



**REGIONE PUGLIA**  
Provincia di Foggia  
COMUNE DI ASCOLI SATRIANO

OGGETTO

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO  
NEL COMUNE DI ASCOLI SATRIANO  
IN LOCALITA' MASSERIA SALATTI

COMMITTENTE



**SOLIS 1 S.r.l**

Via Giuseppe Ripamonti n. 44  
20141 Milano  
C.F. 11795300968  
Tel. 366 2551911

PROGETTAZIONE

**GRUPPO VISCONTI S.r.l**

P.IVA: 04217420712  
Via Kennedy, 5 - 71025 - Castelluccio dei Sauri (FG)  
Tel. 3662551911

Dott. Geol. Antonio Mattia Fusco



REV.	DATA	ATTIVITA'	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
1	Novembre 2021	PRIMA EMISSIONE	MS	AM	VS

OGGETTO DELL'ELABORATO

RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA

FORMATO	SCALA	CODICE DOCUMENTO					NOME FILE	FOGLI
		SOC.	DISC.	TIPO DOC.	PROG.	REV.		
A4	-	AS2	CIV	REL	004	01	AS2-CIV-REL-004_01	-

## **1. PREMESSA**

Lo scrivente Dott. Antonio Mattia Fusco, iscritto all'Ordine dei Geologi Puglia al n.587, su incarico affidatogli dalla Società **PHEEDRA** per conto della società proponente **SOLIS 1 s.r.l.** ha eseguito il seguente studio nell'ambito del **PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO NEL COMUNE DI ASCOLI SATTRIANO IN LOCALITÀ MASSERIA SALATTI.**

*Il progetto riguarda la realizzazione di un impianto fotovoltaico composto da circa 25 MW da installare in agro del Comune di Ascoli Satriano (FG), in località Masseria Salati con opere di connessione ricadenti nello stesso comune.*

*L'impianto fotovoltaico sarà collegato mediante un cavidotto in media tensione interrato su un futuro ampliamento della Stazione Elettrica (SE) di smistamento a 150 kV della RTN denominata "Camerelle", previo innalzamento della tensione a 150 kV mediante Sottostazione da realizzarsi e oggetto del presente progetto. Il progetto prevede l'installazione di n. 40.326 pannelli fotovoltaici di potenza nominale unitaria pari a 620 W, per una capacità complessiva di 25,0 MW.*

*I pannelli fotovoltaici saranno installati su strutture di sostegno di tipo mover monoassiali. La configurazione d'impianto prevede strutture del tipo a doppia fila di pannelli, con sostegno di tipo a pali infissi, così come si evince dagli elaborati grafici di progetto.*

*Per tale progetto si sono prese in considerazione strutture tracker tipo Soltec SF7 (o similari) che garantiscono un range di rotazione est/ovest di 120°, oltre ad una copertura ottimale dell'area d'intervento grazie alla loro modularità. Il modello preso in considerazione per tale progetto è il JW-HD156N da 620 Wp della Jolywood (o similare).*

Nei paragrafi che seguono sarà illustrata la situazione litostratigrafica locale, con la definizione dell'origine e natura dei litotipi, il loro stato di alterazione e fratturazione e la loro degradabilità, nonché i lineamenti morfologici della zona. 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 atto a fornire i caratteri stratigrafici, litologici, idrogeologici, geomorfologici e di pericolosità geologica del sito.

Per lo svolgimento di tale relazione, preliminarmente è stato effettuato un rilevamento geologico di dettaglio è stata consultata la cartografia dell'area e si è fatto riferimento alle informazioni di carattere bibliografico disponibile per la zona oggetto di studio.

***Inoltre come recepito dalla normativa il modello geologico di riferimento è stato validato e supportato da indagini specifiche sia di tipo diretto che di tipo indiretto*** infatti è stata condotta una campagna di indagini geognostiche preliminari sull'area di studio.

Le indagini sono consistite in:

- N° 1 prova penetrometrica dinamica continua, tipo DPSH;
- N° 1 indagine sismica MASW per l'individuazione della categoria sismica del suolo di fondazione;
- N° 2 indagini sismiche a rifrazione;

## **2. INQUADRAMENTO E GEOMORFOLOGIA**

L'area d'impianto è servita dalla viabilità esistente costituita da strade statali, provinciali, comunali e da strade interpoderali e sterrate.

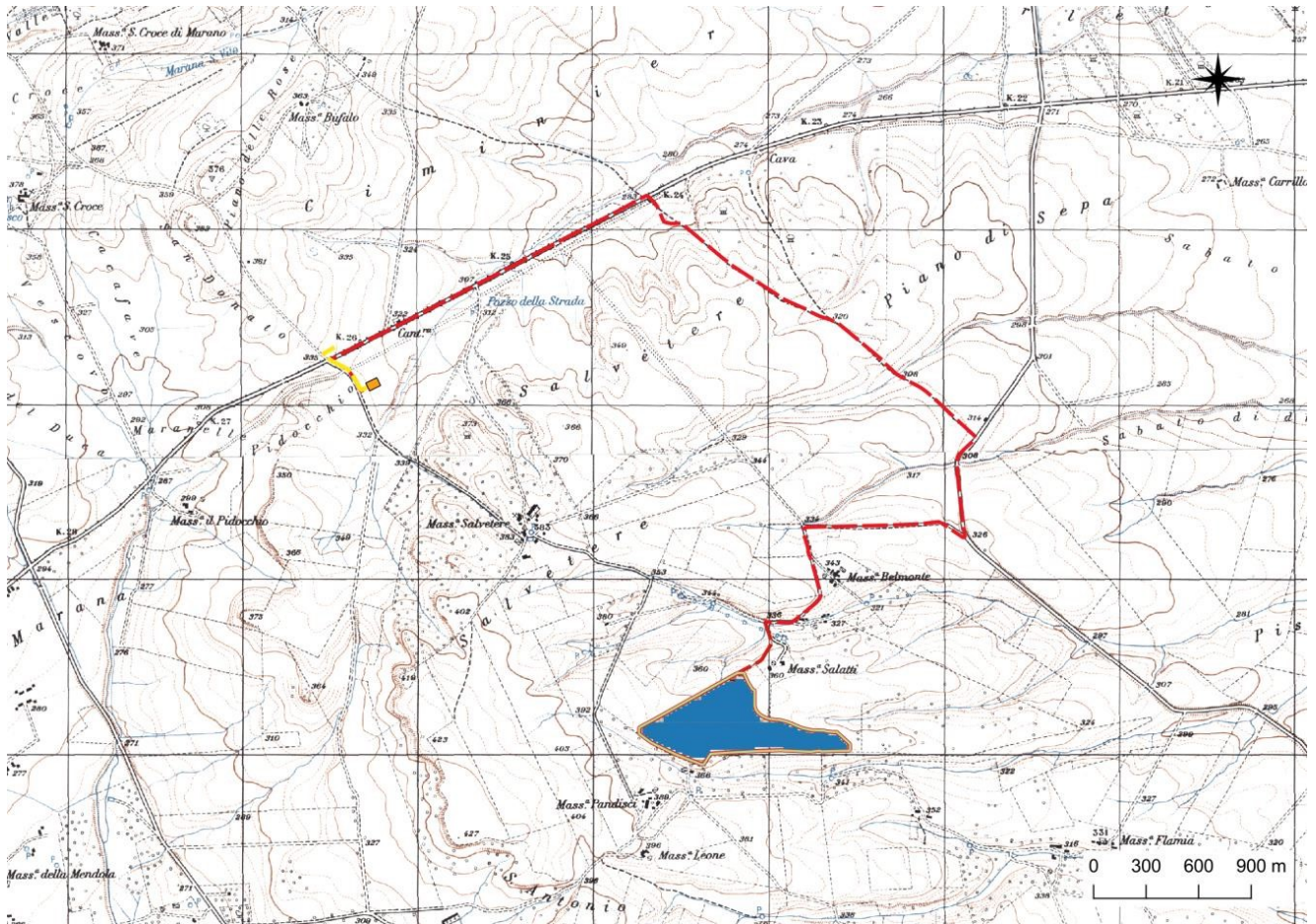
L'area oggetto dell'intervento è un terreno agricolo sito in agro di Ascoli Satriano di circa 28 ha censito nel N.C.T. come segue:

- foglio di mappa n. 93 particelle n. 265, 261.

Il tracciato del cavidotto MT attraversa il territorio dell'agro di Ascoli Satriano interessando le strade provinciali n. 89 e 95 e aree censite dal N.C.T. come segue:

- foglio di mappa n. 93 particelle n. 271, 247, 6, 72;
- foglio di mappa n. 83 particelle n. 97, 172, 108, 76;
- foglio di mappa n. 92 particelle n. 47;
- foglio di mappa n. 75 particelle n. 354, 355.

La sottostazione di trasformazione sarà realizzata nelle immediate vicinanze dell'area impianto all'interno della particella n. 92 del foglio n. 47 del NCT del Comune di Ascoli Satriano.



**Inquadramento impianto su IGM**

Il territorio presenta zone a morfologia pianeggiante e sub pianeggiante, con pendenze moderate. All'interno dell'area intercomunale sono presenti edifici rurali e casolari abbandonati o ad uso prettamente agricolo per il ricovero di attrezzature. Sono presenti poi alcune masserie dislocate nel territorio, solo alcune di queste sono attualmente utilizzate o abitate. Tali insediamenti sono stati inseriti nell'elenco dei recettori per valutarne in modo puntuale la consistenza e l'effettivo uso.

L'assetto geologico generale è nel complesso caratterizzato da una successione stratigrafica continua.

L'area di studio, così come evidenziato dagli elaborati cartografici, è situata in un contesto generale planare e in generale dotato di andamento grossolanamente pianeggiante immergente a NE, con quote topografiche che in generale si aggirano intorno a 360 m.s.l.m..

A scala regionale la generale pendenza verso oriente dei depositi deriva dall'originaria inclinazione della superficie di regressione del mare pleistocenico e dei sedimenti fluviali che su di essa si deposero.

I terreni affioranti nell'area sono di natura prevalentemente sabbiosa- argillosa ed ascrivibili alla formazione quaternaria di età Olocenica.

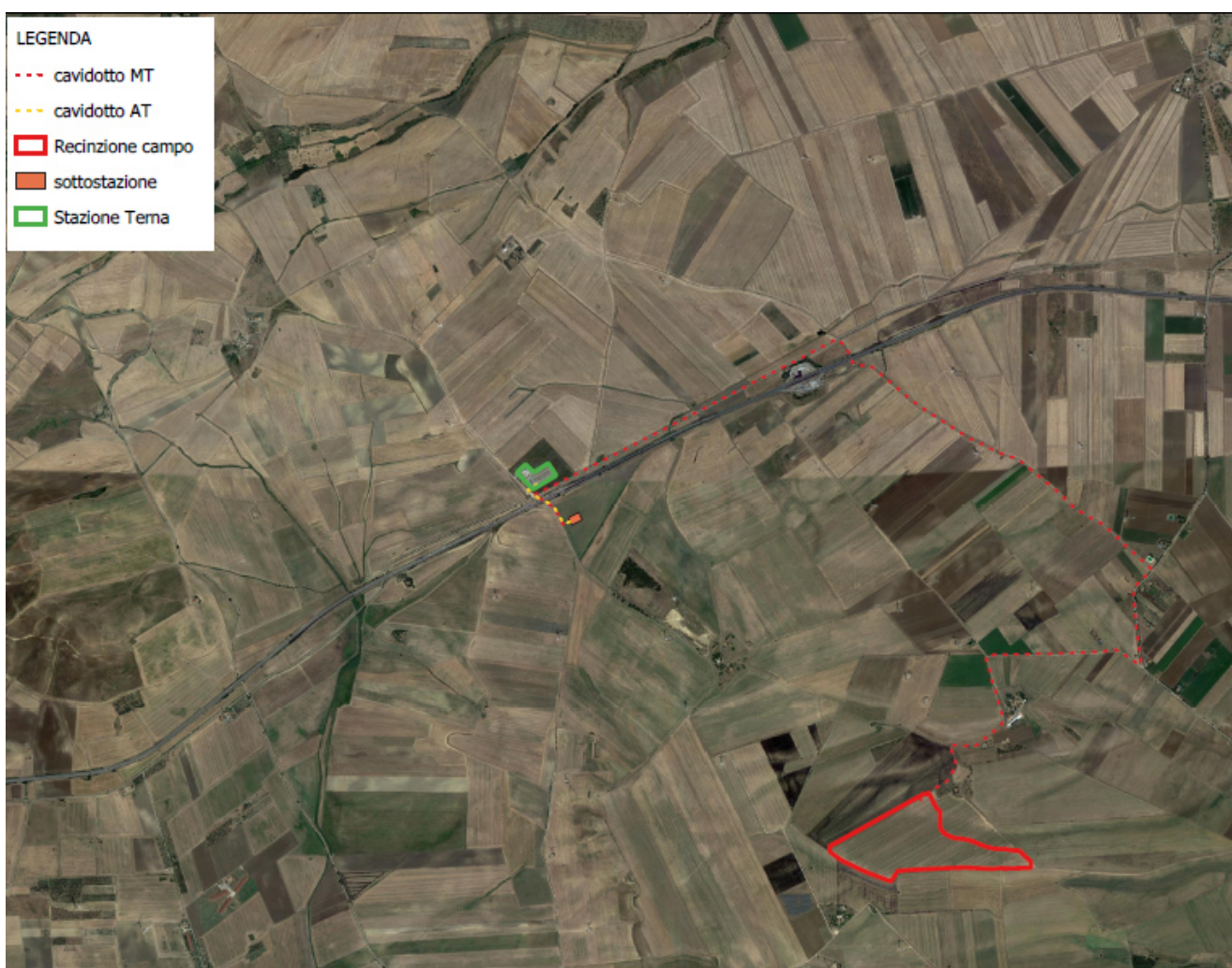
I rilievi geologici, hanno messo in evidenza la presenza di una successione stratigrafica caratterizzata principalmente da una modesta copertura vegetale di spessore medio compreso tra 0,70 m. e 1,00 m.; successivamente vi è la presenza di uno spesso strato costituito da ghiaie (diametro max = 8 – 10 cm.) in matrice sabbioso- limosa avana seguito dal basamento delle argille sabbiose plioceniche.

- In relazione alla compatibilità del parco fotovoltaico con il PAI (piano di assetto idrogeologico), dalle tavole allegate si evince che il generatore fotovoltaico non rientra:
  - nelle aree a pericolosità geomorfologica PG2 e PG3,
  - nelle aree classificate ad alta pericolosità idraulica AP e media MP
  - nelle zone classificate a rischio R2, R3, R4.

*Si rileva, tuttavia che un tratto di cavidotto, intercetta un'area a basso rischio geomorfologico PG1, su strada pubblica comunale "Via Azienda Amendola".*

## PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO NEL COMUNE DI ASCOLI SATTIANO IN LOCALITÀ MASSERIA SALATTI

In ordine a quanto prescritto sono state eseguite le verifiche del caso necessarie ad accertare l'effettiva vulnerabilità dell'area in relazione alla realizzazione delle opere in progetto e modellando lo studio soprattutto in ordine alla compatibilità geomorfologica, geologica e geotecnica. L'area in oggetto è quindi classificata, nella cartografia prodotta dal AdB, come zona PG1 e quindi, relativamente al tematismo afferente la realtà geomorfologica e geotecnica, è stata effettuata lo studio delle condizioni geologiche e geotecniche del sito ed i processi geomorfologici presenti in relazione alle loro possibili modificazioni ed evoluzioni legate alle opere previste.



**STALCIO ORTOFOTO DELLE OPERE IN PROGETTO**

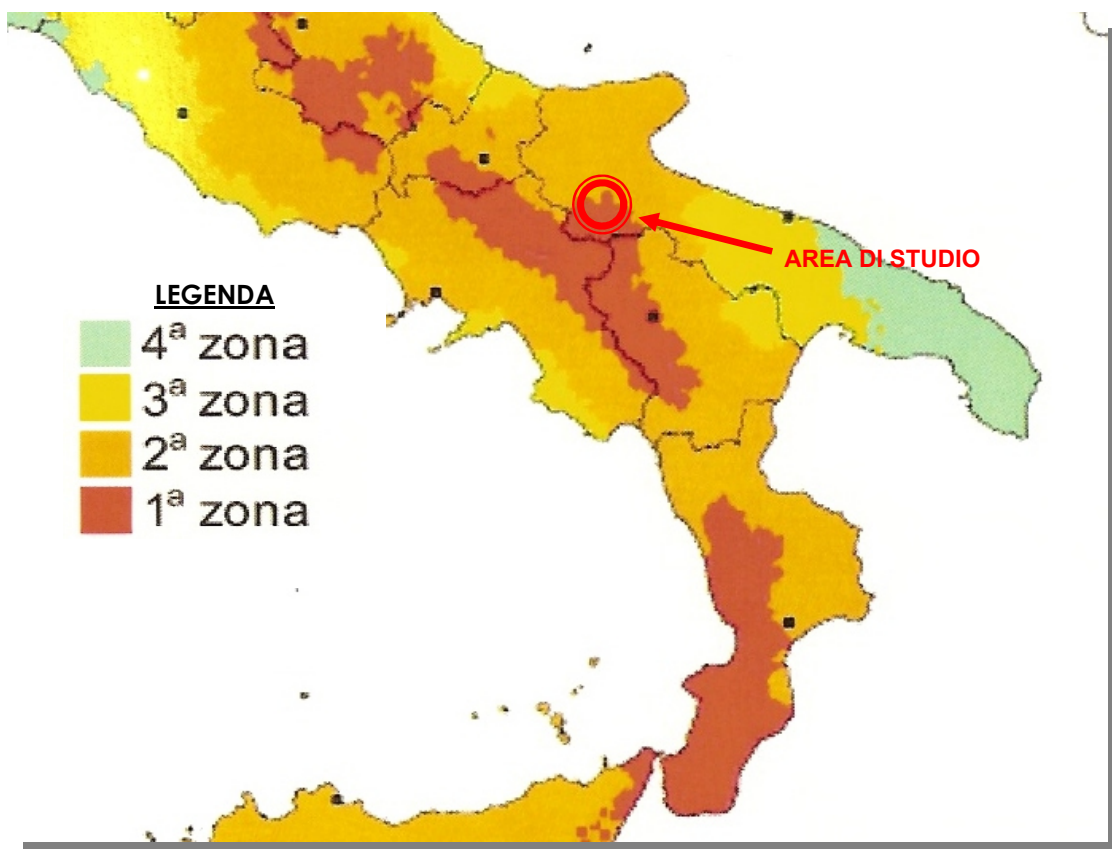
### 3. SISMICITÀ DEL TERRITORIO

#### Zone sismiche

Ai fini dell'applicazione di queste norme, 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 ASCOLI SATRIANO rientra nelle "**Zone sismiche 1**". (Cfr. Carta Zone Sismiche)



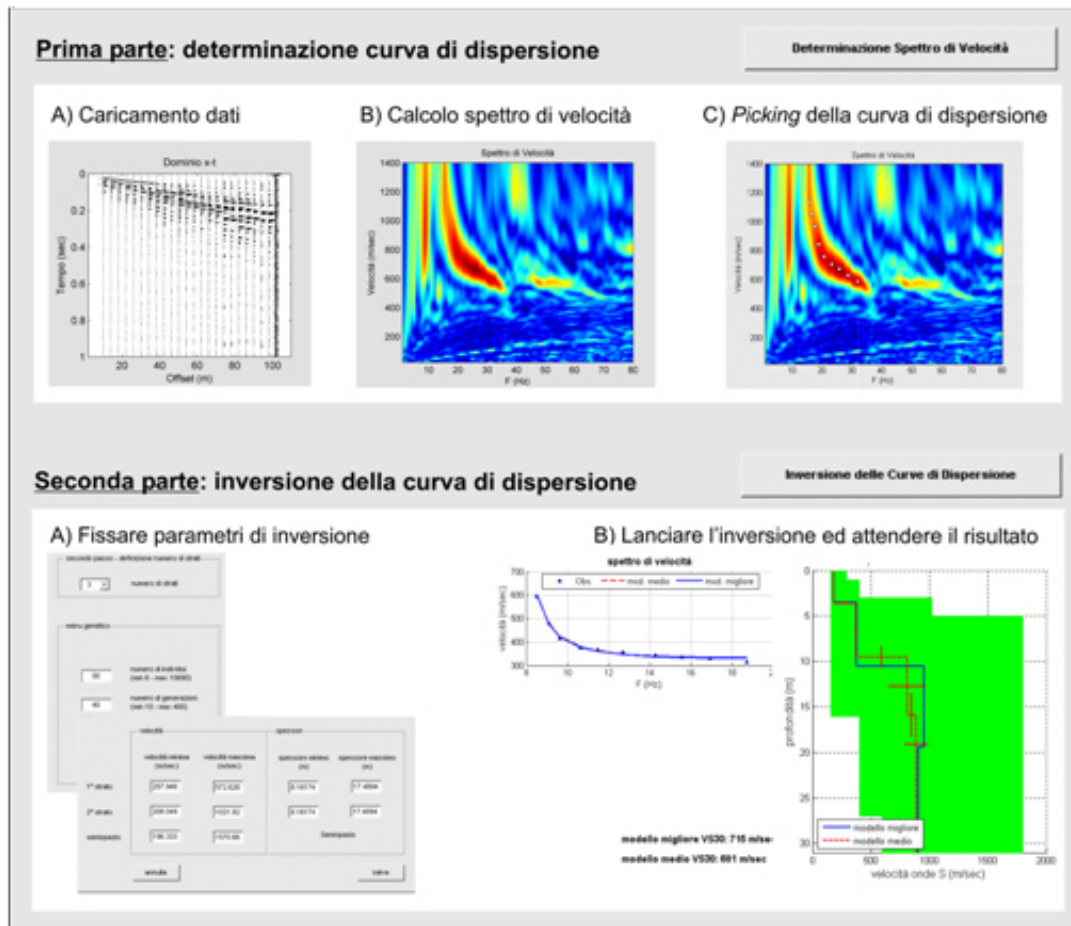
Per individuare la categoria sismica del suolo di fondazione è stata eseguita una indagine di sismica con metodologia MASW.

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine non invasiva (non è necessario eseguire perforazioni o scavi), che individua il profilo di velocità delle onde di taglio verticali  $V_s$ , basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori (accelerometri o geofoni) posti sulla superficie del suolo. Le onde superficiali di Rayleigh, durante la loro propagazione vengono registrate lungo lo stendimento di geofoni (da 4.5 Hz) e vengono successivamente analizzate attraverso complesse tecniche computazionali basate su un approccio di riconoscimento di modelli multistrato di terreno.

La metodologia per la realizzazione di una indagine sismica MASW prevede almeno i seguenti passi:

- Acquisizioni multicanale dei segnali sismici, generati da una sorgente energizzante artificiale (maglio battente su piastra in alluminio), lungo uno stendimento rettilineo di sorgente-geofoni
- Estrazione dei modi dalle curve di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh;
- Inversione delle curve di dispersione per ottenere profili verticali delle  $V_s$ .





Gli algoritmi genetici rappresentano un tipo di procedura di ottimizzazione appartenente alla classe degli algoritmi euristici (o anche global-search methods o soft computing).

Rispetto ai comuni metodi di inversione lineare basati su metodi del gradiente (matrice Jacobiana), queste tecniche di inversione offrono un'affidabilità del risultato di gran lunga superiore per precisione e completezza.

I comuni metodi lineari forniscono infatti soluzioni che dipendono pesantemente dal modello iniziale di partenza che l'utente deve necessariamente fornire. Per la natura del problema (inversione delle curve di dispersione), la grande quantità di minimi locali porta infatti ad attrarre il modello iniziale verso un minimo locale che può essere significativamente diverso da quello reale (o globale).

In altre parole, i metodi lineari richiedono che il modello di partenza sia già di per sé vicinissimo alla soluzione reale. In caso contrario il rischio è quello di fornire soluzioni erranee.

Gli algoritmi genetici (come altri analoghi) offrono invece un'esplorazione molto più ampia delle possibili soluzioni.

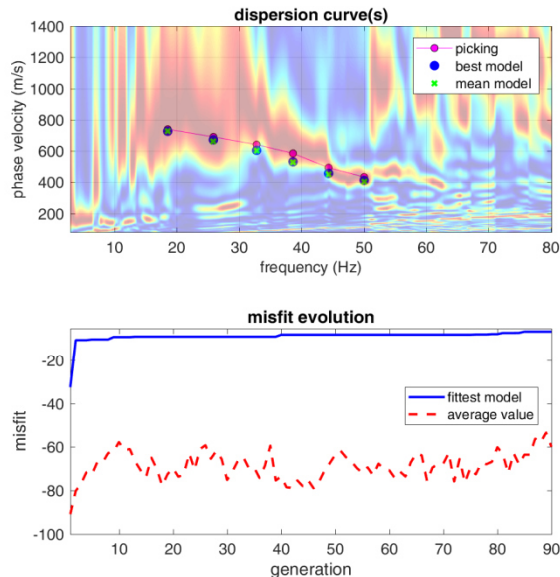
Le NTC18 effettuano la classificazione del sottosuolo in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio,  $V_{S,eq}$  (in m/s), definita dall'espressione:

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

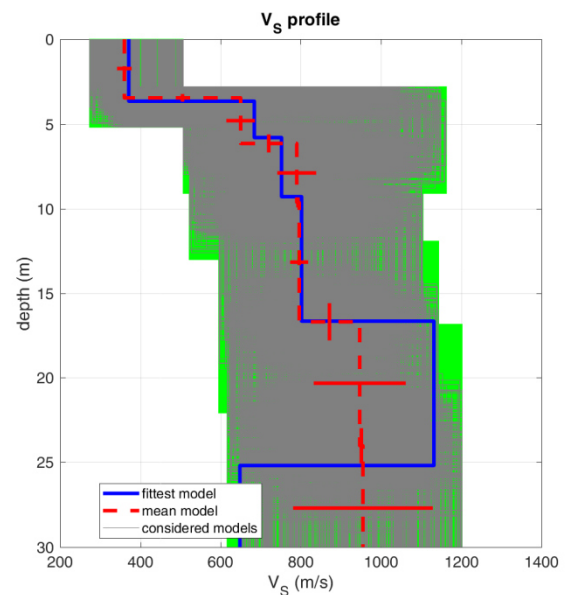
**Con:**  $h_i$  spessore dell' $i$ -esimo strato;  $V_{S,i}$  velocità delle onde di taglio nell' $i$ -esimo strato;  $N$  numero di strati;  $H$  profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_S$  non inferiore a 800 m/s.

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

Nel caso in esame la  $V_{S,eq}$  calcolata è pari a **617 m/sec** che fa rientrare il suolo di fondazione nella **categoria sismica B**.



[www.winmasw.com](http://www.winmasw.com)



dataset: 478.dat  
dispersion curve: p.cdp  
 $V_{S30}$  &  $V_{SE}$  (best model): 718 527 m/s  
 $V_{S30}$  &  $V_{SE}$  (mean model): 731 617 m/s

### **3.1 Categorie di suolo di fondazione**

Le categorie di sottosuolo individuate dal Decreto Ministeriale 17 Gennaio 2018, recante "Norme Tecniche per le costruzioni" sono le seguenti:

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

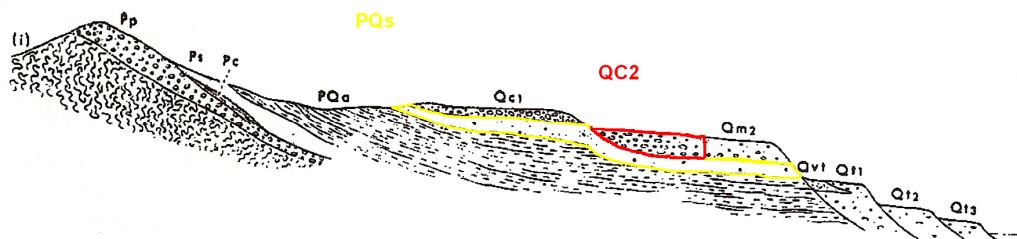
**Nel caso in esame la  $V_s$ , eq calcolata è pari a 617 m/sec che fa rientrare il suolo di fondazione nella categoria sismica B.**

#### 4. GEOLOGIA DELL'AREA

Nell'area in esame si possono individuare due blocchi riferibili cronologicamente ad altrettanti periodi; il primo, più antico, interessa la serie dei depositi prepliocenici, mentre il secondo è caratterizzato dalla presenza della serie plio-pleistocenica che ricopre gran parte del Foglio 175 della Carta Geologica D'Italia ("Cerignola"). **Esso tra l'altro risulta essere il terreno fondale dell'intervento di progetto pertanto sarà descritto dettagliatamente. (di seguito si allega una schematizzazione dei rapporti stratigrafici).**

Si tratta complessivamente di una serie sabbiosa-argillosa con episodi conglomeratici alla base ed alla sommità, pertanto essa rappresenta un intero ed unico ciclo sedimentario anche se i termini più alti possono comprendere episodi secondari di variazioni eustatiche e di alluvionamento.

In particolare, **(Cfr. Schema rapporti stratigrafici)**, la successione stratigrafica dei luoghi si compone, dal basso verso l'alto, di termini riferibili alle seguenti unità:



SCHEMA DEI RAPPORTI STRATIGRAFICI TRA I VARI COMPLESSI DELLA SERIE PLIO-PLEISTOCENICA E RELATIVA NOMENCLATURA DERIVANTE DALLA CARTA GEOLOGICA

Qt<sub>3</sub> - Alluvioni terrazzate di fondovalle; Qt<sub>2</sub> - Terrazzi medi dell'Ofanto e del Carapelle (15 m. sull'alveo); Qt<sub>1</sub> - Terrazzi alti 90-100 m. sull'alveo attuale; Qvt - Tufo del Vulture; materiale vulcanico ciottoloso di ambiente fluvio-palustre; Qc<sub>2</sub> - Qm<sub>2</sub> - Complesso ciottoloso-sabbioso con molluschi di facies litorale (Siciliano?); Qc<sub>1</sub> - Conglomerati poligenici della sommità (fine Calabriano?); PQs - Sabbie con molluschi marini Calabriani in continuità di sedimentazione con PQa; PQa - Argille e argille marnose con associazioni di Bulimine, Bolivine, Cassiduline; Pc - Arenaria calcarea di facies garganica; Ps - Sabbie gialle con molluschi marini sovrapposte a Pp; Pp - Conglomerati basali pliocenici in discordanza con (i) - (i) - Indifferenziato.

— Terreno di fondazione dell'intervento di progetto

**- CONGLOMERATI POLIGENICI DI BASE, FORTEMENTE CEMENTATI (PP)**

Sovrastante in discordanza sul complesso dei flysch, si ha una formazione conglomeratica ben distinta.

Si tratta di conglomerati poligenici fortemente cementati con matrice sabbiosa, a stratificazione a volte ben evidente, ma con spessore variabilissimo e quindi di difficile valutazione; si passa infatti da pochi metri ad una quarantina di metri di spessore nei pressi di Candela.

I ciottoli che compongono tale formazione sono in generale ben arrotondati e con dimensioni variabilissime (dai 5 ai 10 centimetri di diametro). ma la loro composizione è eterogenea: frammisti infatti agli elementi dei flysch (calcari, brecce calcaree, arenarie, ecc.) si rinvengono anche ciottoli di rocce eruttive.

**- SABBIE DI COLORE GIALLO BRUNO CON LENTI CIOTTOLOSE, LOCALMENTE FOSSILIFERE (PS)**

Un complesso sabbioso in generale a stratificazione scarsamente definita, di limitato spessore (30-40 metri) segue ai conglomerati superiormente, ma talora anche con passaggio laterale.

Si tratta di sabbie di colore giallo bruno con lenti ciottolose e con livelli di argille grigie, solo localmente per cemento calcareo-marnoso. In generale contengono resti di molluschi marini costituiti quasi sempre da modelli interni e di difficile determinazione.

**- ARGILLE E ARGILLE MARNOSE GRIGIO-AZZURROGNOLE, LOCALMENTE SABBIOSE (PQa)**

Quest'Unità costituisce la parte bassa della serie pleistocenica, essa si è sviluppata principalmente lungo una larga fascia che con direzione NO-SE, borda ad occidente il grande pianoro che si estende con lieve pendenza da Ascoli Satriano e Lavello verso il paese di Cerignola e fino al Mare Adriatico. Le argille affiorano anche a Nord di Ascoli Satriano e lungo il corso del Fiume Ofanto sotto la estesa copertura dei suoi depositi alluvionali. Da dati ottenuti da perforazioni per la ricerca di idrocarburi quest'Unità avrebbe una potenza di 1.500 metri.

- **SABBIE E SABBIE ARGILLOSE A VOLTE CON LIVELLI ARENACI GIALLASTRI E LENTI CIOTTOLOSE (PQS)**

In continuità di sedimentazione con le argille si hanno, in alto, sedimenti sabbiosi a volte fittamente stratificati con intercalazioni e lenti ciottolose verso la parte superiore della serie. Si tratta di sabbie più o meno argillose nelle quali la parte argillosa diminuisce progressivamente dal basso verso l'alto. Esse sono di colore generalmente giallastro ed hanno uno spessore di poco superiore a 50 metri. Estese zone da Ascoli Satriano a Lavello ed oltre, sono ricoperte da questi sedimenti sabbiosi; ciò è dovuto principalmente al fatto che l'azione erosiva dei numerosi ma modesti corsi d'acqua (*marane*), non è tale da raggiungere il complesso argilloso sottostante.

- **CONGLOMERATI POLIGENICI CON CIOTTOLI DI MEDIE E GRANDI DIMENSIONI: A VOLTE FORTEMENTE CEMENTATI E CON INTERCALAZIONI DI SABBIE E ARENARIE (QC<sub>1</sub>)**

Questo termine della serie di cui si riscontrano i primi indizi nella parte alta del complesso **PQs** è costituito da depositi di ciottolame poligenico con ganga sabbiosa ad elementi arenaci e calcarei di dimensioni variabili dai 5 ai 30 cm.

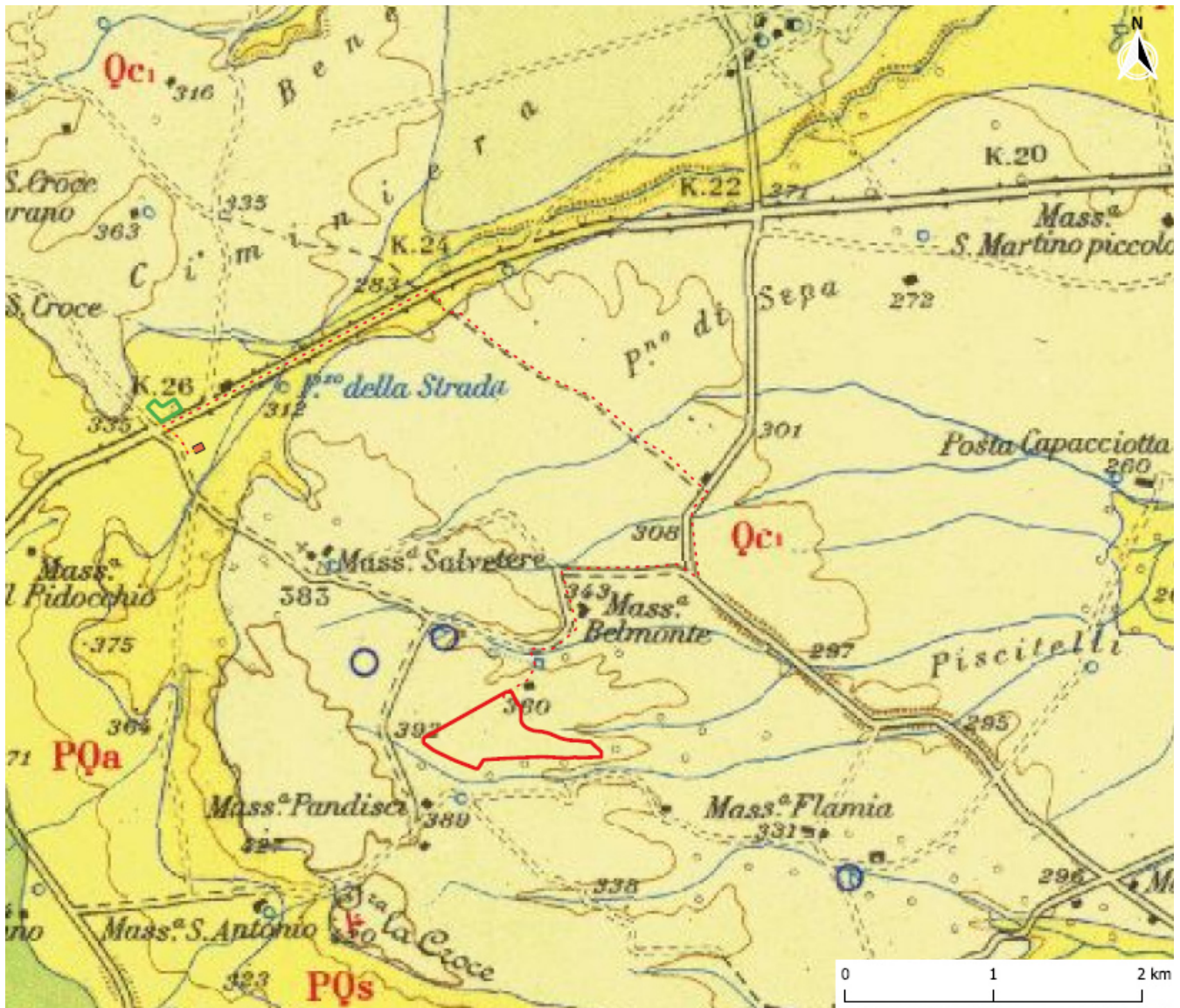
Tale formazione ciottolosa generalmente poco compatta, si presenta solo localmente fortemente cementata in puddinga. Essa costituisce la parte sommatiale del pianoro morfologico Ascoli Satriano Lavello, inciso nel mezzo dal Fiume Ofanto e di quello di Castelluccio dei Sauri. Lo spessore varia da punto a punto ma generalmente si aggira sui 50 metri. Concrezioni e crostoni calcarei sono presentino a volte nella parte superiore della serie.

- **CIOTTOLAME INCOERENTE CON INTERCALAZIONI SABBIOSE (QC<sub>2</sub>)**

***Tale formazione risulta essere il terreno fondale dell'intervento di progetto, essa pur essendo costituita dagli stessi elementi arenacei e calcarei della formazione (QC<sub>1</sub>) si differenzia da quest'ultima sia dal punto di vista tettonico che granulometrico.***

Tra i due complessi (**QC<sub>1</sub> E QC<sub>2</sub>**) infatti rinveniamo un gradino morfologico che si riscontra con un a certa costanza lungo la direttrice NO-SE fra il torrente Carapelle ed il fiume Ofanto. Anche la natura litologica risulta essere la stessa ma a differenza della formazione precedente si presenta molto incoerente con elementi e clasti di modeste dimensioni (10-15 cm) ed intercalazioni di sabbie finissime di colore giallo-oro.

















STRALCIO DEL FOGLIO 175 DELLA CARTA GEOLOGICA D'ITALIA



- - - cavidotto MT
- - - cavidotto AT
- Recinzione campo
- sottostazione
- Stazione Terna

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO NEL COMUNE  
DI ASCOLI SATRIANO IN LOCALITÀ MASSERIA SALATTI**

**LEGENDA**

Pleistocene	<b>Qt<sub>2</sub></b> 	Terrazzi medi dell'Ofanto e del Carapelle alti 15 m. circa sull'alveo attuale, costituiti in prevalenza da ghiaie e sabbie localmente torbose.
	<b>Qt<sub>1</sub></b> 	Terrazzi alti circa 90-100 m. sull'alveo attuale dell'Ofanto con ghiaie ed argille nerastre.
	<b>Qm<sub>2</sub></b> <b>Qc<sub>2</sub></b> 	Sabbie straterellate giallastre a volte pulverulente con intercalazioni argillose, ciottolose e concrezioni calcaree con molluschi litorali ( <i>Pecten</i> , <i>Chlamys</i> ) di facies marine ( <b>Qm<sub>a</sub></b> ). Ciottolame incoerente, localmente cementato con ciottoli di medie e piccole dimensioni con intercalazioni sabbiose giallastre e con inclinazione costante verso Est ( <b>Qc<sub>2</sub></b> ).
	<b>Qvt</b> 	Tufi del Vulture: tufi sabbiosi e conglomeratici di ambiente fluvio-lacustre; materiale siliceo (zona di Mass. Cateni), tufi cineritici e lapilli.
	<b>Qc<sub>1</sub></b> 	Conglomerati poligenici con ciottoli di medie e grandi dimensioni a volte fortemente cementati e con intercalazioni di sabbie e arenarie (fine Calabriano?)
Pliocene - Calabriano	<b>PQs</b> 	Sabbie e sabbie argillose a volte con livelli arenacei di colore giallastro; lenti ciottolose localmente fossilifere ( <i>Ostrea edulis</i> , <i>Chlamys opercularis</i> , <i>Ch. multi-striata</i> , <i>Venus multilamella</i> )
	<b>PQa</b> 	Argille e argille marnose grigio-azzurrognole, localmente sabbiose, con Bulimine, Bolvine, Cassiduline, Globigerine
	<b>Pc</b> 	Calcarei conchigliari di facies "gerganica", (Masseria Tuffarelle, a WSW di Ascoli Satriano).
	<b>Ps</b> 	Sabbie di colore giallo bruno con lenti ciottolose, localmente fossilifere ( <i>Venus</i> , <i>Chlamys</i> , <i>Pecten</i> , <i>Dentalium</i> ) e, saltuariamente, con livelli di argille grigie
	<b>Pp</b> 	Conglomerati di base poligenici, fortemente cementati, con ciottoli costituiti in prevalenza da elementi di arenarie e di calcari marnosi ed a volte da ciottoli di rocce eruttive.
Miocene	<b>Msa</b> 	Arenarie quarzose grigio-giallastre, spesso poco cementate, in strati e banchi talvolta con livelli di conglomerati a piccoli elementi e di marne con fauna del Miocene superiore.
	<b>Ms</b> 	Arenarie quarzose, sabbie e sabbie argillose, a luoghi con microfauna del Miocene superiore.
	<b>bcD</b> 	Formazione della Daunia: calcari pulverulenti organogeni, calcari microgranulari biancastri e giallastri, arenarie gialle, puddinghe poligeniche.
	<b>Mm</b> 	Marne calcaree, marne ed argille siltose, prevalentemente rossastre con breccie calcaree, calcari bianchi, arenarie giallo-ocracee e livelli di diaspro.
Complesso indifferenziato Paleogene?	<b>co</b> 	Brecce, brecciole e calcareniti, talvolta con nummulitidi ed alveolinidi (con resti di rudistacee alla Stazione di Rocchetta S. Antonio); sottili intercalazioni di marne varicolori, generalmente rossastre
	<b>i</b> 	Argille e marne prevalentemente siltose, grigie e varicolori, con differente grado di costipazione e scistosità; interstrati calcarei, calcareo-marnosi, calcarenitici, arenacei e sabbiosi.



## 5. INDAGINI GEOGNOSTICHE

La raccolta dei dati dei principali parametri geotecnici, si è basata sull'analisi proveniente dalla campagna d'indagine geognostica effettuata sul sito e costituita da una serie di indagini sia di tipo diretto che indiretto.

**(Cfr. Foto Sito di studio):**



Le indagini sono consistite in:

- N° 1 prova penetrometrica dinamica continua, tipo DPSH;
- N° 1 indagine sismica MASW per l'individuazione della categoria sismica del suolo di fondazione;
- N° 2 indagini sismiche a rifrazione;

L'elaborazione delle stesse ha permesso di ricostruire il modello Geologico dell'area;

### **5.1 PROVA PENETROMETRICA DPSH**

Nell'area in esame è stata eseguita n.1 prova penetrometrica dinamiche continue che in relazione ad i terreni attraversanti, ha raggiunto una profondità di 2.0 m.

La prova penetrometrica dinamica DPSH consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi d) misurando il numero di colpi N necessari. La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di "catalogare e parametrizzare" il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica. La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno.

L'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- peso massa battente M
- altezza libera caduta H
- punta conica: diametro base cono D, area base A (angolo di apertura)
- avanzamento (penetrazione) d

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

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

Tipo	Sigla di riferimento	peso della massa M (kg)	prof. max indagine battente
Leggero	DPL (Light)	$M > 10$	8m
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	20-25 m
Pesante	DPH (Heavy)	$40 < M < 60$	25 m
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	$M \geq 60$	25 m

## **PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO NEL COMUNE DI ASCOLI SARIANO IN LOCALITÀ MASSERIA SALATTI**

Nella presente indagine è stato utilizzato un penetrometro DPSH mod. TG 63-200 PAGANI

I dati penetrometrici sono stati successivamente elaborati secondo le più assodate metodologie in uso, arrivando ad associare a ciascuna prova una colonna geotecnica interpretativa (vedi grafico allegato).

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



**Esecuzione prova dpsh**

**L'indagine ha permesso di individuare per circa un 0,80 metri la presenza di terreno vegetale e successivamente fino a circa 2 metri dal p.c. la presenza di sabbie limose con ciottoli e conglomerati. (Cfr. Istogramma penetrometrico di seguito e tabella dei parametri Geotecnici Allegati)**

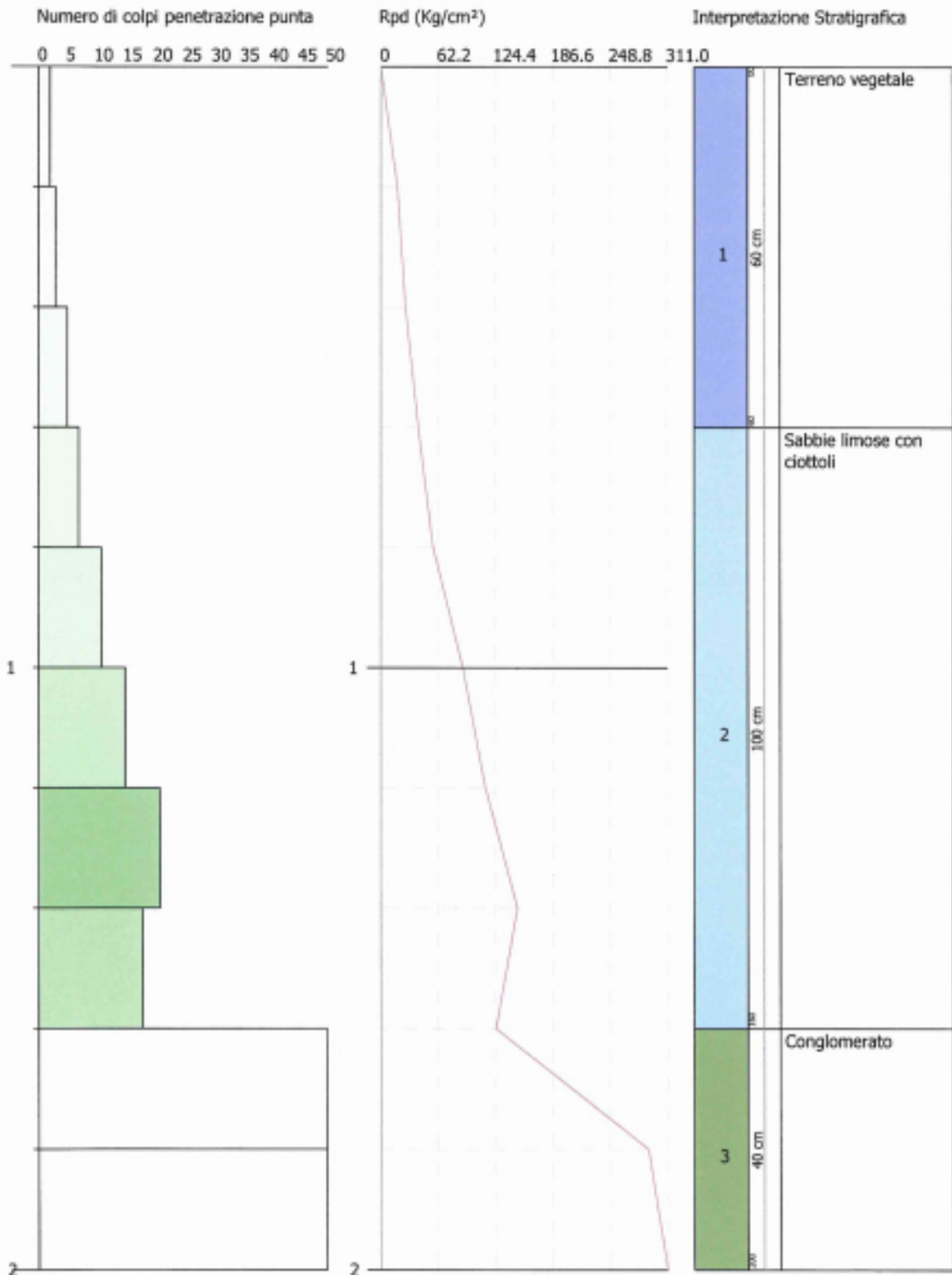
**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO NEL COMUNE  
DI ASCOLI SATRIANO IN LOCALITÀ MASSERIA SALATTI**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Dpsh1  
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente:  
Descrizione:  
Località: Ascoli Satriano (FG)

19-10-2021

Scala 1:9



## **5.2 PROFILI SISMICI CON RICOSTRUZIONE TOMOGRAFICA**

L'elaborazione dei profili sismici è avvenuta mediante apposito algoritmo delle sezioni sismografiche, con restituzione tomografia. Tale metodo permette di individuare anomalie nella velocità di propagazione delle onde sismiche, con un elevato potere risolutivo offrendo la possibilità di ricostruire stratigraficamente situazioni complesse, non risolvibili con differenti tecniche di indagine.

La tomografia sismica, rispetto alla convenzionale sismica a rifrazione, limita i problemi interpretativi dovuti agli strati ad inversione di velocità (orizzonte fantasma) o di ridotti spessori.

Essa consiste nella ricostruzione di sezioni bidimensionali (2D) realizzate mediante serie di stendimenti sismici a rifrazione con sismografo a 12 canali.

Lo strumento di acquisizione è il Geode, della Geometrics con geofoni da 12 Hz, il software utilizzato per l'elaborazione tomografica è il Rayfract.

La sezione di output del software di interpretazione geofisica è in grado di rappresentare la discretizzazione del sottosuolo indagato in differenti sismogrammi, ovvero livelli caratterizzati da omologhe velocità sismiche.

Per il trattamento dei dati per la ricostruzione tomografica dell'immagine si utilizza una suddivisione dell'area di studio in celle elementari, calcolando per ciascuna di queste un valore di velocità congruente con il tempo di tragitto medio relativo ai percorsi dei raggi sismici che le attraversano; la presentazione delle elaborazioni eseguite dà come risultato una mappa della distribuzione delle velocità sismiche in una sezione piana contenente le sorgenti ed i geofoni.

Le indagini sismiche, in pratica, si effettuano misurando i tempi diretti di propagazione nel terreno delle onde sismiche tra una sorgente di energia, e uno o più sensori (geofoni), che vengono posizionati lungo un allineamento a distanze progressivamente crescenti dal punto di emissione dell'energia. Le indagini possono essere effettuate sia a livello, che in foro.

Le onde elastiche possono essere generate mediante l'utilizzazione di masse battenti o tramite esplosioni controllate. L'impiego dell'una o dell'altra fonte di energizzazione dipende essenzialmente dalla profondità d'investigazione richiesta.

In tale campagna di indagine le prospezioni sismiche sono state realizzate posizionando sorgenti e geofoni lungo un allineamento, utilizzando 12 geofoni con 5 registrazioni per ogni stendimento.

L'energizzazione è stata del tipo a massa battente.

La restituzione grafica è stata presentata in finestre profonde circa 5 metri.

Il risultato finale è la rappresentazione delle velocità (in m/s) per piani o sezioni indagate visualizzata mediante una scala cromatica, che va dal blu (basse velocità) al rosso (alte velocità). Quanto più il mezzo attraversato dal suono è rigido e incomprimibile, tanto maggiore sarà la sua velocità caratteristica. Valori bassi della velocità mettono in evidenza la variazione negativa delle caratteristiche elastiche e meccaniche

L'elaborazione tomografica e la restituzione del modello geofisico è stata effettuata con il software *Rayfract* che esegue l'inversione tomografica con il metodo WET (*Wavepath Eikonal Travelttime tomography processing*).

Il software RAYFRACT consente la realizzazione di dettagliati modelli di velocità del sottosuolo, con le più evolute tecniche tomografiche, soprattutto nel caso di strutture profonde. Tali tecniche consistono in due metodi, quello di inversione DELTA t-v, mediante il quale si ottengono dei profili 1D "profondità-velocità" dai dati di *travelttime* e il metodo di inversione 2D, WET, mediante il quale si ottimizzano i modelli di velocità ottenuti con il metodo DELTA t-v.

Il software RAYFRACT è stato supportato dal software SURFER 8 mediante il quale è stato eseguito automaticamente il *gridding*, l'*imaging* ed il *contouring* dei suddetti modelli di velocità.

Partendo direttamente dall'importazione delle tracce sismiche, RAYFRACT permette di effettuare il *picking* dei primi arrivi, eseguito in questo caso manualmente, ed ottenere quindi un *image* delle strutture di velocità anche in situazioni di topografia estrema e di marcati contrasti laterali di velocità.

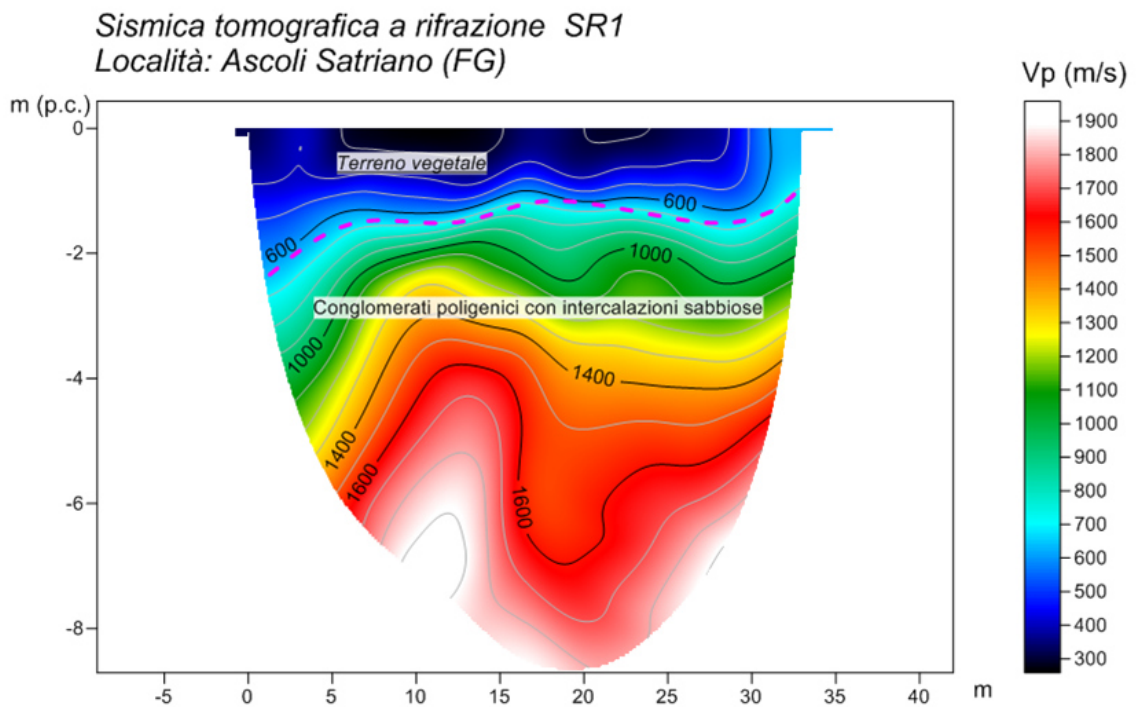
Il modello iniziale del gradiente di velocità ottenuto con il metodo DELTA t-v viene ottimizzato automaticamente mediante l'inversione tomografica 2D WET (*Wet Tomography Eikonal Travelttime*). La teoria in proposito basa i modelli tomografici sulla modellizzazione del percorso di un fascio di raggi per ogni primo arrivo, contrariamente a quanto previsto con la tomografia convenzionale basata sulla modellizzazione del percorso di un raggio sismico per ogni primo arrivo.

In tal modo si ottiene l'output finale dell'inversione WE.

Qui di seguito si descriveranno i risultati ottenuti in questa campagna di indagini.

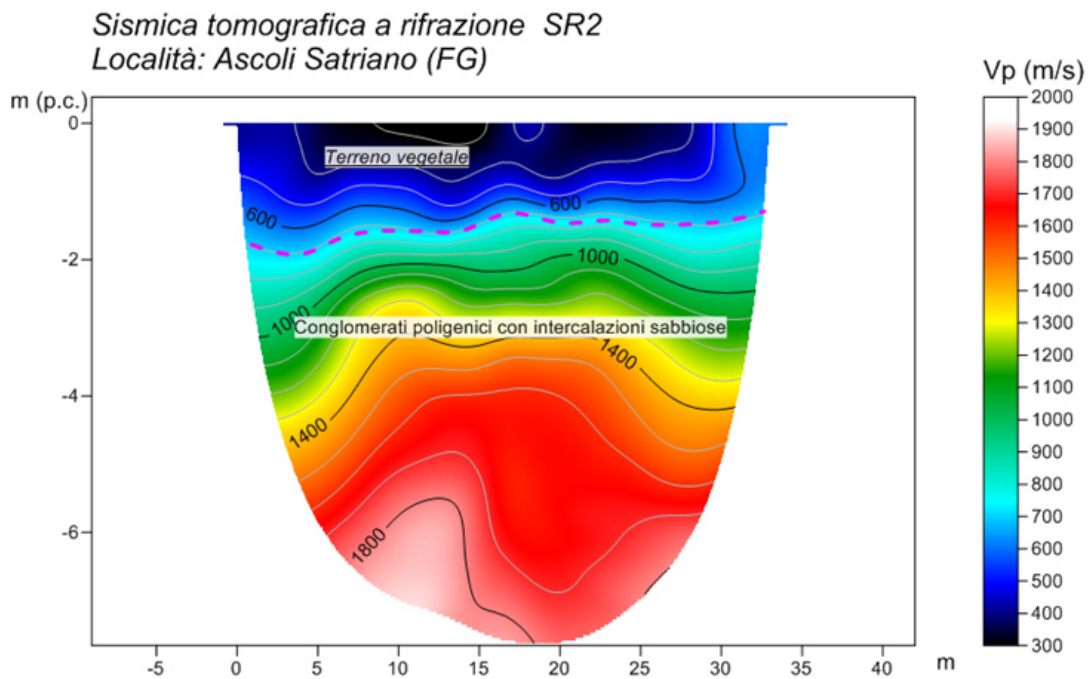
### **Profilo sismico n. 1**

Il profilo sismico a rifrazione, di lunghezza pari a 33 metri, ha raggiunto una profondità di 8.0 metri e ha evidenziato un modello a due sismostrati. In affioramento si rinviene del terreno vegetale che presenta una velocità  $V_p$  di 600 m/sec ed uno spessore variabile di circa 2.0 metri, segue il secondo sismostrato che caratterizzato da una velocità di 1400 m/sec può essere assimilato conglomerati poligenici con intercalazioni sabbiose.



### Profilo sismico n. 2

Il profilo sismico a rifrazione, di lunghezza pari a 33 metri, ha raggiunto una profondità di 8.0 metri e ha evidenziato un modello a due sismostrati. In affioramento si rinviene del terreno vegetale che presenta una velocità  $V_p$  di 600 m/sec ed uno spessore variabile di circa 1.8 metri, segue il secondo sismostrato che caratterizzato da una velocità di 1350 m/sec può essere assimilato conglomerati poligenici con intercalazioni sabbiose.





## **6. CONCLUSIONI**

Il presente Studio è stato redatto su incarico della Società **PHEEDRA** per conto della società proponente **SOLIS 1 s.r.l.** nell'ambito del **PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO NEL COMUNE DI ASCOLI SATRIANO IN LOCALITÀ MASSERIA SALATTI.**

*Il progetto riguarda la realizzazione di un impianto fotovoltaico composto da circa 25 MW da installare in agro del Comune di Ascoli Satriano (FG), in località Masseria Salati con opere di connessione ricadenti nello stesso comune.*

*L'impianto fotovoltaico sarà collegato mediante un cavo d'alta tensione interrato su un futuro ampliamento della Stazione Elettrica (SE) di smistamento a 150 kV della RTN denominata "Camerelle", previo innalzamento della tensione a 150 kV mediante Sottostazione da realizzarsi e oggetto del presente progetto. Il progetto prevede l'installazione di n. 40.326 pannelli fotovoltaici di potenza nominale unitaria pari a 620 W, per una capacità complessiva di 25,0 MW.*

*I pannelli fotovoltaici saranno installati su strutture di sostegno di tipo mover monoassiali. La configurazione d'impianto prevede strutture del tipo a doppia fila di pannelli, con sostegno di tipo a pali infissi, così come si evince dagli elaborati grafici di progetto.*

I dati acquisiti attraverso l'esecuzione di una campagna di indagini geognostiche hanno permesso di ricostruire un modello geologico adeguato alle esigenze ingegneristiche dei progettisti per ciò che concerne il terreno di fondazione interessato dalla posa in opera delle fondazioni delle opere previste in progetto. 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. Le indagini eseguite hanno permesso di redigere un modello geologico e geotecnico e sismico medio per le aree interessate dal progetto.

Le NTC18 effettuano la classificazione del sottosuolo in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio,  $V_{S,eq}$  (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{seq} = \frac{H}{\sum \frac{h_i}{n_{VS,i}}}$$

*Nel caso in esame la  $V_s$ , eq calcolata è pari a 617 m/sec che fa rientrare il suolo di fondazione nella categoria sismica B.*

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

In allegato alla presente norma, per tutti i siti considerati, sono forniti i valori di  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T_c^*$  necessari per la determinazione delle azioni sismiche.

Danno (SLD)	63	50	0,075	2,486	0,292
Salvaguardia della vita (SLV)	10	475	0,206	2,454	0,333
Prevenzione e dal collasso (SLC)	5	975	0,272	2,433	0,342

**Coefficienti Sismici**

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s <sup>2</sup> ]	Beta [-]
SLO	1,200	1,420	1,000	0,014	0,007	0,669	0,200
SLD	1,200	1,410	1,000	0,018	0,009	0,881	0,200
SLV	1,200	1,370	1,000	0,069	0,035	2,424	0,280
SLC	1,140	1,360	1,000	0,087	0,043	3,040	0,280

I dati acquisiti attraverso l'esecuzione di una campagna di indagini geognostiche hanno permesso di ricostruire un modello geologico e sismico preliminare

Il modello geologico e geotecnico ottenuto dalla totalità delle indagini effettuate, può essere schematizzato e semplificato in una macro litologia limosa intercalata da livelletti di brecce calcaree.

I parametri geotecnici caratteristici possono essere così schematizzati:

**SABBIE LIMOSE con intercalazioni di ghiaie e ciottoli**

**(da 0.00 a 5.00 metri circa)**

- un angolo di attrito interno di  $\Phi=33^\circ$ ;
- peso di volume  $1,80 \text{ Kg/cm}^3$

Gli aspetti geotecnici dei terreni sono sintetizzati nel modello Geologico e Geotecnico allegato alla presente inoltre tutti i parametri geotecnici estrapolati attraverso la campagna d'indagine eseguita sono riportati negli **Elaborati Indagini Geognostiche.**

Il Geologo

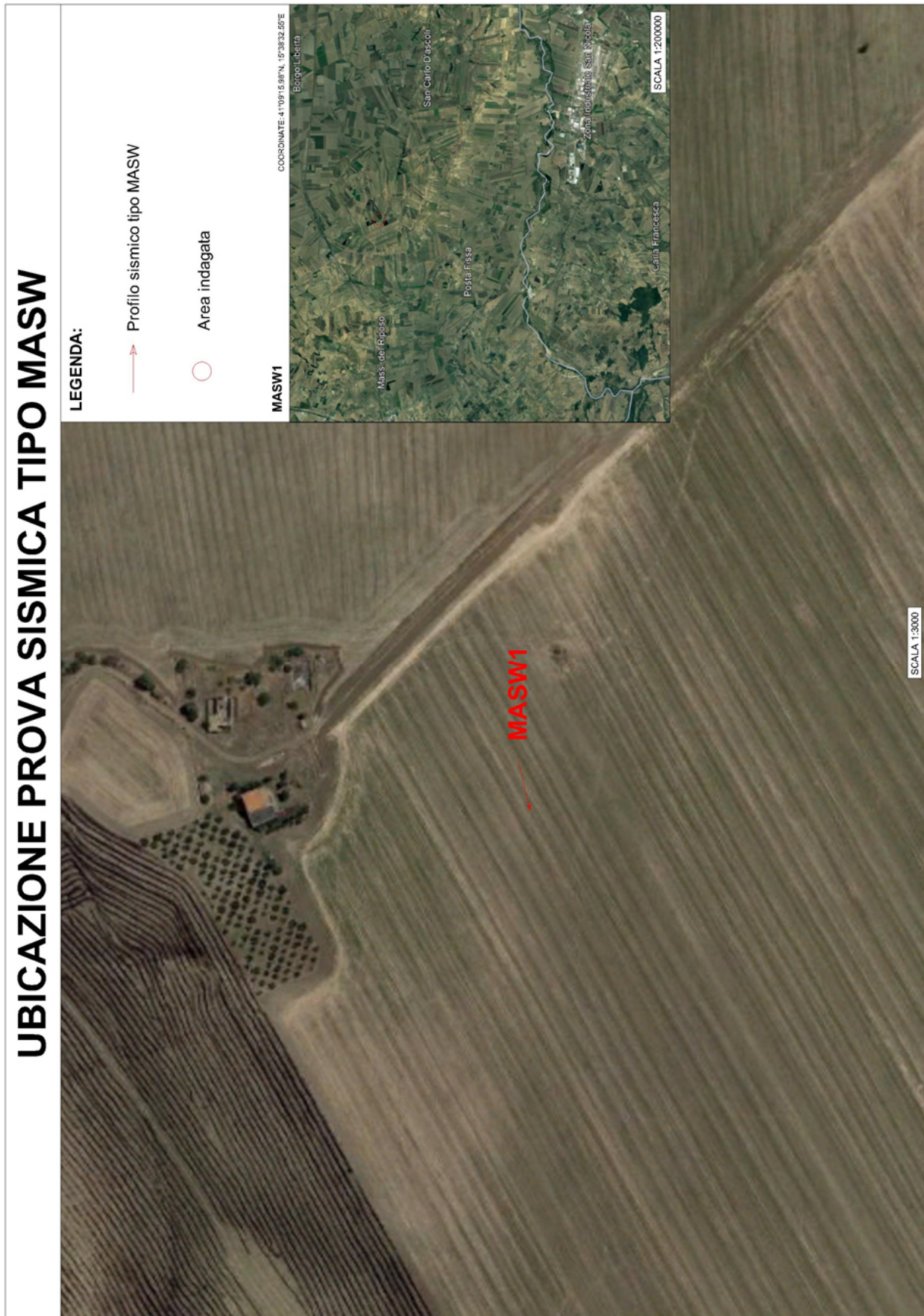
Dott. Antonio Mattia FUSCO



A handwritten signature in blue ink is written over a circular blue stamp. The stamp contains the text: "ORDINE DEI GEOL. PUGLIA" around the perimeter, "Geologo ANTONIO MATTIA FUSCO" in the center, and "N° 587" at the bottom. There are two small stars on either side of the number.

# UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE

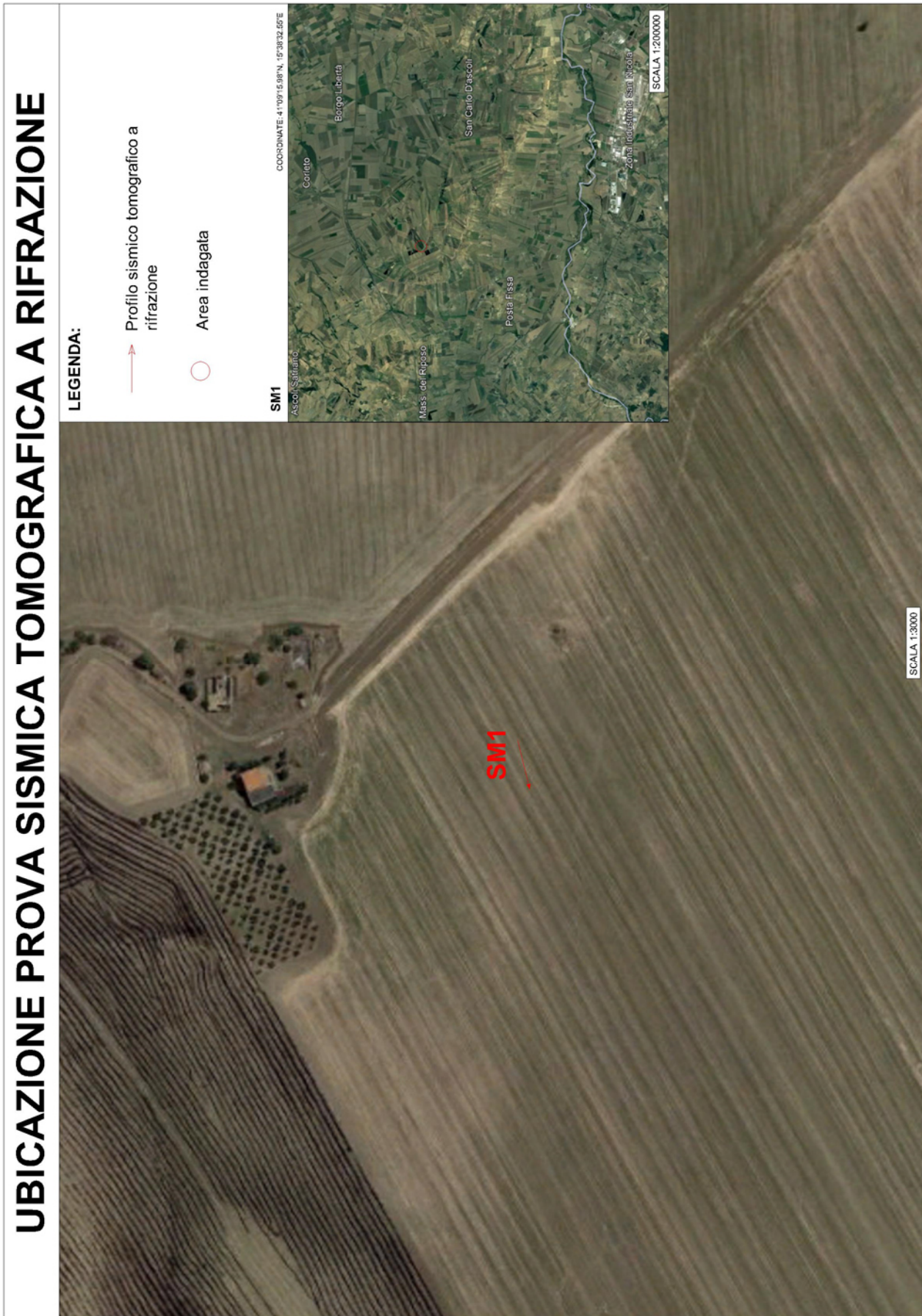
## UBICAZIONE INDAGINE MASW



UBICAZIONE INDAGINE PENETROMETRICA



UBICAZIONE INDAGINI DI SISMICA A RIFRAZIONE (SM1)



UBICAZIONE INDAGINI DI SISMICA A RIFRAZIONE (SM2)





# COMUNE DI ASCOLI SATRIANO

(FG)

*Committente: SOLIS 1 s.r.l.*

## PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO NEL COMUNE DI ASCOLI SATRIANO IN LOCALITÀ MASSERIA SALATTI.

### INDAGINI GEOGNOSTICHE

\*\*\*\*\*

Ruffano, ottobre 2021

IL DIRETTORE TECNICO  
Dott. Geol. Marcello DE DONATIS



# INDICE

PREMESSA.....	2
PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE (DPSH) .....	3
PROFILI SISMICI CON RICOSTRUZIONE TOMOGRAFICA.....	13
SISMICA CON METODOLOGIA MASW.....	19

## **PREMESSA**

Nel mese di ottobre 2021, su incarico del dott. Geol. Antonio Mattia Fusco, la Geoprove Srl di Ruffano ha eseguito delle indagini geofisiche su un'area situata nel Comune di Ascoli Satriano (FG)

Come richiesto dalla committenza sono stati pertanto eseguiti:

- n. 2 indagini sismiche a rifrazione
- n. 1 indagine sismica MASW per l'individuazione della categoria sismica del suolo di fondazione.
- n. 1 prova penetrometrica dinamica continua (DPSH)

Al termine delle indagini è stata redatta la presente relazione ai sensi del D.M. 17.01.2018.

### ***Prove penetrometriche dinamiche continue (DPSH)***

Nell'area in esame è stata eseguita n.1 prove penetrometriche dinamiche continue che in relazione ad i terreni attraversanti, ha raggiunto una profondità di 2.0 m.

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

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di "catalogare e parametrizzare" il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica. La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno.

L'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- peso massa battente M
- altezza libera caduta H
- punta conica: diametro base cono D, area base A (angolo di apertura)
- avanzamento (penetrazione) d

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

- tipo LEGGERO (DPL)
- tipo MEDIO (DPM)
- tipo PESANTE (DPH)

- tipo SUPERPESANTE (DPSH)

Tipo	Sigla di riferimento	peso della massa M (kg)	prof. max indagine battente
Leggero	DPL (Light)	$M > 10$	8m
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	20-25 m
Pesante	DPH (Heavy)	$40 < M < 60$	25 m
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	$M \geq 60$	25 m

Nella presente indagine è stato utilizzato un penetrometro DPSH mod. TG 63-200 PAGANI

I dati penetrometrici sono stati successivamente elaborati secondo le più assodate metodologie in uso, arrivando ad associare a ciascuna prova una colonna geotecnica interpretativa (vedi grafico allegato).

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



**Esecuzione prova dpsh**

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA**

Committente: Descrizione: Localita': Ascoli Satriano (FG)	
---	--

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

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63.5 Kg
Altezza di caduta libera	0.75 m
Peso sistema di battuta	0.63 Kg
Diametro punta conica	51.00 mm
Area di base punta	20.43 cm <sup>2</sup>
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6.31 Kg/m
Profondita' giunzione prima asta	0.40 m
Avanzamento punta	0.20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Coeff. Correlazione	1.47
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °

**PROVA ...Dpsh1**

Strumento utilizzato...DPSH TG 63-200 PAGANI  
 Prova eseguita in data 19-10-2021  
 Profondita' prova 2.00 mt  
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	es. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	es. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	2	0.855	17.96	21.01	0.90	1.05
0.40	3	0.851	26.82	31.52	1.34	1.58
0.60	5	0.847	40.84	48.22	2.04	2.41
0.80	7	0.843	56.93	67.50	2.85	3.38
1.00	11	0.840	89.08	106.08	4.45	5.30
1.20	15	0.786	113.73	144.65	5.69	7.23
1.40	21	0.733	148.41	202.51	7.42	10.13
1.60	18	0.780	125.04	160.40	6.25	8.02
1.80	52	0.626	290.22	463.36	14.51	23.17
2.00	56	0.623	310.97	499.01	15.55	24.95

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd Kg/cm <sup>2</sup>	Tipo	Clay fraction (%)	peso unita' volume (t/m <sup>3</sup> )	peso unita' volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	tensione efficace Kg/cm <sup>2</sup>	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0.6	3.33	33.58	incoerente	0	1.53	1.89	0.05	1.47	4.9	Terreno vegetale
1.6	14.4	136.23	incoerente	0	2.02	1.99	0.19	1.47	21.17	Sabbie limose con ciottoli
2	54	481.18	incoerente	0	2.5	2.21	0.34	1.47	79.38	inglomerato

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Dpsh1****TERRENI INCOERENTI**

Densita' relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densita' relativa (%)
Strato (1) Terreno vegetale	4.90	0.00-0.60	4.90	Meyerhof 1957	53.82
Strato (2) Sabbie limose con ciottoli	21.17	0.60-1.60	21.17	Meyerhof 1957	100
Strato (3) Conglomerato	79.38	1.60-2.00	79.38	Meyerhof 1957	100

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito
-------------	------	--------------	------------	--------------	------------------



		(m)			(°)
Strato (1) Terreno vegetale	4.90	0.00-0.60	4.90	Peck-Hanson- Thornburn- Meyerhof 1956	28.4
Strato (2) Sabbie limose con ciottoli	21.17	0.60-1.60	21.17	Peck-Hanson- Thornburn- Meyerhof 1956	33.05
Strato (3) Conglomerato	79.38	1.60-2.00	79.38	Peck-Hanson- Thornburn- Meyerhof 1956	49.68

## Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	4.90	0.00-0.60	4.90	Hamertmann (1978) Sabbie	39.20
Strato (2) Sabbie limose con ciottoli	21.17	0.60-1.60	21.17	Bowles (1982) Sabbia Media	180.85
Strato (3) Conglomerato	79.38	1.60-2.00	79.38	Bowles (1982) Sabbia Media	471.90

## Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	4.90	0.00-0.60	4.90	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	37.53
Strato (2) Sabbie limose con ciottoli	21.17	0.60-1.60	21.17	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	70.95
Strato (3) Conglomerato	79.38	1.60-2.00	79.38	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	190.51

## Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Terreno vegetale	4.90	0.00-0.60	4.90	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (2) Sabbie limose con ciottoli	21.17	0.60-1.60	21.17	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (3) Conglomerato	79.38	1.60-2.00	79.38	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

## Peso unita' di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unita' di Volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	4.90	0.00-0.60	4.90	Meyerhof et al.	1.53

Strato (2) Sabbie limose con ciottoli	21.17	0.60-1.60	21.17	Meyerhof et al.	2.02
Strato (3) Conglomerato	79.38	1.60-2.00	79.38	Meyerhof et al.	2.50

## Peso unita' di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	4.90	0.00-0.60	4.90	Arzaghi-Peck 1948- 1967	1.89
Strato (2) Sabbie limose con ciottoli	21.17	0.60-1.60	21.17	Arzaghi-Peck 1948- 1967	1.99
Strato (3) Conglomerato	79.38	1.60-2.00	79.38	Arzaghi-Peck 1948- 1967	2.21

## Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) Terreno vegetale	4.90	0.00-0.60	4.90	(A.G.I.)	0.34
Strato (2) Sabbie limose con ciottoli	21.17	0.60-1.60	21.17	(A.G.I.)	0.31
Strato (3) Conglomerato	79.38	1.60-2.00	79.38	(A.G.I.)	0.19

## Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	4.90	0.00-0.60	4.90	Ohsaki (Sabbie pulite)	289.53
Strato (2) Sabbie limose con ciottoli	21.17	0.60-1.60	21.17	Ohsaki (Sabbie pulite)	1145.75
Strato (3) Conglomerato	79.38	1.60-2.00	79.38	Ohsaki (Sabbie pulite)	3968.64

## Velocita' onde di taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Velocita' onde di taglio (m/s)
Strato (1) Terreno vegetale	4.90	0.00-0.60	4.90	Arzaghi & Goto (1978) Limi	71.39
Strato (2) Sabbie limose con ciottoli	21.17	0.60-1.60	21.17	Arzaghi & Goto (1978) Limi	118.16
Strato (3) Conglomerato	79.38	1.60-2.00	79.38	Arzaghi & Goto (1978) Limi	163.32

## Coefficiente spinta a Riposo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
-------------	------	---------------------	------------	--------------	----

Strato (1) Terreno vegetale	4.90	0.00-0.60	4.90	Navfac 1971-1982	0.96
Strato (2) Sabbie limose con ciottoli	21.17	0.60-1.60	21.17	Navfac 1971-1982	4.25
Strato (3) Conglomerato	79.38	1.60-2.00	79.38	Navfac 1971-1982	11.93

Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

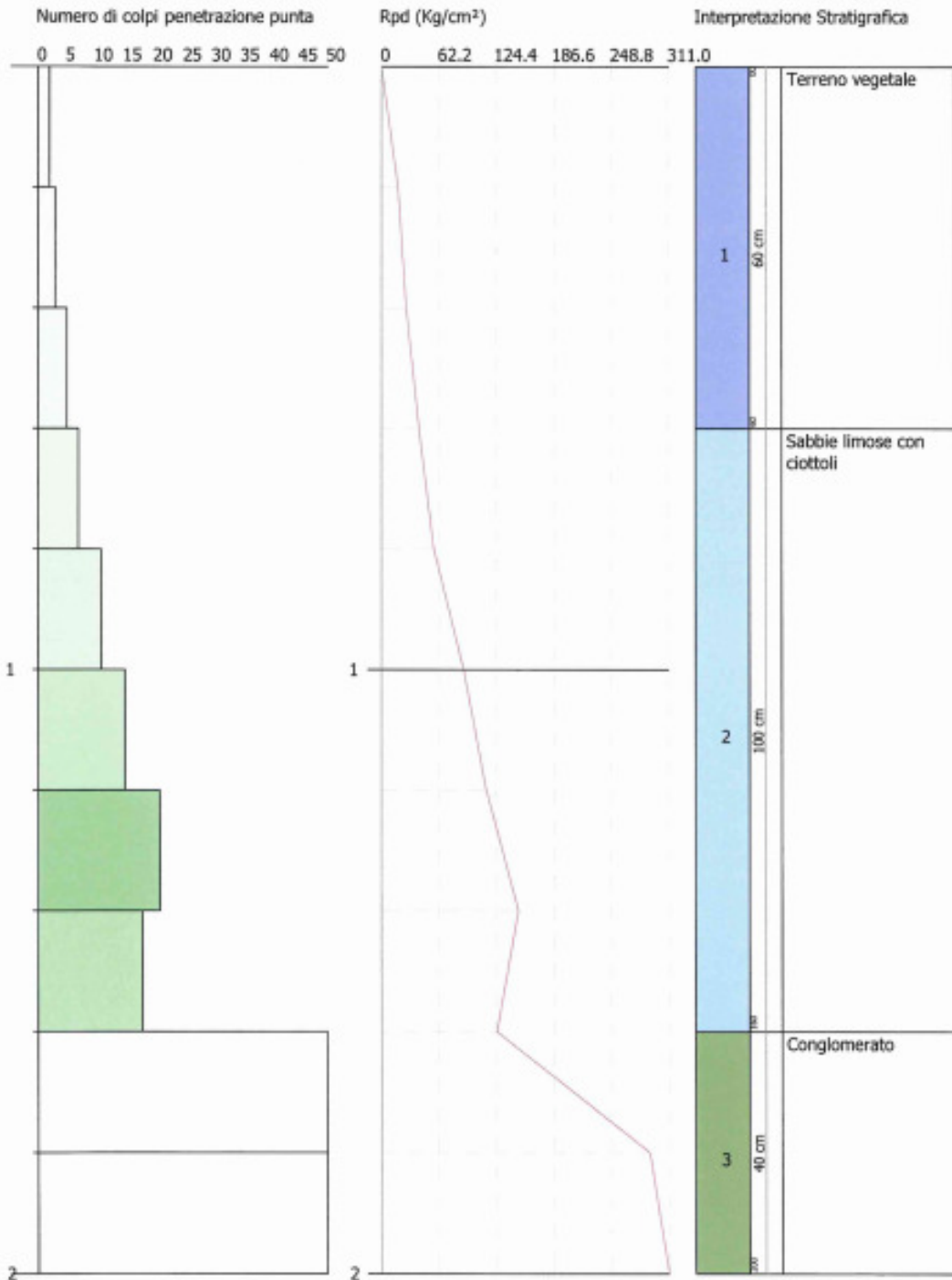
Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	4.90	0.00-0.60	4.90	Robertson 1983	9.80
Strato (2) Sabbie limose con ciottoli	21.17	0.60-1.60	21.17	Robertson 1983	42.34
Strato (3) Conglomerato	79.38	1.60-2.00	79.38	Robertson 1983	158.76

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Dpsh1  
 Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

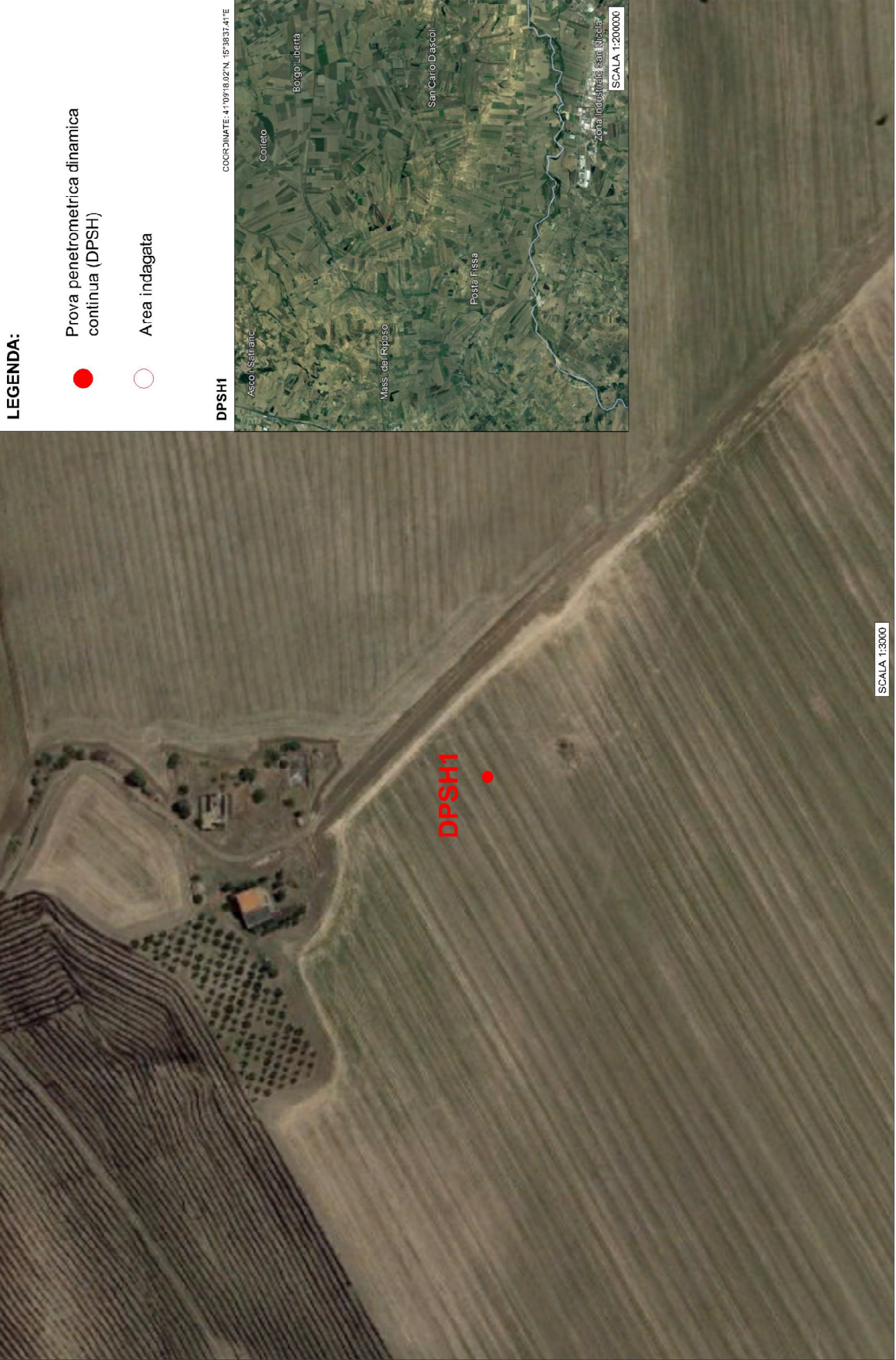
Committente:  
 Descrizione:  
 Localita': Ascoli Satriano (FG)

19-10-2021

Scala 1:9



# UBICAZIONE PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA DPSH



## **PROFILI SISMICI CON RICOSTRUZIONE TOMOGRAFICA**

L'elaborazione dei profili sismici è avvenuta mediante apposito algoritmo delle sezioni sismografiche, con restituzione tomografia. Tale metodo permette di individuare anomalie nella velocità di propagazione delle onde sismiche, con un elevato potere risolutivo offrendo la possibilità di ricostruire stratigraficamente situazioni complesse, non risolvibili con differenti tecniche di indagine.

La tomografia sismica, rispetto alla convenzionale sismica a rifrazione, limita i problemi interpretativi dovuti agli strati ad inversione di velocità (orizzonte fantasma) o di ridotti spessori.

Essa consiste nella ricostruzione di sezioni bidimensionali (2D) realizzate mediante serie di stendimenti sismici a rifrazione con sismografo a 12 canali.

Lo strumento di acquisizione è il Geode, della Geometrics con geofoni da 12 Hz, il software utilizzato per l'elaborazione tomografica è il Rayfract.

La sezione di output del software di interpretazione geofisica è in grado di rappresentare la discretizzazione del sottosuolo indagato in differenti sismogrammi, ovvero livelli caratterizzati da omologhe velocità sismiche.

Per il trattamento dei dati per la ricostruzione tomografica dell'immagine si utilizza una suddivisione dell'area di studio in celle elementari, calcolando per ciascuna di queste un valore di velocità congruente con il tempo di tragitto medio relativo ai percorsi dei raggi sismici che le attraversano; la presentazione delle elaborazioni eseguite dà come risultato una mappa della distribuzione delle velocità sismiche in una sezione piana contenente le sorgenti ed i geofoni.

Le indagini sismiche, in pratica, si effettuano misurando i tempi diretti di propagazione nel terreno delle onde sismiche tra una sorgente di energia, e uno o più sensori (geofoni), che vengono posizionati lungo un allineamento a distanze progressivamente crescenti dal punto di emissione dell'energia. Le indagini possono essere effettuate sia a livello, che in foro.

Le onde elastiche possono essere generate mediante l'utilizzazione di masse battenti o tramite esplosioni controllate. L'impiego dell'una o dell'altra fonte di energizzazione dipende essenzialmente dalla profondità d'investigazione richiesta.

In tale campagna di indagine le prospezioni sismiche sono state realizzate posizionando sorgenti e geofoni lungo un allineamento, utilizzando 12 geofoni con 5 registrazioni per ogni stendimento.

L'energizzazione è stata del tipo a massa battente.

La restituzione grafica è stata presentata in finestre profonde circa 5 metri.

Il risultato finale è la rappresentazione delle velocità (in m/s) per piani o sezioni indagate visualizzata mediante una scala cromatica, che va dal blu (basse velocità) al rosso (alte velocità). Quanto più il mezzo attraversato dal suono è rigido e incomprimibile, tanto maggiore sarà la sua velocità caratteristica. Valori bassi della velocità mettono in evidenza la variazione negativa delle caratteristiche elastiche e meccaniche

L'elaborazione tomografica e la restituzione del modello geofisico è stata effettuata con il *software Rayfract* che esegue l'inversione tomografica con il metodo *WET (Wavepath Eikonal Traveltime tomography processing)*.

Il software RAYFRACT consente la realizzazione di dettagliati modelli di velocità del sottosuolo, con le più evolute tecniche tomografiche, soprattutto nel caso di strutture profonde. Tali tecniche consistono in due metodi, quello di inversione DELTA t-v, mediante il quale si ottengono dei profili 1D "profondità-velocità" dai dati di *traveltime* e il metodo di inversione 2D, WET, mediante il quale si ottimizzano i modelli di velocità ottenuti con il metodo DELTA t-v.

Il software RAYFRACT è stato supportato dal software SURFER 8 mediante il quale è stato eseguito automaticamente il *gridding*, l'*imaging* ed il *contouring* dei suddetti modelli di velocità.

Partendo direttamente dall'importazione delle tracce sismiche, RAYFRACT permette di effettuare il *picking* dei primi arrivi, eseguito in questo caso manualmente, ed ottenere quindi un *image* delle strutture di velocità anche in situazioni di topografia estrema e di marcati contrasti laterali di velocità.

Il modello iniziale del gradiente di velocità ottenuto con il metodo DELTA t-v viene ottimizzato automaticamente mediante l'inversione tomografica 2D WET (*Wet Tomography Eikonal Traveltime*). La teoria in proposito basa i modelli tomografici sulla modellizzazione del percorso di un fascio di raggi per ogni primo arrivo, contrariamente a quanto previsto con la tomografia convenzionale basata sulla modellizzazione del percorso di un raggio sismico per ogni primo arrivo.

In tal modo si ottiene l'output finale dell'inversione WE.

Qui di seguito si descriveranno i risultati ottenuti in questa campagna di indagini.

### **Profilo sismico n. 1**

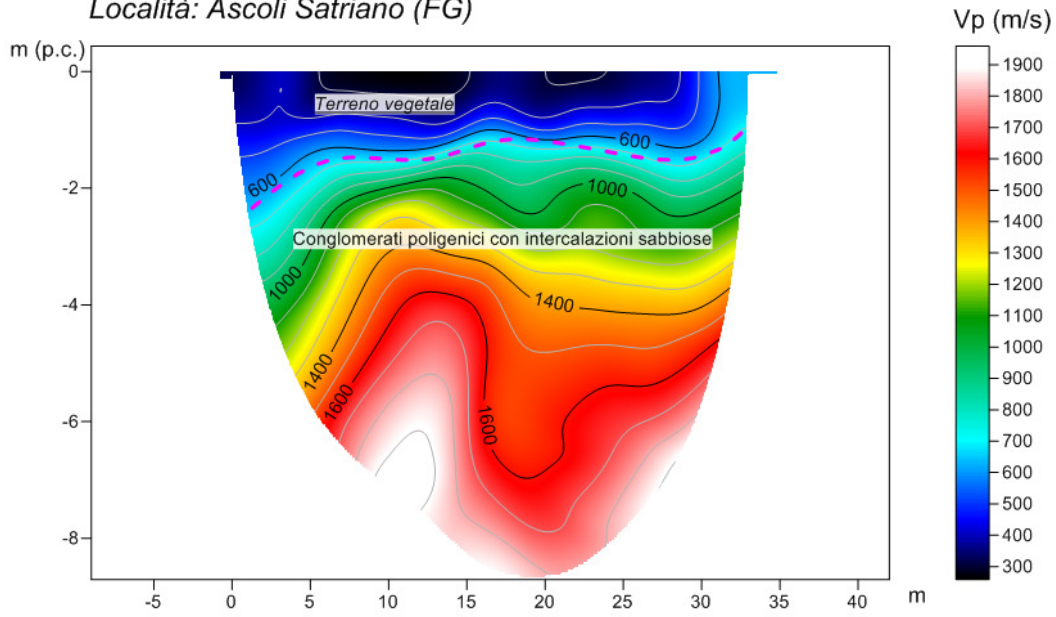
Il profilo sismico a rifrazione, di lunghezza pari a 33 metri, ha raggiunto una profondità di 8.0 metri e ha evidenziato un modello a due sismostrati. In affioramento si rinviene del terreno vegetale che presenta una velocità  $V_p$  di 600 m/sec ed uno spessore variabile di circa 2.0 metri, segue il secondo sismostrato che caratterizzato da una velocità di 1400 m/sec può essere assimilato conglomerati poligenici con intercalazioni sabbiose.



## **Profilo sismico n. 2**

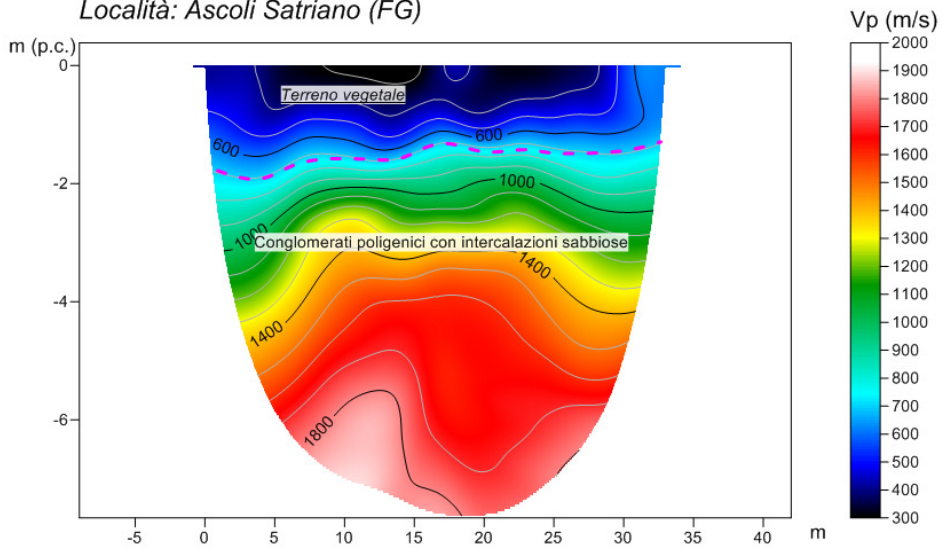
Il profilo sismico a rifrazione, di lunghezza pari a 33 metri, ha raggiunto una profondità di 8.0 metri e ha evidenziato un modello a due sismostrati. In affioramento si rinviene del terreno vegetale che presenta una velocità  $V_p$  di 600 m/sec ed uno spessore variabile di circa 1.8 metri, segue il secondo sismostrato che caratterizzato da una velocità di 1350 m/sec può essere assimilato conglomerati poligenici con intercalazioni sabbiose.

Sismica tomografica a rifrazione SR1  
Località: Ascoli Satriano (FG)



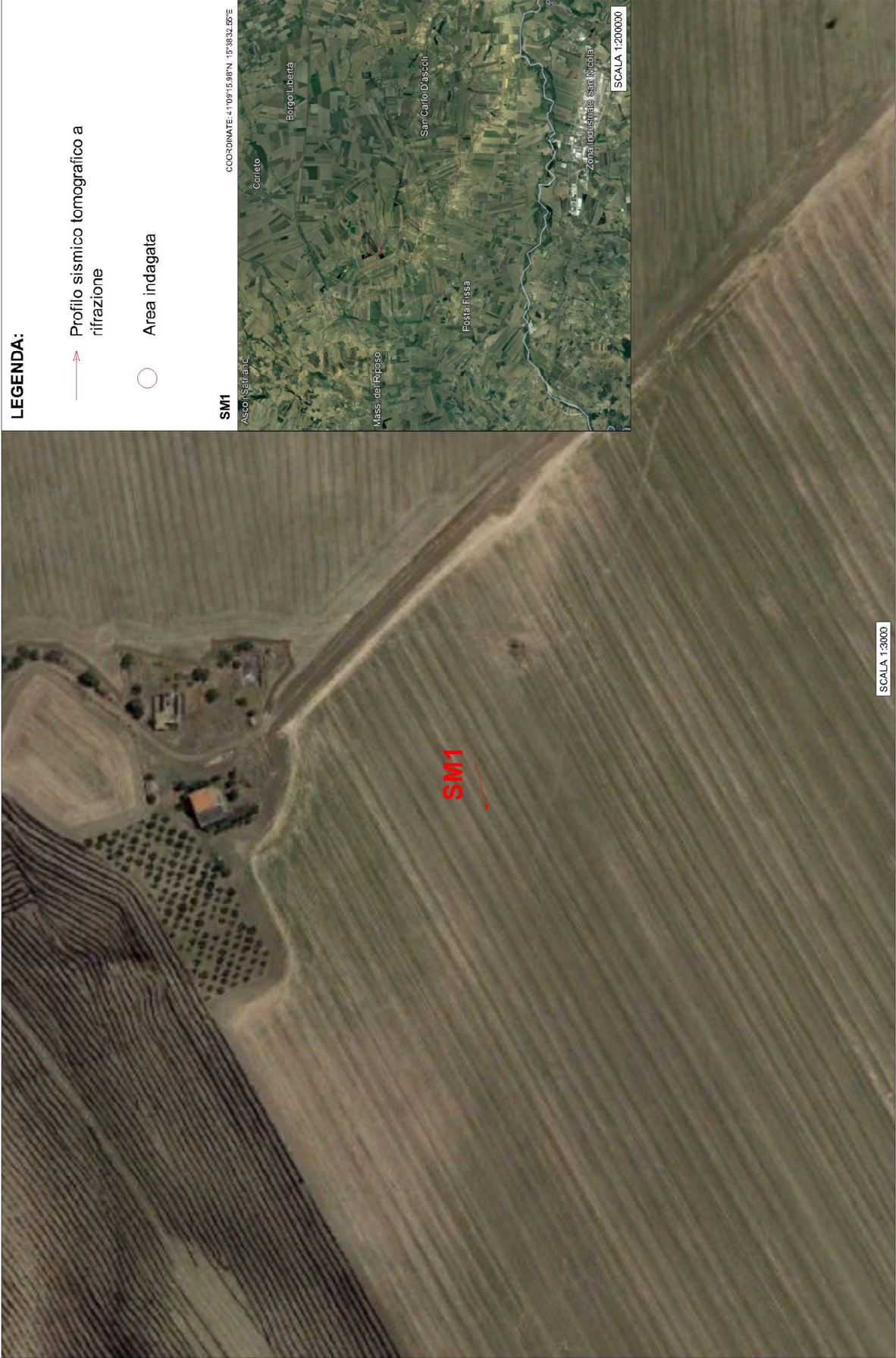
**Sezione sismica a rifrazione sr1**

Sismica tomografica a rifrazione SR2  
Località: Ascoli Satriano (FG)

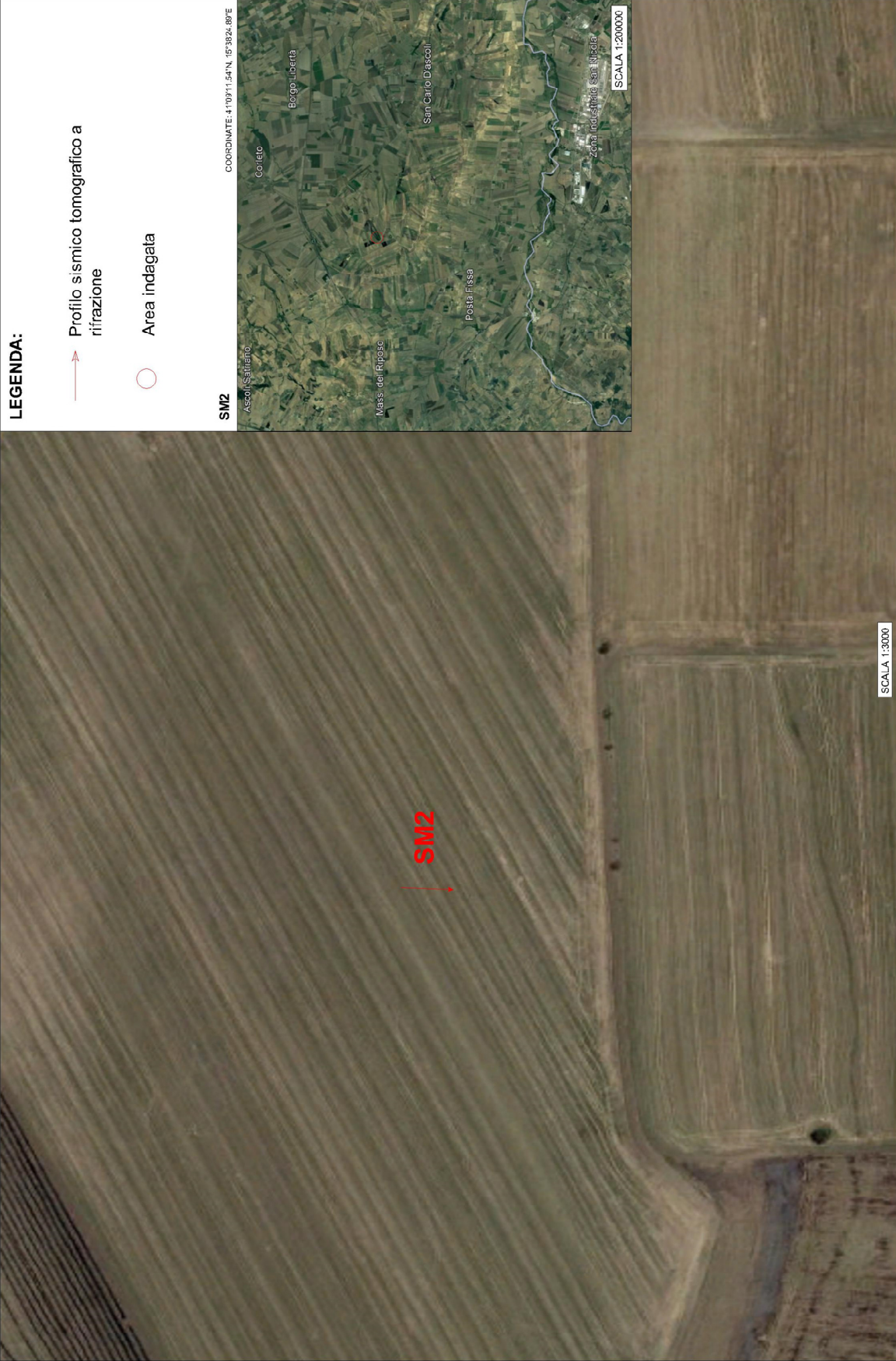


**Sezione sismica a rifrazione sr2**

# UBICAZIONE PROVA SISMICA TOMOGRAFICA A RIFRAZIONE



# UBICAZIONE PROVA SISMICA TOMOGRAFICA A RIFRAZIONE



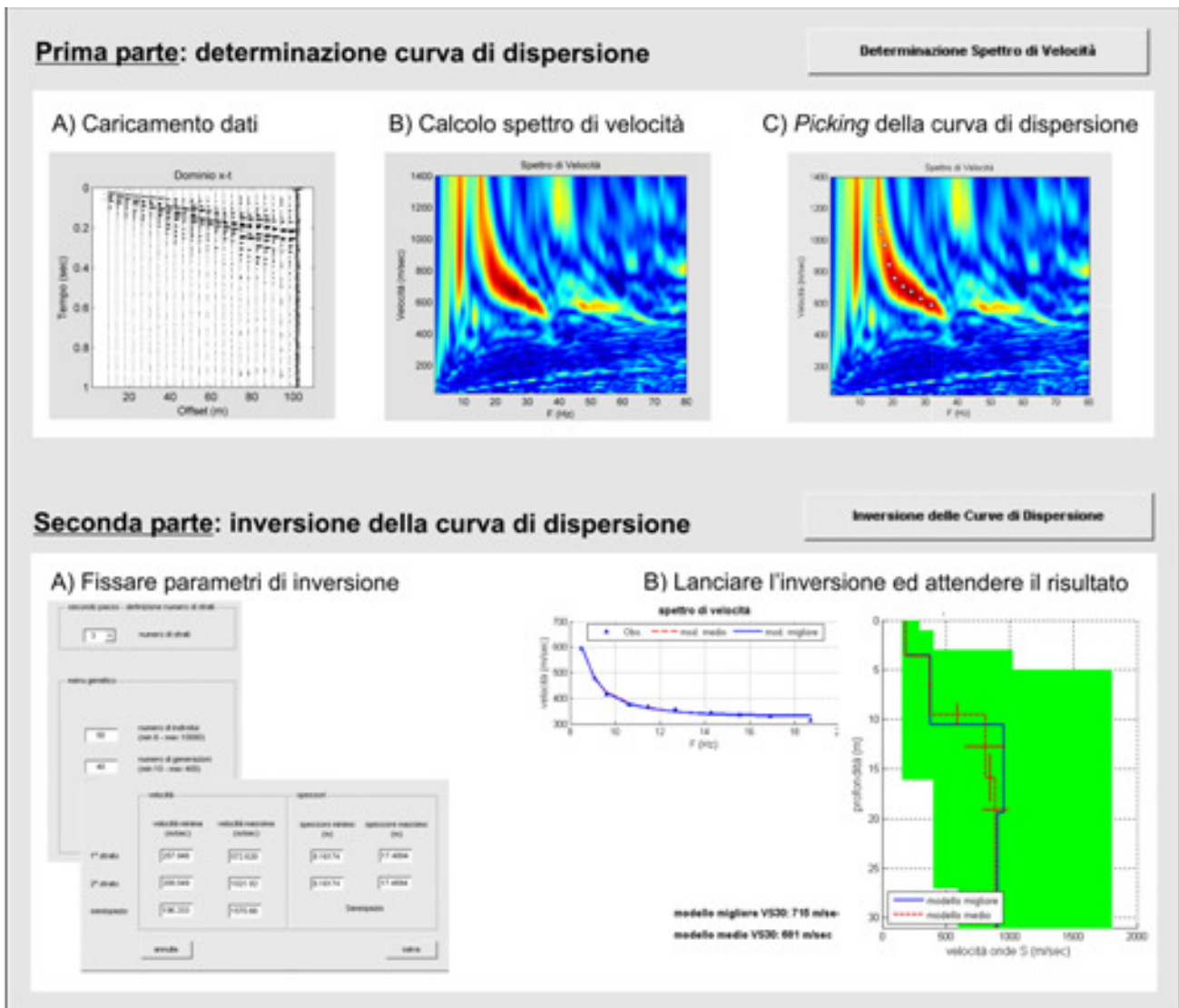
## **SISMICA CON METODOLOGIA MASW**

Per individuare la categoria sismica del suolo di fondazione è stata eseguita una indagine di sismica con metodologia MASW.

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine non invasiva (non è necessario eseguire perforazioni o scavi), che individua il profilo di velocità delle onde di taglio verticali  $V_s$ , basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori (accelerometri o geofoni) posti sulla superficie del suolo. Le onde superficiali di Rayleigh, durante la loro propagazione vengono registrate lungo lo stendimento di geofoni (da 4.5 Hz) e vengono successivamente analizzate attraverso complesse tecniche computazionali basate su un approccio di riconoscimento di modelli multistrato di terreno.

La metodologia per la realizzazione di una indagine sismica MASW prevede almeno i seguenti passi:

- Acquisizioni multicanale dei segnali sismici, generati da una sorgente energizzante artificiale (maglio battente su piastra in alluminio), lungo uno stendimento rettilineo di sorgente-geofoni
- Estrazione dei modi dalle curve di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh;
- Inversione delle curve di dispersione per ottenere profili verticali delle VS.



Gli algoritmi genetici rappresentano un tipo di procedura di ottimizzazione appartenente alla classe degli algoritmi euristici (o anche global-search methods o soft computing).

Rispetto ai comuni metodi di inversione lineare basati su metodi del gradiente (matrice Jacobiana), queste tecniche di inversione offrono un'affidabilità del risultato di gran lunga superiore per precisione e completezza.

I comuni metodi lineari forniscono infatti soluzioni che dipendono pesantemente dal modello iniziale di partenza che l'utente deve necessariamente fornire. Per la natura del problema (inversione delle curve di

dispersione), la grande quantità di minimi locali porta infatti ad attrarre il modello iniziale verso un minimo locale che può essere significativamente diverso da quello reale (o globale).

In altre parole, i metodi lineari richiedono che il modello di partenza sia già di per sé vicinissimo alla soluzione reale. In caso contrario il rischio è quello di fornire soluzioni erranee.

Gli algoritmi genetici (come altri analoghi) offrono invece un'esplorazione molto più ampia delle possibili soluzioni.

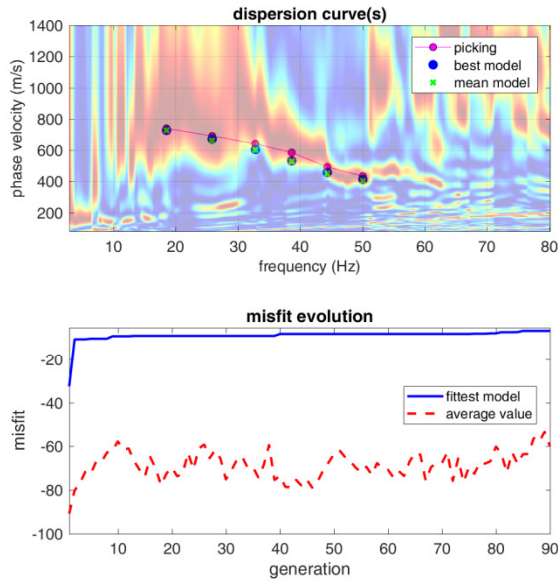
Le NTC18 effettuano la classificazione del sottosuolo in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio,  $V_{S,eq}$  (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_i^n \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

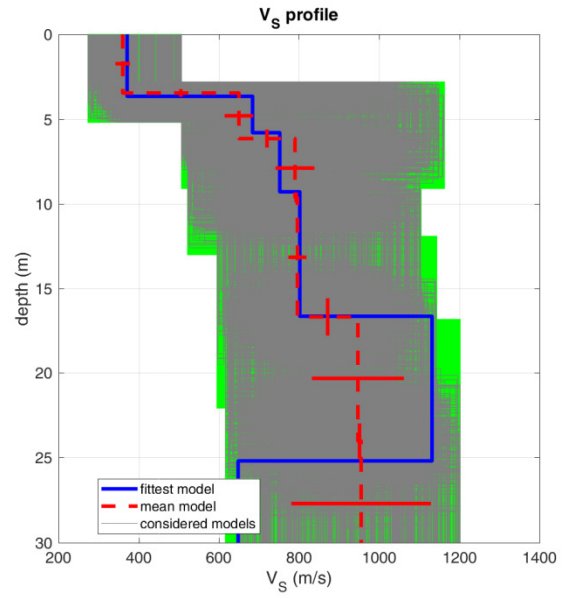
*Con:*  $h_i$  spessore dell' $i$ -esimo strato;  $V_{S,i}$  velocità delle onde di taglio nell' $i$ -esimo strato;  $N$  numero di strati;  $H$  profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_S$  non inferiore a 800 m/s.

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

Nel caso in esame la  $V_{S,eq}$  calcolata è pari a **617 m/sec** che fa rientrare il suolo di fondazione nella categoria sismica B.



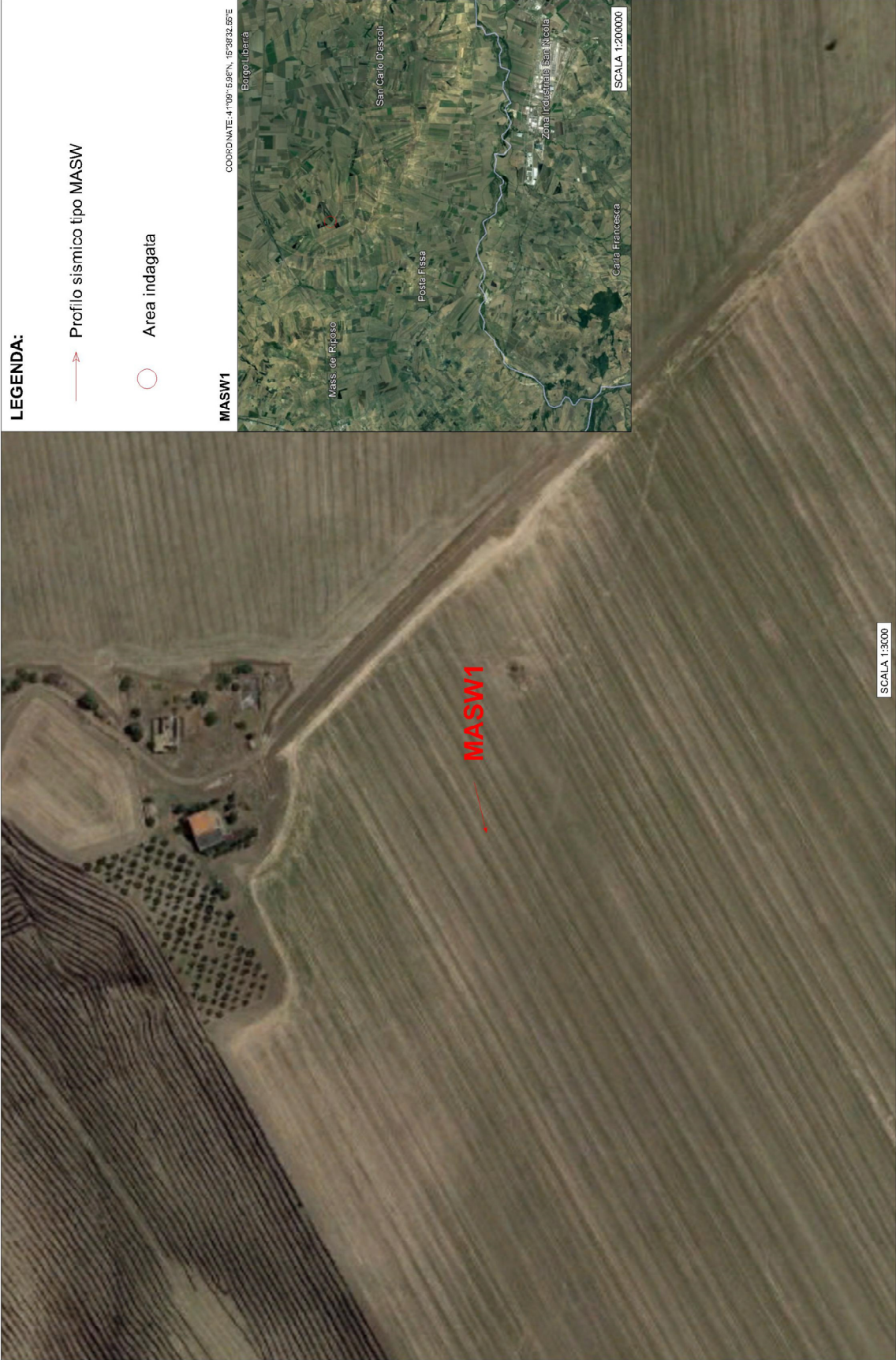
[www.wlmasw.com](http://www.wlmasw.com)



dataset: 478.dat  
 dispersion curve: p.cdp  
 Vs30 & VsE (best model): 718 527 m/s  
 Vs30 & VsE (mean model): 731 617 m/s



# UBICAZIONE PROVA SISMICA TIPO MASW



Le categorie di sottosuolo individuate dal Decreto Ministeriale 17 Gennaio 2018, recante “Norme Tecniche per le costruzioni” sono le seguenti:

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



**Sismica 1 + masw**



**Sismica 2**

Ruffano, ottobre 2021

**IL GEOLOGO**

dr. Marcello DE DONATIS

ORDINE DEI GEOLOGI  
Dott. Geol.  
DE DONATIS  
MARCELLO  
N.350  
PUGLIA

