	109,70	132,24
1,80	3	0,826	2,19	2,64	109,27	132,24
2,00	3	0,823	2,03	2,46	101,27	123,02
2,20	3	0,820	2,02	2,46	100,90	123,02
2,40	3	0,817	2,01	2,46	100,53	123,02
2,60	4	0,814	2,67	3,28	133,56	164,03
2,80	2	0,811	1,33	1,64	66,55	82,02
3,00	3	0,809	1,86	2,30	93,01	115,01
3,20	4	0,806	2,47	3,07	123,60	153,35
3,40	4	0,803	2,46	3,07	123,20	153,35
3,60	4	0,801	2,46	3,07	122,81	153,35
3,80	3	0,798	1,84	2,30	91,83	115,01
4,00	3	0,796	1,72	2,16	85,95	107,98
4,20	4	0,794	2,29	2,88	114,27	143,97
4,40	3	0,791	1,71	2,16	85,46	107,98
4,60	3	0,789	1,70	2,16	85,22	107,98
4,80	3	0,787	1,70	2,16	84,99	107,98
5,00	4	0,785	2,13	2,71	106,50	135,67
5,20	4	0,783	2,12	2,71	106,23	135,67
5,40	4	0,781	2,12	2,71	105,96	135,67
5,60	4	0,779	2,11	2,71	105,70	135,67
5,80	3	0,777	1,58	2,04	79,09	101,75
6,00	3	0,775	1,49	1,92	74,61	96,21
6,20	4	0,774	1,98	2,57	99,25	128,27
6,40	4	0,772	1,98	2,57	99,03	128,27
6,60	4	0,770	1,98	2,57	98,82	128,27
6,80	4	0,769	1,97	2,57	98,61	128,27
7,00	4	0,767	1,87	2,43	93,32	121,65
7,20	4	0,766	1,86	2,43	93,14	121,65
7,40	5	0,764	2,32	3,04	116,19	152,06
7,60	6	0,763	2,78	3,65	139,17	182,47
7,80	6	0,761	2,78	3,65	138,91	182,47
8,00	6	0,760	2,64	3,47	131,85	173,50
8,20	9	0,759	3,95	5,21	197,42	260,25
8,40	11	0,757	4,82	6,36	240,87	318,09
8,60	14	0,706	5,72	8,10	285,80	404,84
8,80	16	0,705	6,52	9,25	326,05	462,67
9,00	16	0,703	6,20	8,82	310,24	441,00
9,20	18	0,702	6,97	9,92	348,42	496,12
9,40	16	0,701	6,18	8,82	309,19	441,00
9,60	16	0,700	6,17	8,82	308,68	441,00
9,80	14	0,699	5,39	7,72	269,65	385,87
10,00	17	0,698	6,25	8,95	312,29	447,60
10,20	18	0,697	6,60	9,48	330,14	473,92



Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Peso unità di volume (KN/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (KN/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt
1,2	5,17	4,8	Incoerente - coesivo	18,53	18,63	11,12	1,5	7,78
8	3,74	2,63	Incoerente - coesivo	17,36	18,44	81,26	1,5	5,62
10,2	15	8,31	Incoerente - coesivo	18,83	20,69	161,0	1,5	22,56

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.4**
**TERRENI COESIVI**
**Coesione non drenata (KPa)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Terzaghi -Peck	Sanglerat	Terzaghi -Peck (1948)	U.S.D.M .S.M	Schmertmann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begeman n	De Beer
[1] -	7,78	1,20	47,66	95,42	24,52	30,69	74,63	143,96	68,16	100,13	38,15	120,33	95,42
[2] -	5,62	8,00	34,42	68,84	24,52	22,36	53,74	78,94	49,72	83,65	27,56	0,00	68,84
[3] -	22,56	10,20	149,36	276,55	98,07	85,02	219,28	249,29	185,54	228,20	110,62	257,91	276,55

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
[1] -	7,78	1,20	Robertson (1983)	1,53
[2] -	5,62	8,00	Robertson (1983)	1,10
[3] -	22,56	10,20	Robertson (1983)	4,42

**Modulo Edometrico (Mpa)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] -	7,78	1,20	3,50	--	7,96	9,54
[2] -	5,62	8,00	2,53	8,27	5,80	6,89
[3] -	22,56	10,20	10,15	--	22,74	22,12

**Modulo di Young (Mpa)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] -	7,78	1,20	6,77	7,63
[2] -	5,62	8,00	4,34	5,51
[3] -	22,56	10,20	23,44	22,12

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] -	7,78	1,20	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
[2] -	5,62	8,00	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
[3] -	22,56	10,20	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m <sup>3</sup> )
[1] -	7,78	1,20	Meyerhof ed altri	18,53
[2] -	5,62	8,00	Meyerhof ed altri	17,55
[3] -	22,56	10,20	Meyerhof ed altri	20,69

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m <sup>3</sup> )
[1] -	7,78	1,20	Meyerhof ed altri	18,63
[2] -	5,62	8,00	Meyerhof ed altri	18,44
[3] -	22,56	10,20	Meyerhof ed altri	21,18

**TERRENI INCOERENTI**
**Densità relativa**

	Intestazione NSPTS	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] -	7,78	1,20	33,35	64,95	80,72	27,87
[2] -	5,62	8,00	16,39	40,27	41,04	22,47
[3] -	22,56	10,20	34,66	65,18	66,66	54,84

**Angolo di resistenza al taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] -	7,78	1,20	7,78	29,22	22,22	30,18	33,05	32,81	0	<30	25,8	29,33	36,48	27,47
[2] -	5,62	8,00	5,62	28,61	21,61	29,57	28,2	31,93	0	<30	24,18	28,69	30,92	25,6
[3] -	22,56	10,20	22,56	33,45	26,45	34,32	28,97	37,81	37,13	30-32	33,4	33,77	39,97	36,24

**Modulo di Young (Mpa)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] -	7,78	1,20	7,78	---	6,10	---	---	---
[2] -	5,62	8,00	5,62	---	4,41	---	---	---
[3] -	22,56	10,20	22,56	33,25	17,70	26,17	34,24	18,42

**Modulo Edometrico (Mpa)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] -	7,78	1,20	7,78	---	4,26	5,42	7,13
[2] -	5,62	8,00	5,62	---	3,83	3,91	6,19
[3] -	22,56	10,20	22,56	13,27	7,24	15,71	13,59

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] -	7,78	1,20	7,78	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[2] -	5,62	8,00	5,62	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[3] -	22,56	10,20	22,56	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (KN/m³)
[1] -	7,78	1,20	7,78	Meyerhof ed altri	16,18
[2] -	5,62	8,00	5,62	Meyerhof ed altri	15,30
[3] -	22,56	10,20	22,56	Meyerhof ed altri	20,01

**Peso unità di volume saturo**

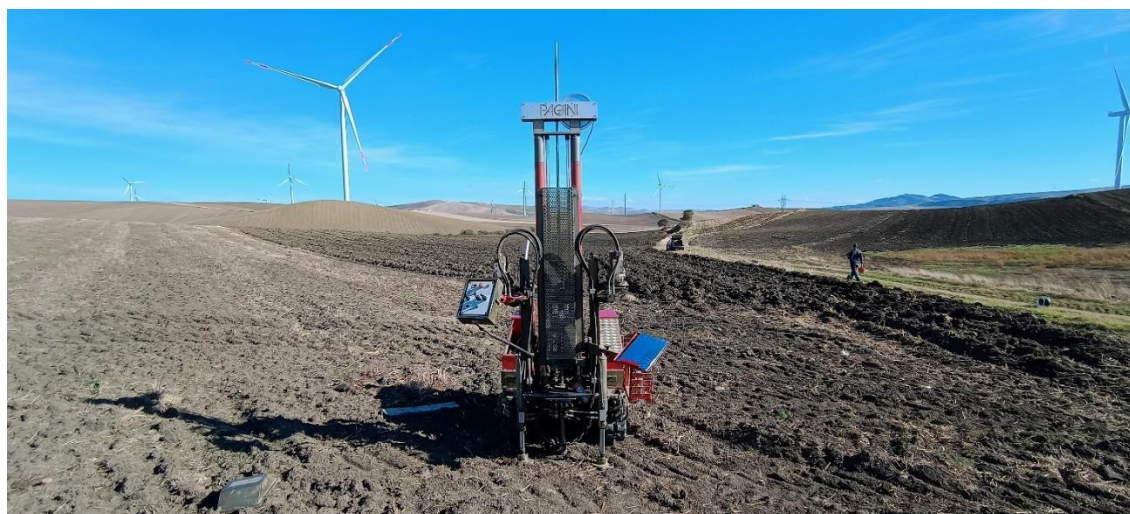
	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (KN/m³)
[1] -	7,78	1,20	7,78	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,63
[2] -	5,62	8,00	5,62	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,53
[3] -	22,56	10,20	22,56	Terzaghi-Peck 1948-1967	24,03

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] -	7,78	1,20	7,78	(A.G.I.)	0,34
[2] -	5,62	8,00	5,62	(A.G.I.)	0,34
[3] -	22,56	10,20	22,56	(A.G.I.)	0,31

**Modulo di deformazione a taglio dinamico (Mpa)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] -	7,78	1,20	7,78	43,85	42,94
[2] -	5,62	8,00	5,62	32,30	35,20
[3] -	22,56	10,20	22,56	119,28	82,28



*Figura 11 - Esecuzione della Prova penetrometrica DPH 4*

## 6 CARATTERI LITOSTRATIGRAFICI

Sulla base del rilevamento geologico di superficie, delle fonti cartografiche e accademiche disponibili ed in maniera specifica delle indagini dirette ed indirette effettuate sono stati ricostruiti i caratteri litostratigrafici medi dell'area in esame.

I parametri geotecnici caratteristici utilizzati per il seguente studio sono di seguito riassunti.

### Terreno vegetale (da p.c. a 2,00 metri circa)

- un angolo di attrito interno di  $\Phi = 23^\circ$ ;
- peso di volume 1,85 Kg/cm<sup>3</sup>
- coesione pari a 0,03 Kg/cm<sup>2</sup>

### Limi con argilla debolmente sabbioso (da 2,00 metri a 6,00 circa)

- un angolo di attrito interno di  $\Phi = 24^\circ$ ;
- peso di volume 1,95 Kg/cm<sup>3</sup>
- coesione pari a 0,30 Kg/cm<sup>2</sup>

### Limo argilloso di colore grigio verde (da 6,00 metri a 10,00 circa)

- un angolo di attrito interno di  $\Phi = 23^\circ$ ;
- peso di volume 2,00 Kg/cm<sup>3</sup>
- coesione pari a 0,35 Kg/cm<sup>2</sup>

Ai fini esecutivi saranno effettuati maggiori approfondimenti della campagna di indagine geognostica.

## 7 SISMICITÀ DELL'AREA

Ai fini dell'applicazione della normativa antisismica, il territorio nazionale viene suddiviso in zone sismiche, ciascuna contrassegnata da un diverso valore del parametro  $a_g$  = accelerazione orizzontale massima su suolo di categoria A (definito al punto 3.1), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni. I valori di  $a_g$ , espressi come frazione dell'accelerazione di gravità  $g$ , da adottare in ciascuna delle zone sismiche del territorio nazionale sono, salvo più accurate determinazioni, che possono portare a differenze comunque non superiori al 20% dell'accelerazione per le zone 1 e 2 e non superiori a 0.05g nelle altre zone:

Zona	Valore di $a_g$
1	0,35g
2	0,25g
3	0,15g
4	0,05g

Secondo la nuova classificazione sismica dei comuni italiani il territorio di Sant'Agata di Puglia, rientra nelle "Zone sismiche 1".

## 8 CONDIZIONI TOPOGRAFICHE LOCALI

Le aree interessate dal progetto, così come quelle vicine, sono caratterizzate da rilievi collinari dolci, modellati nei sedimenti argillosi. Le quote sono comprese tra i 400 ed i 300 m. s.l.m.m. . Le pendenze non sono mai eccessive e solo in alcuni piccoli tratti superano i 15 gradi.

Per configurazioni topografiche semplici si può adottare la seguente classificazione riportata in tabella.

Tab. 3.2.III – *Categorie topografiche*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Tabella 1- *Categorie topografiche*

L'area oggetto di intervento rientra nella categoria topografica T1.

## 9 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

Le indagini effettuate hanno permesso di riscontrare la seguente velocità delle onde S:

- Base Sismica 1 VSeq (m/s): pari a 428 m/s = Categoria di Suolo B
- Base Sismica 2 VSeq (m/s): pari a 308 m/s = Categoria di Suolo C
- Base Sismica 3 VSeq (m/s): pari a 301 m/s = Categoria di Suolo C
- Base Sismica 4 VSeq (m/s): pari a 253 m/s = Categoria di Suolo C

Dalla normativa (Norme Tecniche per le Costruzioni, emanate con D.M. Infrastrutture del 17.01.2018, pubblicato su Gazzetta Ufficiale il 20/02/2018):

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

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

A favore di sicurezza sanno considerate tutte le aree come ricadenti in Categoria di Suolo “C”.

## 10 PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO

Con deliberazione n° 25 del 15/12/2004 l'Autorità di Bacino della Puglia ha adottato il Piano di Bacino della Puglia, stralcio Assetto Idrogeologico (PAI).

Successivamente all'adozione, ed entro il 21/3/2005, sono pervenute n° 251 osservazioni per modificare le perimetrazioni adottate o per perimetrare nuovi siti. Per la valutazione di tali istanze sono state istituite sette commissioni, una per Provincia. Al termine dei lavori di valutazione delle istanze pervenute, il Comitato Tecnico ha approvato le nuove perimetrazioni e le modifiche a quelle già definite ed ha modificato le norme tecniche precedentemente adottate.

Sicché, con deliberazione n° 39 del 30/11/2005 la medesima Autorità di Bacino della Puglia ha approvato il Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico per i bacini regionali e per il bacino interregionale del fiume Ofanto composto da:

- Elenco dei Comuni ricadenti nell'AdB Puglia;
- Relazione di Piano;
- Norme Tecniche di Attuazione;
- Elaborati cartografici.

In relazione alle condizioni idrauliche, oltre alla definizione degli alvei fluviali in modellamento attivo e delle aree golenali, ove vige il divieto assoluto di edificabilità, vengono distinte tre tipologie di aree a diverso grado di pericolosità idraulica:

1) Aree ad alta pericolosità idraulica (A.P.): in tali aree sono esclusivamente consentiti:

- a. interventi di sistemazione idraulica;
- b. interventi di adeguamento e ristrutturazione della viabilità e della rete dei servizi pubblici e privati;
- c. interventi necessari per la manutenzione di opere pubbliche o di interesse pubblico;
- d. interventi di ampliamento e di ristrutturazione delle infrastrutture a rete pubbliche o di interesse pubblico esistenti;
- e. interventi sugli edifici esistenti, finalizzati a ridurre la vulnerabilità e a migliorare la tutela della pubblica incolumità;
- f. interventi di demolizione senza ricostruzione, interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro e di risanamento conservativo;
- g. adeguamenti necessari alla messa a norma delle strutture, degli edifici e degli impianti;
- h. ampliamenti volumetrici degli edifici esistenti esclusivamente finalizzati alla realizzazione di servizi igienici o ad adeguamenti igienico-sanitari, volumi tecnici, autorimesse pertinenziali, rialzamento del sottotetto al fine di renderlo abitabile o funzionale;
- f. realizzazione, a condizione che non aumentino il livello di pericolosità, di recinzioni, pertinenze, manufatti precari, interventi di sistemazione ambientale senza la creazione di volumetrie e/o superfici impermeabili, annessi agricoli purché indispensabili alla conduzione del fondo e con destinazione agricola vincolata;

2) Aree a media pericolosità idraulica (M.P.): in tali aree, oltre a quanto consentito nelle aree a A.P. sono esclusivamente consentiti anche:

- a. interventi di ristrutturazione edilizia, così come definiti alla lettera d) dell'art. 3 del D.P.R. n.380/2001 e s.m.i., a condizione che non aumentino il livello di pericolosità nelle aree adiacenti;
- b. ulteriori tipologie di intervento a condizione che venga garantita la preventiva o contestuale realizzazione delle opere di messa in sicurezza idraulica per eventi con tempo di ritorno di 200 anni.

3) Aree a bassa pericolosità idraulica (B.P.): in tali aree, oltre a quanto consentito nelle aree a A.P. e M.P. sono consentiti anche:

- a. tutti gli interventi previsti dagli strumenti di governo del territorio, purché siano realizzati in condizioni di sicurezza idraulica in relazione alla natura dell'intervento e al contesto territoriale a

valle della redazione di uno studio di compatibilità idrologica ed idraulica che ne analizzi compiutamente gli effetti sul regime idraulico a monte e a valle dell'area interessata.

In relazione alle specifiche condizioni geomorfologiche ed idrogeologiche, alla tutela dell'ambiente ed alla prevenzione contro presumibili effetti dannosi di interventi antropici, così come risultanti dallo stato delle conoscenze, vengono distinte tre tipologie di aree a diverso grado di pericolosità geomorfologica:

PG3 – Aree a pericolosità geomorfologica molto elevata, nelle quali sono consentiti gli interventi indicati nell'art. 13 delle NTA del PAI

PG2 – Aree a pericolosità geomorfologica elevata, nelle quali sono consentiti gli interventi indicati nell'art. 14 delle NTA del PAI

PG1 – Aree a pericolosità geomorfologica media e moderata, nelle quali sono consentiti gli interventi indicati nell'art. 15 delle NTA del PAI

Come si evince chiaramente dalla planimetria allegata, l'area di progetto ricade interamente in Area PG1\_Aree a pericolosità geomorfologica media e moderata, nelle quali sono consentiti gli interventi indicati nell'art. 15 delle NTA del PAI.

#### **ARTICOLO 15 Aree a pericolosità geomorfologica media e moderata (P.G.1)**

*1. Nelle aree a pericolosità geomorfologica media e moderata (P.G.1) sono consentiti tutti gli interventi previsti dagli strumenti di governo del territorio purché l'intervento garantisca la sicurezza, non determini condizioni di instabilità e non modifichi negativamente le condizioni ed i processi geomorfologici nell'area e nella zona potenzialmente interessata dall'opera e dalle sue pertinenze.*

*2. Per tutti gli interventi di cui al comma 1 l'AdB 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.*

*3. In tali aree, nel rispetto delle condizioni fissate dagli strumenti di governo del territorio, il PAI persegue l'obiettivo di integrare il livello di sicurezza alle popolazioni mediante la predisposizione prioritaria da parte degli enti competenti, ai sensi della legge 225/92, di programmi di previsione e prevenzione.*

### 10.1 CONDIZIONI DI VERIFICA DEL VERSANTE

Le aree interessate dal progetto, così come quelle vicine, sono caratterizzate da rilievi collinari dolci, modellati nei sedimenti argillosi. Le quote sono comprese tra i 400 ed i 300 m. s.l.m.m. . Le pendenze non sono mai eccessive e solo in alcuni piccoli tratti superano i 15 gradi.

Nell'elaborazione della soluzione progettuale sono state escluse, per convenienze nell'esecuzione dei lavori, le aree con pendenze superiori a 15 gradi dall'orizzontale.

Ai fini della verifica della stabilità del versante è stata elaborata, sulla base delle isoipse estratte dalla Cartografia Tecnica Regionale 1:5.000, una carta delle pendenze suddivise per classi.

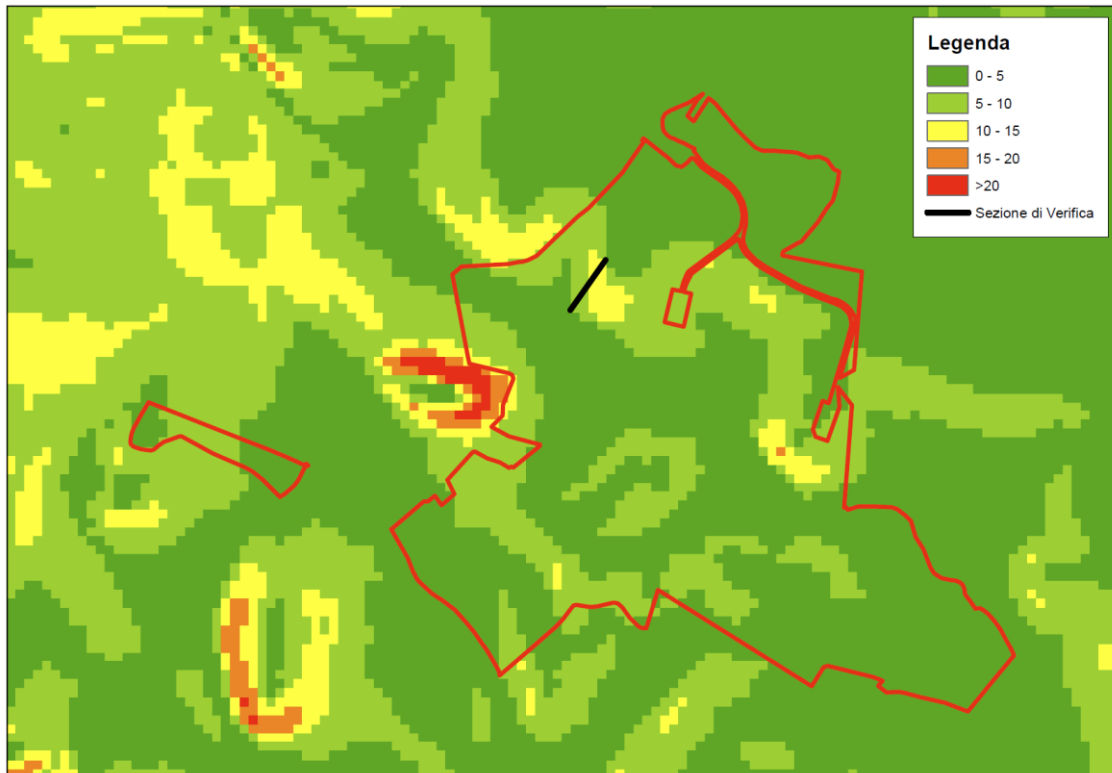


Figura 12 - Carta delle pendenze (gradi) con indicazione della sezione di verifica adottata

All'interno delle aree con pendenza maggiore è stata scelta una sezione di verifica rappresentativa (cfr figura precedente).

## 10.2 CALCOLO DELLA STABILITÀ DEL VERSANTE

### 10.2.1 DEFINIZIONE

Per pendio s'intende una porzione di versante naturale il cui profilo originario è stato modificato da interventi artificiali rilevanti rispetto alla stabilità. Per frana s'intende una situazione di instabilità che interessa versanti naturali e coinvolgono volumi considerevoli di terreno.

### 10.2.2 INTRODUZIONE ALL'ANALISI DI STABILITÀ

La risoluzione di un problema di stabilità richiede la presa in conto delle equazioni di campo e dei legami costitutivi. Le prime sono di equilibrio, le seconde descrivono il comportamento del terreno. Tali equazioni risultano particolarmente complesse in quanto i terreni sono dei sistemi multifase, che possono essere ricondotti a sistemi monofase solo in condizioni di terreno secco, o di analisi in condizioni drenate.

Nella maggior parte dei casi ci si trova a dover trattare un materiale che se saturo è per lo meno bifase, ciò rende la trattazione delle equazioni di equilibrio notevolmente complicata. Inoltre è praticamente impossibile definire una legge costitutiva di validità generale, in quanto i terreni presentano un comportamento non-lineare già a piccole deformazioni, sono anisotropi ed



inoltre il loro comportamento dipende non solo dallo sforzo deviatorico ma anche da quello normale. A causa delle suddette difficoltà vengono introdotte delle ipotesi semplificative:

1. Si usano leggi costitutive semplificate: modello rigido perfettamente plastico. Si assume che la resistenza del materiale sia espressa unicamente dai parametri coesione ( $c$ ) e angolo di resistenza al taglio ( $\varphi$ ), costanti per il terreno e caratteristici dello stato plastico; quindi si suppone valido il criterio di rottura di Mohr-Coulomb.
2. In alcuni casi vengono soddisfatte solo in parte le equazioni di equilibrio.

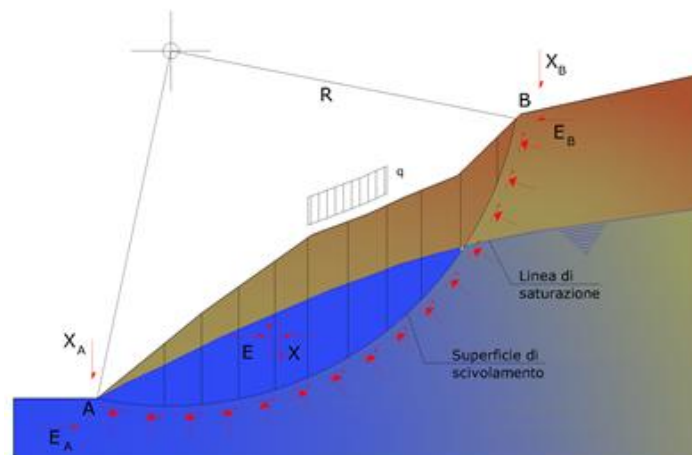
### 10.2.3 METODO EQUILIBRIO LIMITE (LEM)

Il metodo dell'equilibrio limite consiste nello studiare l'equilibrio di un corpo rigido, costituito dal pendio e da una superficie di scorrimento di forma qualsiasi (linea retta, arco di cerchio, spirale logaritmica); da tale equilibrio vengono calcolate le tensioni da taglio ( $\tau$ ) e confrontate con la resistenza disponibile ( $\tau_f$ ), valutata secondo il criterio di rottura di Coulomb, da tale confronto ne scaturisce la prima indicazione sulla stabilità attraverso il coefficiente di sicurezza:

$$F = \tau_f / \tau$$

Tra i metodi dell'equilibrio limite alcuni considerano l'equilibrio globale del corpo rigido (Culman), altri a causa della non omogeneità dividono il corpo in conci considerando l'equilibrio di ciascuno (Fellenius, Bishop, Janbu ecc.).

Di seguito vengono discussi i metodi dell'equilibrio limite dei conci.



### 10.2.4 METODO DEI CONCI

La massa interessata dallo scivolamento viene suddivisa in un numero conveniente di conci. Se il numero dei conci è pari a  $n$ , il problema presenta le seguenti incognite:

- $n$  valori delle forze normali  $N_i$  agenti sulla base di ciascun concio;
- $n$  valori delle forze di taglio alla base del concio  $T_i$ ;

- (n-1) forze normali  $E_i$  agenti sull'interfaccia dei conci;
- (n-1) forze tangenziali  $X_i$  agenti sull'interfaccia dei conci;
- n valori della coordinata a che individua il punto di applicazione delle  $E_i$ ;
- (n-1) valori della coordinata che individua il punto di applicazione delle  $X_i$ ;
- una incognita costituita dal fattore di sicurezza F.

Complessivamente le incognite sono (6n-2).

Mentre le equazioni a disposizione sono:

- equazioni di equilibrio dei momenti n;
- equazioni di equilibrio alla traslazione verticale n;
- equazioni di equilibrio alla traslazione orizzontale n;
- equazioni relative al criterio di rottura n.

Totale numero di equazioni 4n.

Il problema è staticamente indeterminato ed il grado di indeterminazione è pari a :

$$i = (6n - 2) - (4n) = 2n - 2$$

Il grado di indeterminazione si riduce ulteriormente a (n-2) in quanto si fa l'assunzione che  $N_i$  sia applicato nel punto medio della striscia. Ciò equivale ad ipotizzare che le tensioni normali totali siano uniformemente distribuite.

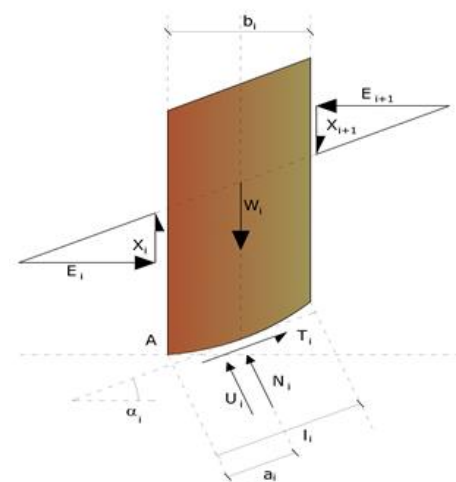
I diversi metodi che si basano sulla teoria dell'equilibrio limite si differenziano per il modo in cui vengono eliminate le (n-2) indeterminazioni.

#### 10.2.5 METODO DI BISHOP (1955)

Con tale metodo non viene trascurato nessun contributo di forze agenti sui blocchi e fu il primo a descrivere i problemi legati ai metodi convenzionali. Le equazioni usate per risolvere il problema sono:

$$\sum F_y = 0, \quad \sum M_0 = 0 \quad \text{Criterio di rottura}$$

$$F = \frac{\sum \{c_i \times b_i + (W_i - u_i \times b_i + \Delta X_i) \times \tan \varphi_i\} \times \frac{\sec \alpha_i}{1 + \tan \alpha_i \times \tan \varphi_i} / F}{\sum W_i \times \sin \alpha_i}$$



I valori di F e di  $\Delta X$  per ogni elemento che soddisfano questa equazione danno una soluzione rigorosa al problema. Come prima approssimazione conviene porre  $\Delta X = 0$  ed iterare per il calcolo del fattore di sicurezza, tale procedimento è noto come metodo di **Bishop ordinario**, gli errori commessi rispetto al metodo completo sono di circa 1 %.

#### 10.2.6 VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA

La stabilità dei pendii nei confronti dell'azione sismica viene verificata con il metodo pseudo-statico. Per i terreni che sotto l'azione di un carico ciclico possono sviluppare pressioni interstiziali elevate viene considerato un aumento in percento delle pressioni neutre che tiene conto di questo fattore di perdita di resistenza.

Ai fini della valutazione dell'azione sismica vengono considerate le seguenti forze:

$$F_H = K_x W$$

$$F_V = K_y W$$

Essendo:

- **F<sub>H</sub>** e **F<sub>V</sub>** rispettivamente la componente orizzontale e verticale della forza d'inerzia applicata al baricentro del concio;
- **W** peso concio;
- **K<sub>x</sub>** coefficiente sismico orizzontale;
- **K<sub>y</sub>** coefficiente sismico verticale.

#### 10.2.7 RICERCA DELLA SUPERFICIE DI SCORRIMENTO CRITICA

In presenza di mezzi omogenei non si hanno a disposizione metodi per individuare la superficie di scorrimento critica ed occorre esaminarne un numero elevato di potenziali superfici.

Nel caso vengano ipotizzate superfici di forma circolare, la ricerca diventa più semplice, in quanto dopo aver posizionato una maglia dei centri costituita da m righe e n colonne saranno esaminate tutte le superfici aventi per centro il generico nodo della maglia  $m \times n$  e raggio variabile in un determinato range di valori tale da esaminare superfici cinematicamente ammissibili.

Analisi di stabilità dei pendii con : BISHOP (1955)

=====

=

Lat./Long. 41.168051/15.441386 °

Calcolo eseguito secondo NTC 2018

Numero di strati 3.0

Numero dei conci 10.0

Grado di sicurezza ritenuto accettabile 1.3

Coefficiente parziale resistenza 1.0

Analisi Condizione drenata

Superficie di forma circolare

=====

=

Maglia dei Centri

=====

=

Ascissa vertice sinistro inferiore xi 34.98 m

Ordinata vertice sinistro inferiore yi 355.76 m

Ascissa vertice destro superiore xs 132.15 m

Ordinata vertice destro superiore ys 386.12 m

Passo di ricerca 10.0

Numero di celle lungo x 40.0

Numero di celle lungo y 20.0

=====

=

Coefficienti sismici [N.T.C.]

=====

=

**Dati generali**

Tipo opera: 2 - Opere ordinarie

Classe d'uso: Classe II

Vita nominale: 50.0 [anni]

Vita di riferimento: 50.0 [anni]

**Parametri sismici su sito di riferimento**

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	FO [-]	TC* [sec]
----------------------	-------------------------------	---------------------------	-----------	--------------

S.L.O.	30.0	0.49	2.435	0.286
S.L.D.	50.0	0.628	2.546	0.316
S.L.V.	475.0	1.952	2.44	0.411
S.L.C.	975.0	2.716	2.405	0.421

**Coefficienti sismici orizzontali e verticali**

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.735	0.2	0.015	0.0075
S.L.D.	0.942	0.2	0.0192	0.0096
S.L.V.	2.7495	0.24	0.0673	0.0336
S.L.C.	3.5317	0.28	0.1008	0.0504

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.015

Coefficiente azione sismica verticale 0.0075

**Vertici profilo**

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	326.0
2	1.11	326.11
3	3.13	326.32
4	5.44	326.53
5	7.75	326.73
6	10.99	327.05
7	14.24	327.38
8	17.37	327.73
9	20.49	328.08
10	23.41	328.37
11	26.33	328.66
12	28.97	328.96
13	31.61	329.26
14	36.59	329.78
15	38.48	330.02
16	40.38	330.27
17	42.22	330.59
18	45.99	331.18
19	50.22	331.78
20	55.04	332.43
21	57.58	332.76
22	59.75	333.08
23	61.92	333.39
24	63.91	333.65
25	65.9	333.92
26	67.51	334.14

27	69.12	334.36
28	70.45	334.53
29	72.89	334.88
30	75.36	335.33
31	76.73	335.58
32	79.22	336.02
33	81.7	336.47
34	87.28	337.4
35	91.45	338.04
36	97.87	339.03
37	102.75	339.8
38	105.37	340.24
39	108.62	340.79
40	111.88	341.35
41	116.49	342.2
42	121.1	343.06
43	125.35	343.83
44	129.59	344.59
45	134.97	345.53
46	137.02	345.88
47	138.84	346.2
48	140.66	346.52
49	143.37	346.97
50	146.45	347.49
51	148.57	347.86
52	150.7	348.17
53	152.69	348.5
54	154.43	348.71
55	156.07	348.9

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0.31	323.02
2	1.42	323.13
3	3.41	323.34
4	5.7	323.54
5	8.03	323.74
6	11.29	324.07
7	14.56	324.39
8	17.7	324.75
9	20.81	325.1
10	23.71	325.39
11	26.64	325.68
12	29.31	325.98
13	31.94	326.28
14	36.94	326.8

15	38.87	327.05
16	40.83	327.31
17	42.71	327.63
18	46.44	328.21
19	50.63	328.81
20	55.44	329.46
21	57.99	329.79
22	60.18	330.11
23	62.33	330.42
24	64.31	330.68
25	66.3	330.94
26	67.92	331.16
27	69.51	331.38
28	70.86	331.55
29	73.37	331.92
30	75.9	332.37
31	77.27	332.63
32	79.74	333.07
33	82.21	333.51
34	87.75	334.43
35	91.9	335.08
36	98.33	336.06
37	103.23	336.84
38	105.87	337.28
39	109.13	337.84
40	112.41	338.39
41	117.04	339.25
42	121.64	340.11
43	125.88	340.87
44	130.11	341.64
45	135.48	342.57
46	137.53	342.93
47	139.35	343.24
48	141.17	343.56
49	143.87	344.01
50	146.96	344.53
51	149.05	344.9
52	151.16	345.21
53	153.11	345.53
54	154.78	345.73
55	156.42	345.92

Vertici strato .....1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	323.99
2	1.31	324.13
3	3.32	324.33

4	5.61	324.53
5	7.93	324.74
6	11.19	325.06
7	14.45	325.39
8	17.59	325.74
9	20.71	326.09
10	23.61	326.38
11	26.54	326.67
12	29.2	326.97
13	31.83	327.27
14	36.82	327.79
15	38.74	328.04
16	40.68	328.29
17	42.54	328.61
18	46.29	329.2
19	50.49	329.8
20	55.31	330.45
21	57.85	330.78
22	60.04	331.1
23	62.2	331.41
24	64.18	331.67
25	66.17	331.93
26	67.78	332.15
27	69.38	332.37
28	70.73	332.54
29	73.21	332.91
30	75.72	333.36
31	77.09	333.61
32	79.57	334.05
33	82.04	334.5
34	87.59	335.42
35	91.75	336.07
36	98.18	337.05
37	103.07	337.83
38	105.7	338.27
39	108.96	338.82
40	112.23	339.38
41	116.86	340.24
42	121.46	341.09
43	125.7	341.86
44	129.94	342.63
45	135.31	343.56
46	137.36	343.91
47	139.18	344.23
48	141.0	344.55
49	143.7	345.0
50	146.79	345.52



51	148.89	345.89
52	151.01	346.2
53	152.97	346.52
54	154.66	346.72
55	156.07	346.89

Vertici strato .....2

N	X (m)	y (m)
1	0.0	317.96
2	1.93	318.16
3	3.89	318.36
4	6.14	318.56
5	8.49	318.76
6	11.79	319.09
7	15.09	319.42
8	18.27	319.78
9	21.34	320.13
10	24.2	320.41
11	27.17	320.7
12	29.87	321.01
13	32.48	321.3
14	37.52	321.83
15	39.52	322.09
16	41.57	322.36
17	43.52	322.69
18	47.18	323.27
19	51.31	323.86
20	56.1	324.5
21	58.67	324.84
22	60.9	325.16
23	63.02	325.47
24	64.96	325.72
25	66.97	325.99
26	68.59	326.21
27	70.17	326.42
28	71.54	326.6
29	74.17	326.99
30	76.79	327.46
31	78.17	327.71
32	80.62	328.15
33	83.06	328.58
34	88.55	329.5
35	92.66	330.14
36	99.1	331.12
37	104.04	331.9
38	106.7	332.35
39	109.96	332.91

40	113.28	333.47
41	117.95	334.34
42	122.55	335.19
43	126.77	335.95
44	130.99	336.72
45	136.33	337.65
46	138.38	338.0
47	140.21	338.32
48	142.01	338.63
49	144.69	339.08
50	147.81	339.61
51	149.84	339.96
52	151.93	340.27
53	153.81	340.58
54	155.36	340.76
55	156.07	340.84

Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili 1.0 0.0

Favorevoli: Permanenti, variabili 1.0 0.0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio 1.25

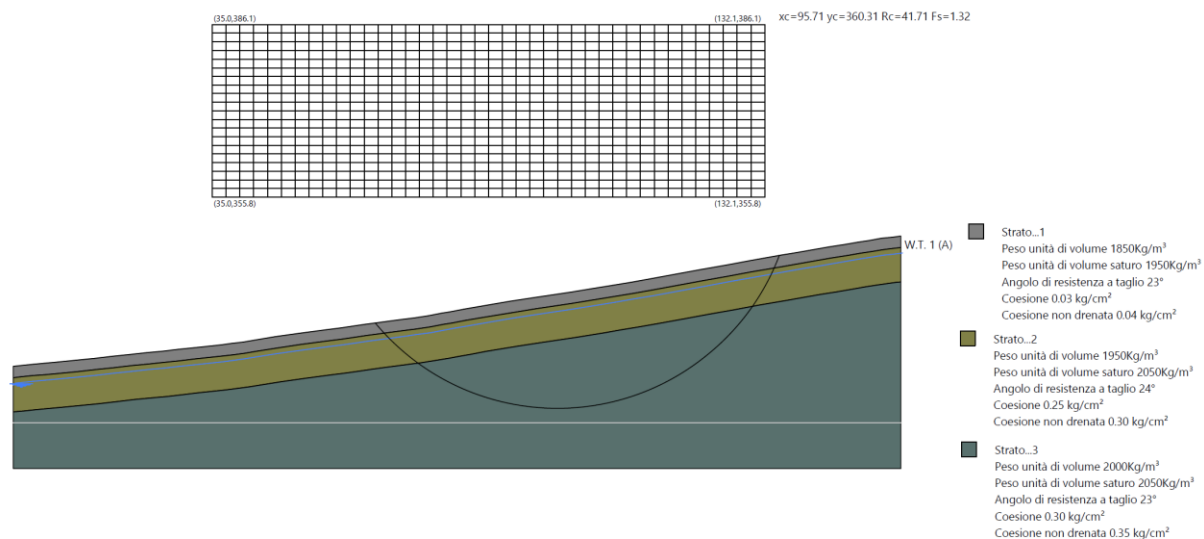
Coesione efficace 1.25

Coesione non drenata 1.4

Riduzione parametri geotecnici terreno Si

Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm <sup>2</sup> )	Coesione non drenata (kg/cm <sup>2</sup> )	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (Kg/m <sup>3</sup> )	Litologia	
1	0.03	0.04	23	1850	1950		
2	0.25	0.30	24	1950	2050		
3	0.30	0.35	23	2000	2050		



Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

<b>Fs minimo individuato</b>	<b>1.32</b>
Ascissa centro superficie	95.71 m
Ordinata centro superficie	360.31 m
Raggio superficie	41.71 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

$$xc = 95.707 \quad yc = 360.312 \quad Rc = 41.715 \quad Fs = 1.317$$

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	0.26	-49.90.4		84.54	1.27	0.63	0.0218.8	0.03	16.8	156.0	
2	1.99	-47.63.0		5923.3	88.85	44.42	0.0218.8	0.013	075.2	3910.4	
3	1.61	-44.12.2		11374.79	170.62	85.31	0.2	19.60.0	25895.01	0400.5	
4	1.61	-41.12.1		16953.74	254.31	127.15	0.2	19.60.0	33107.61	2192.1	
5	1.34	-38.41.7		17971.72	269.58	134.79	0.2	19.60.0	31822.91	1196.8	
6	2.43	-35.23.0		41091.01	616.37	308.18	0.24	18.80.0	66168.72	2492.0	
7	2.47	-31.22.9		51905.8	778.59	389.29	0.24	18.80.0	75666.22	4781.0	
8	1.37	-28.11.6		32927.79	493.92	246.96	0.24	18.80.0	45068.91	4464.0	
9	2.48	-25.22.7		66160.19	992.44	96.2	0.2418.8	0.085	855.3	27140.5	
10	55.48	22.960.2		2288421.0	34326.32	17163.160.24	18.80.0	21985	22.0	676780.4	

## 11 CONCLUSIONI

La ricostruzione delle caratteristiche generali del territorio e l'analisi di quelle più strettamente relative al sito progettuale hanno condotto all'individuazione delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche, geotecniche, idrogeologiche e sismiche potenzialmente in grado di influire sul progetto.

L'adozione e la corretta messa in opera delle soluzioni tecnico-progettuali consente di garantire la realizzabilità e la funzionalità delle opere in progetto.

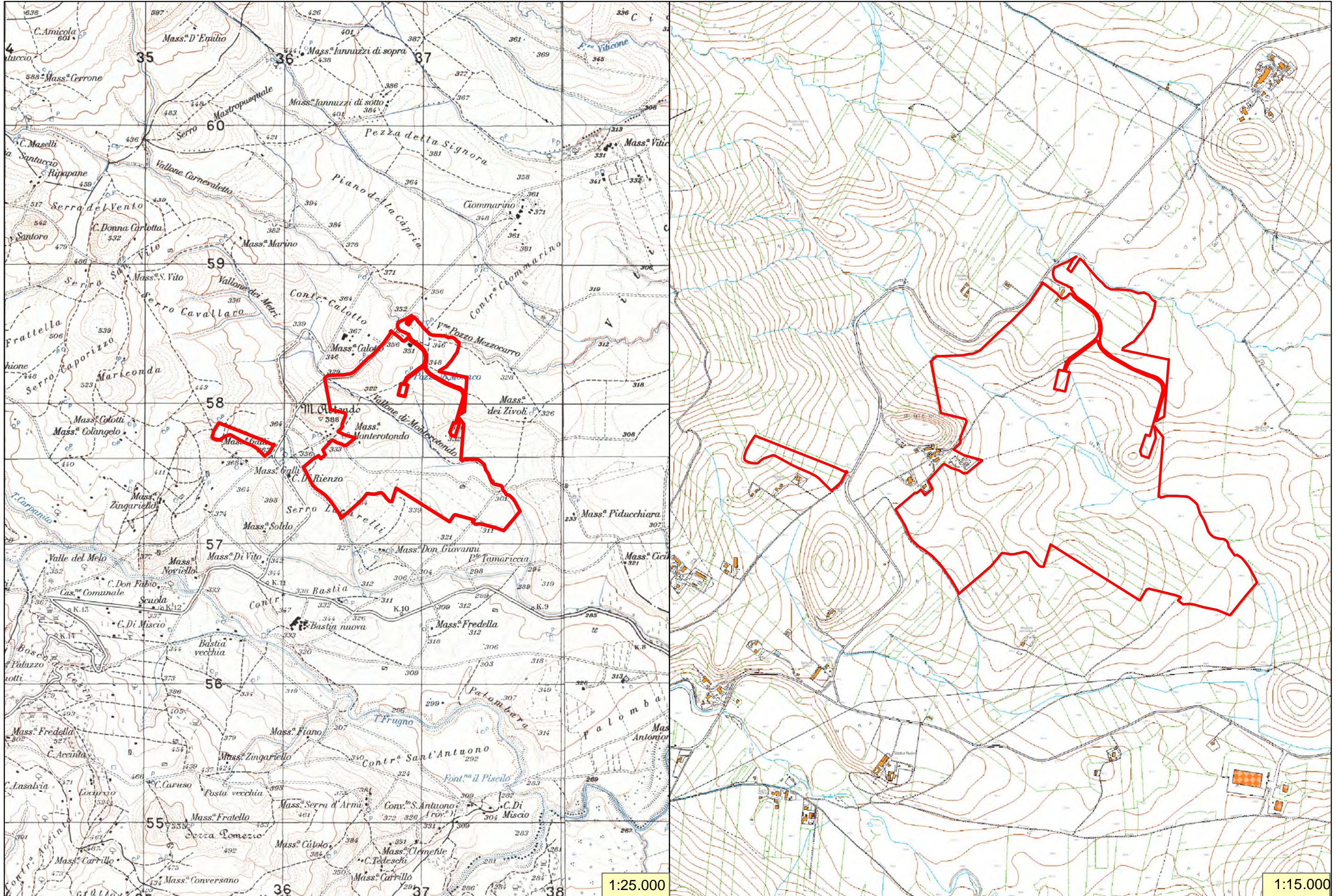
## Allegati

- Inquadramento Geografico
- Carta Geologica
- Piano di Assetto Idrogeologico (ex AdB Puglia)
- Carta Idrogeomorfologica (ex AdB Puglia)
- Aree Franose censite (ex AdB Puglia)
- Ubicazione Indagini Geognostiche
- Sismostratigrafie

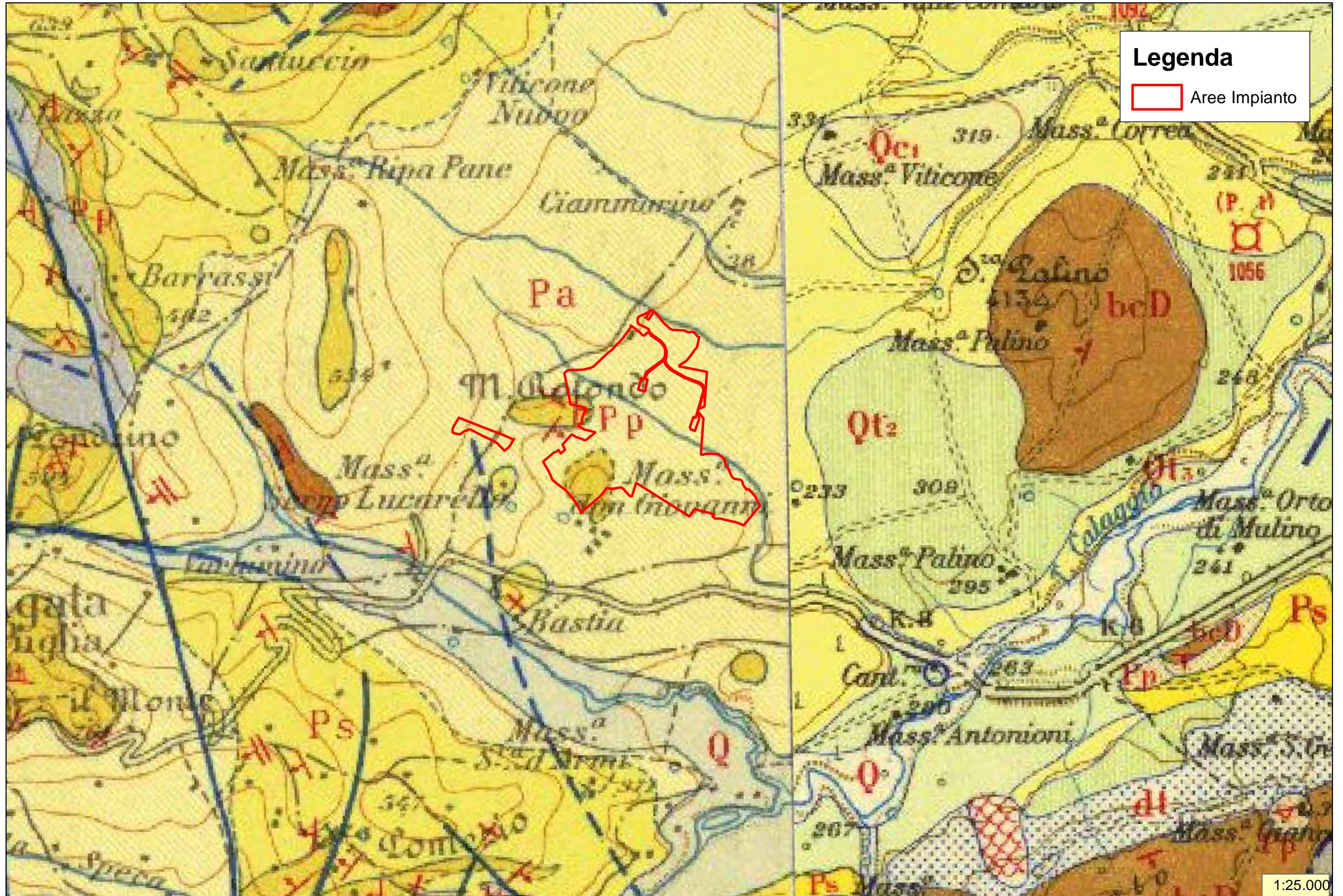
## Bibliografia

- Jacobacci G. Martelli (1967) – Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 – Foglio 174 – Ariano Irpino
- Malatesta U. Perno G. Stampanoni (1967) – Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 – Foglio 175 - Cerignola
- L. Monterisi (2006) Analisi delle condizioni di stabilità di una discarica di terra in Sant'Agata di Puglia (Italia meridionale) - Giornale di Geologia Applicata 4 (2006) 79-84
- A. Fiore (2006) - Pericolosità geologica connessa alla presenza di cavità sotterranee. Atto di indirizzo dell'Autorità di bacino della Puglia – Geologi e Territorio n.1/2/3-2006
- D. Gioia S. Gallicchio M. Moretti L. Sabato (2011) Studio geologico e geomorfologico del reticolo idrografico del settore pugliese del Subappennino Dauno e dell'adiacente tavoliere di Puglia (Provincia di Foggia, Italia meridionale) Conference: Impatto delle modificazioni climatiche su rischi e risorse naturali. Strategie e criteri d'intervento per l'adattamento e la mitigazione - Bari, Italy


# Inquadramento Geografico



Stralcio dalla Carta Geologica d'Italia 1:100.000



**Legenda**

 Aree Impianto

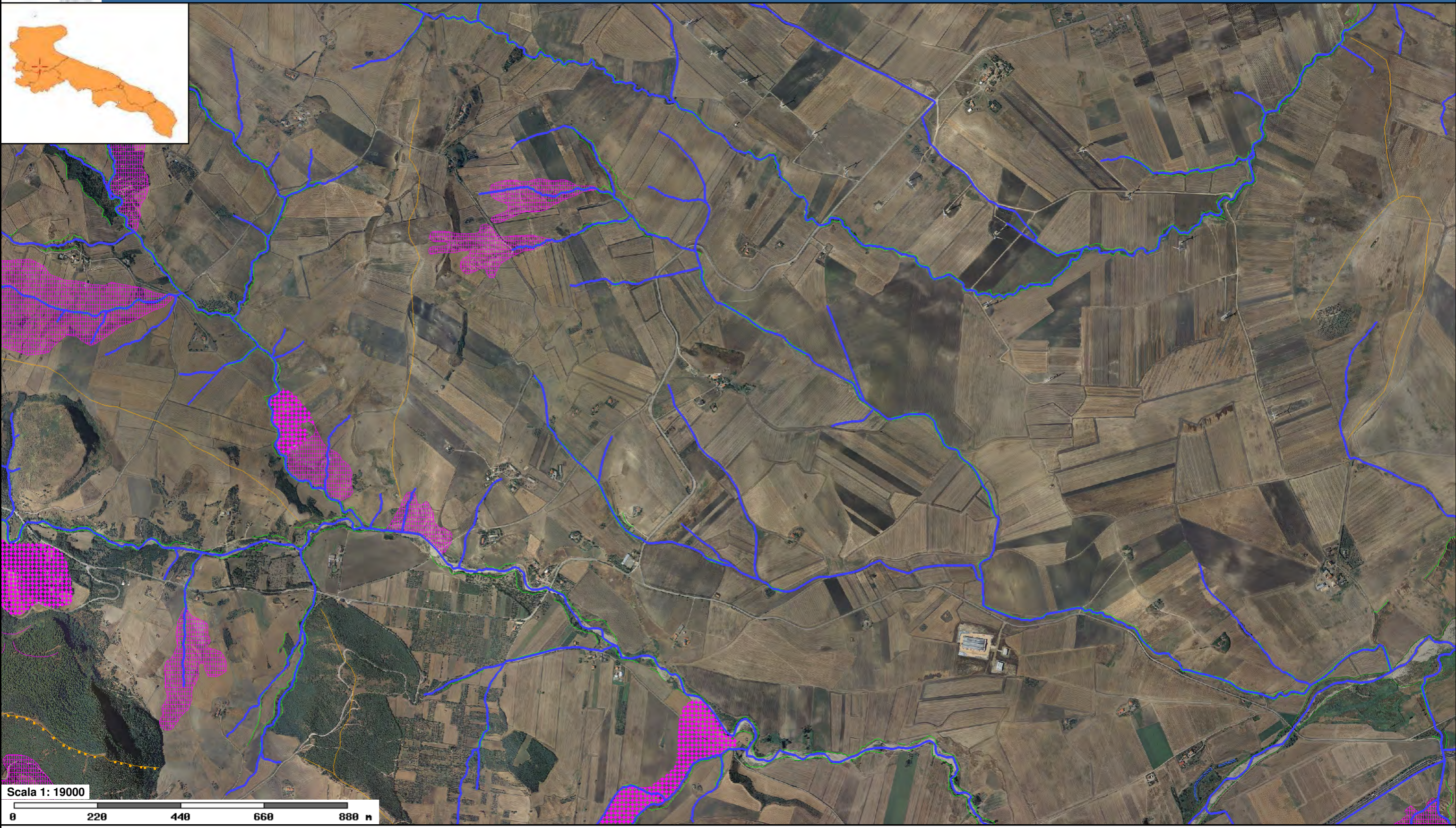




**Pericolosità e Rischio**

- Peric. Geomorf.**
- media e moderata (PG1)
  - elevata (PG2)
  - elevata (PG3)
- Peric. Idraulica AP**
- Peric. Idraulica MP**
- Peric. Idraulica BP**

**Cartografia di base**




Scala 1: 19000  
0 220 440 660 880 m


**FORME DI VERSANTE**

- |   |                 |                                      |                                  |
|---|-----------------|--------------------------------------|----------------------------------|
| Orlo di scarpata delimitante forme semispianate | Cresta affilata | Cresta smussata                      | Asse di dislivvio                |
| Nicchia di distacco                             | Cono di detrito | Area interessata da dissesto diffuso | Area a calanchi e forme similari |
| Corpo di frana                                  |                 |                                      |                                  |

## FORME DI MODELLAMENTO DI CORSO D'ACQUA


### Cigli e ripe

 Ciglio di sponda


 Ripa di erosione


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

### Corsi d'acqua

 Corso d'acqua

Corso d'acqua episodico

 Corso d'acqua obliterato

 Corso d'acqua tombato

 Recapito finale di bacino endoreico


 Sorgenti


 Canali lagunari


## **BACINI IDRICI**


### Bacini

 Lago naturale

 Lago artificiale

 Laguna costiera

 Salina

 Stagno, acquitrino, zona palustre

## **FORME CARSIICHE**

 Doline

 Grotte naturali

 Orlo di depressione carsica

 Voragini

## **Cartografia di base**



**Frane**

**Aree franose**

Arch.Uffic. Fotoi. FG

PG3

Frane (FG)

Frane (Fotoin.)

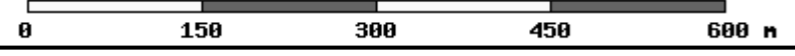
**Frane (Archivi)**

Arch.Uff.

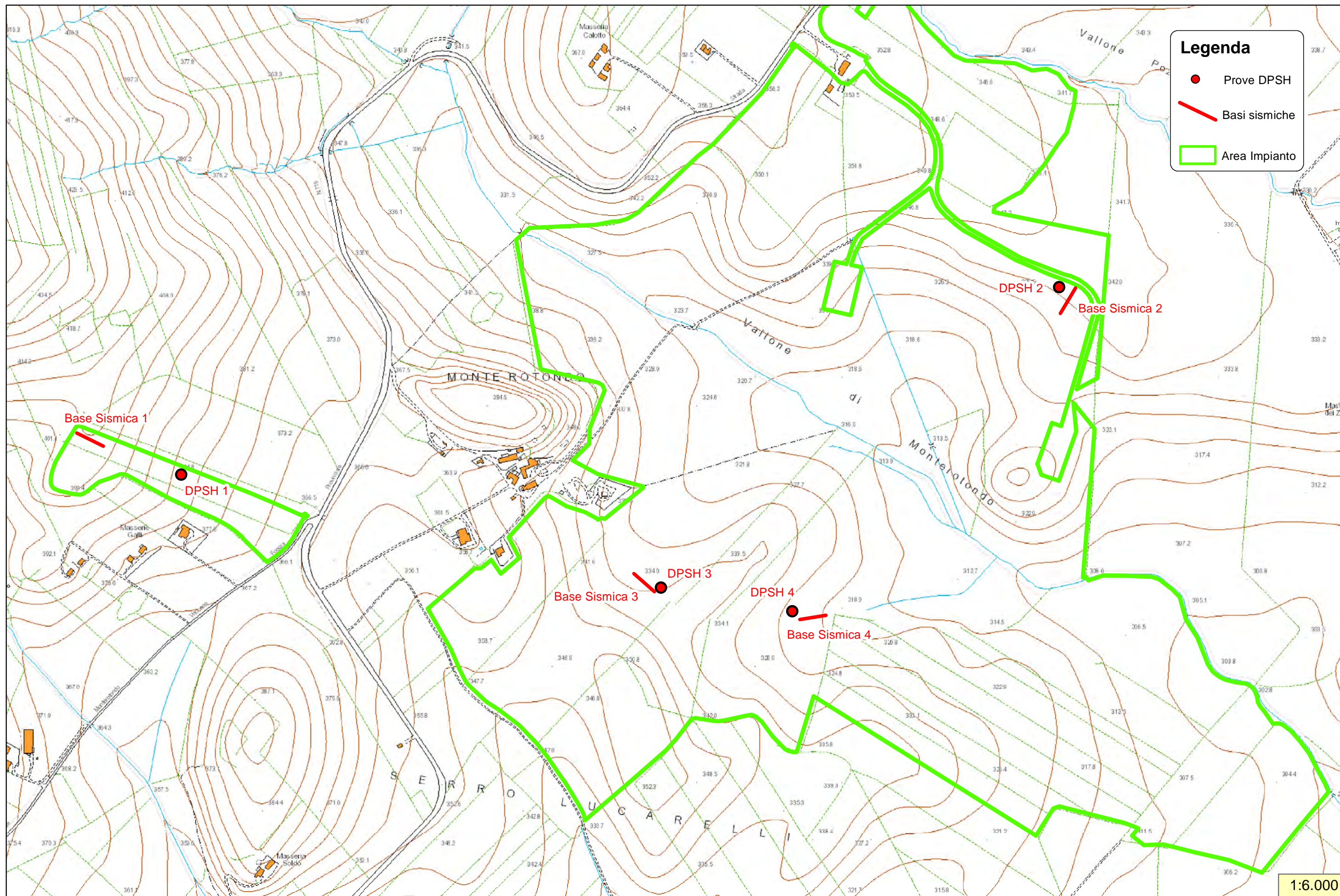
PG3

**Base cartografica**

Scala 1: 13000



# Ubicazione Indagini Geognostiche



Riferimento:

Agrivoltaico Sant'Agata di Puglia

Committente:

UNING srl

Data: Novembre 2023

Legenda

xxx m/s

Velocità Plusminus



Rifratore onda P



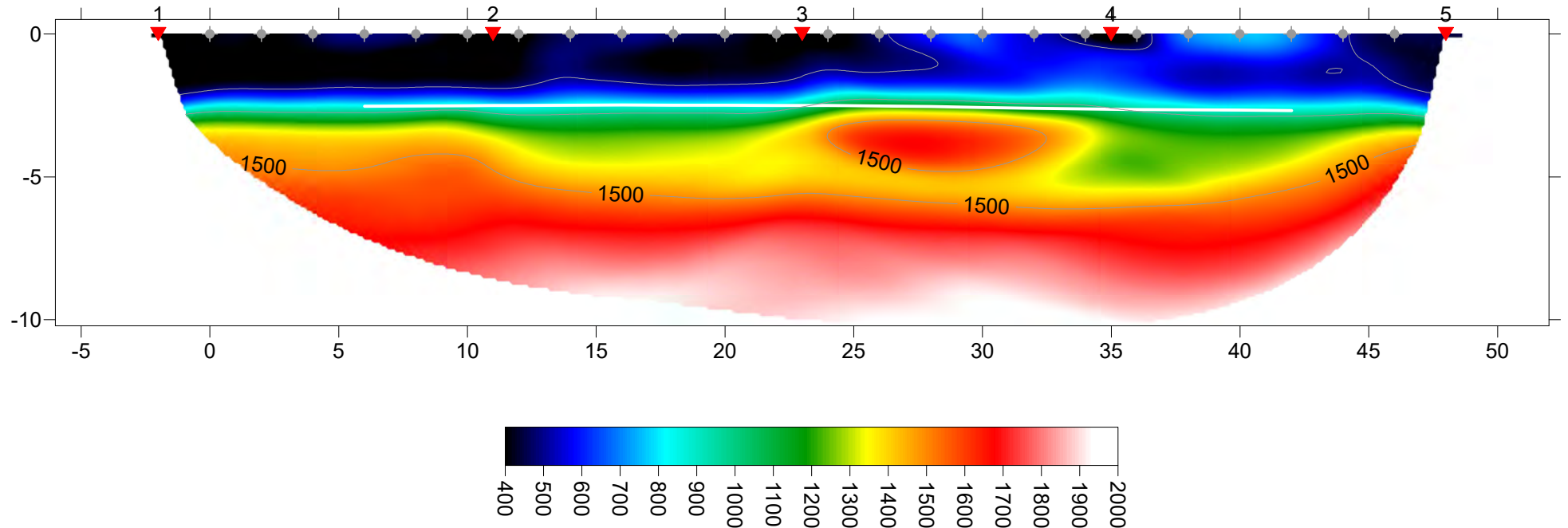
Shot



Isovelocità onda P (m/s)

## BASE SISMICA 1

1 RMS error 3.1%=0.68ms 20 WET itr. 50Hz Width 3.0% initial WAVEMODL.GRD v. 3.36



Riferimento:

Agrivoltaico Sant'Agata di Puglia

Committente:

UNING srl

Data: Novembre 2023

Legenda

xxx m/s

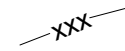
Velocità Plusminus



Rifratore onda P

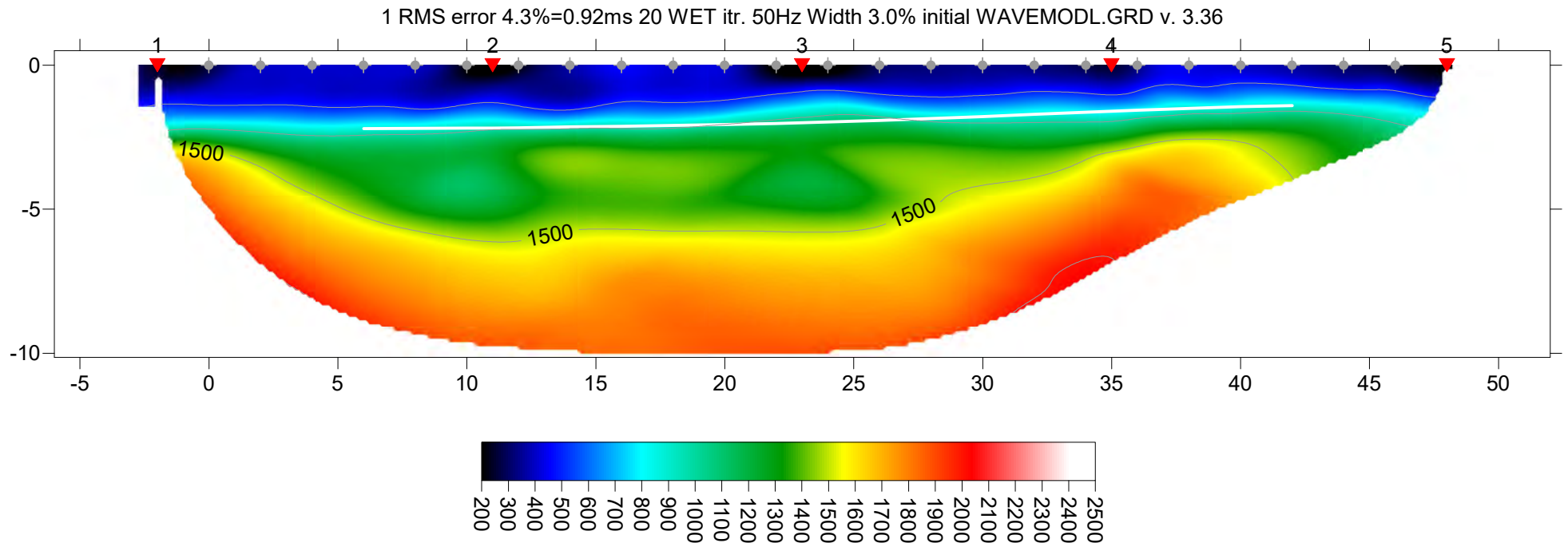


Shot



Isovelocità onda P (m/s)

## BASE SISMICA 2



Riferimento:

Agrivoltaico Sant'Agata di Puglia

Committente:

UNING srl

Data: Novembre 2023

Legenda

xxx m/s

Velocità Plusminus



Rifrattore onda P

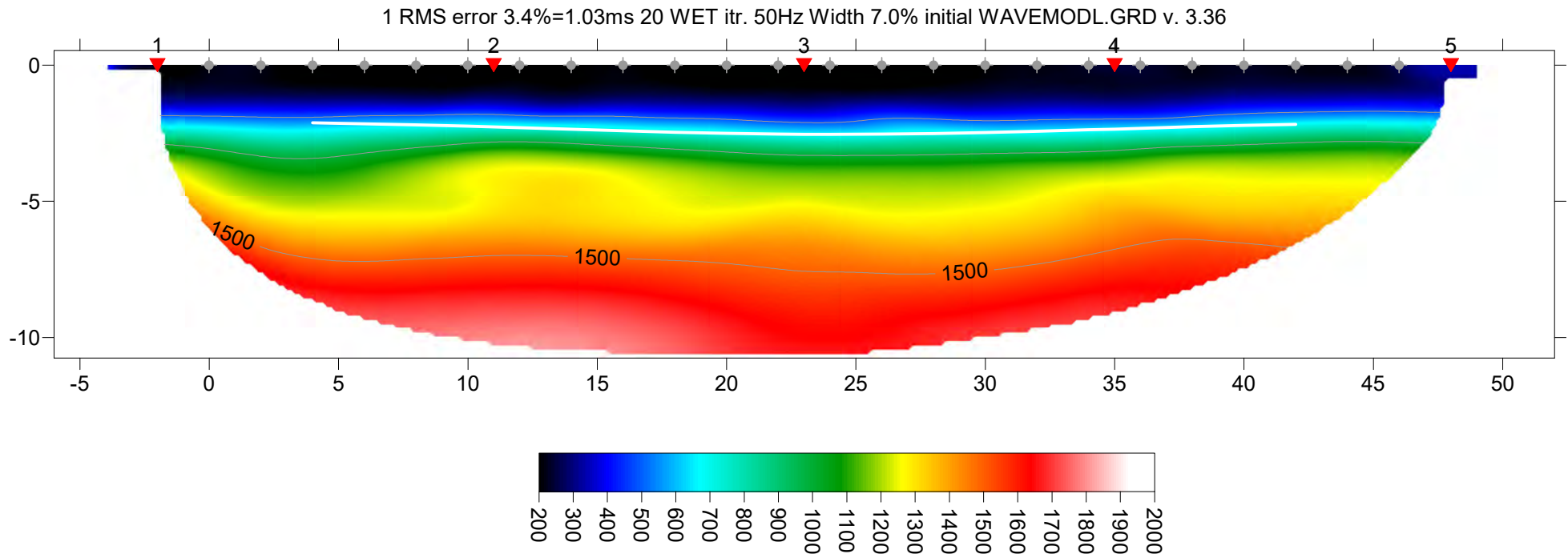


Shot



Isovelocità onda P (m/s)

## BASE SISMICA 3





Riferimento:

Agrivoltaico Sant'Agata di Puglia

Committente:

UNING srl

Data: Novembre 2023

Legenda

xxx m/s

Velocità Plusminus



Rifrattore onda P



Shot



Isovelocità onda P (m/s)

## BASE SISMICA 4

