

IMPIANTO AGRIVOLTAICO
SITO NEL COMUNE DI CERIGNOLA
IN PROVINCIA DI FOGGIA

Valutazione di Impatto Ambientale
(artt. 23-24-25 del D.Lgs. 152/2006)

Commissione Tecnica PNRR-PNIEC
(art. 17 del D.L. 77/2021, convertito in L. 108/2021)

Prot. CIAE: DPE-0007123-P-10/08/2020

Idea progettuale, modello insediativo e coordinamento generale: **AG Advisory S.r.l.**

Paesaggio e supervisione generale: **CRETA S.r.l.**

Elaborazioni grafiche: **Eclettico Design**

Assistenza legale: **Studio Legale Sticchi Damiani**

Progettisti:

Responsabili VIA: **CRETA S.r.l.**

Arch. Sandra Vecchietti

Arch. Filippo Boschi

Arch. Anna Trazzi

Arch. Giulia Bortolotto

Arch. Mattia Zannoni

Contributi specialistici:

Acustica: **Dott. Gabriele Totaro**

Agronomia: **Dott. Agr. Barnaba Marinosci**

Agronomia: **Dott. Agr. Giuseppe Palladino**

Archeologia: **Dott.ssa Caterina Polito**

Archeologia: **Dott.ssa Michela Rugge**

Asseverazione PEF: **Omnia Fiduciaria S.r.l.**

Fauna: **Dott. Giacomo Marzano**

Geologia: **Geol. Pietro Pepe**

Idraulica: **Ing. Luigi Fanelli**

Piano Economico Finanziario: **Dott. Marco Marincola**

Vegetazione e microclima: **Dott. Leonardo Beccarisi**

Cartella

VIA_3/

Identificatore:
DOCSPEC07

Relazione geotecnica

Descrizione Relazione geotecnica

Nome del file:
DOCSPEC07.pdf

Tipologia
Relazione

Scala
-

Autori elaborato: Geol. Pietro Pepe

Rev.	Data	Descrizione
00	01/02/22	Prima emissione
01	04/07/22	Consegna per Valutazione di Impatto Ambientale
02		

Spazio riservato agli Enti:

INDICE

1	RIFERIMENTI NORMATIVI E BIBLIOGRAFICI	3
2	PREMESSA.....	4
3	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA	5
3.1	Piano Stralcio per la Difesa dal Rischio Geomorfologico e Idrogeologico	5
4	INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	7
4.1	Assetto geomorfologico	8
4.2	Caratteri idrogeologici e idrografici.....	8
5	CONSIDERAZIONI SISMOLOGICHE	9
5.1	Inquadramento sismico dell'area	9
5.2	Caratteristiche desunte dall'indagine sismica del territorio	9
5.3	Valutazione dell'azione sismica	11
5.4	Individuazione della pericolosità del sito	12
5.5	Strategia di progettazione	16
6	SINTESI DELLE RISULTANZE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE	19
6.1	Risultati indagine sismica con tecnica MASW.....	19
6.2	Risultati delle prove penetrometriche dinamiche continue DPSH	31
7	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL SITO.....	37

INDICE Tabelle

Tab. 5.1	Valori dei parametri sismici per i periodi di ritorno	15
Tab. 5.2	Valori dei parametri sismici per ciascuno Stato Limite	18
Tab. 6.1	stima del $V_{s,eq}$ - MASW 01 – scoppio 1.....	20
Tab. 6.2	stima del $V_{s,eq}$ - MASW 01 – scoppio 2.....	20
Tab. 6.3	stima del $V_{s,30}$ - MASW 02 – scoppio 1.....	21
Tab. 6.4	stima del $V_{s,30}$ - MASW 02 – scoppio 2.....	21
Tab. 6.5	Categorie di sottosuolo definite dalle NTC 2018	22
Tab. 6.2	Correlazioni empiriche utilizzate per l'elaborazione dei DPSH	32
Tab. 6.3	Stima dei parametri geotecnici desunti dall'elaborazione DPSH.01.....	34
Tab. 6.4	Stima dei parametri geotecnici desunti dall'elaborazione DPSH.02.....	36
Tab. 7.1	Tabella parametri geotecnici	37
Tab. 7.2	Verifica preliminare di capacità portante	38

INDICE Figure

Fig. 3.1	Inquadramento dell'area su ortofoto	5
Fig. 3.2	Stralcio cartografia PAI con ubicazione dell'area di intervento	6

Codice	Titolo	
RGT	RELAZIONE GEOTECNICA	Pag. 1 di 38

Fig. 4.1 Stralcio Foglio 164 della Carta geologica con ubicazione dell'area d'intervento.....	7
Fig. 4.2 Stralcio Carta idrogeomorfologica con ubicazione dell'area d'intervento.....	8
Fig. 5.1 Classificazione sismica 2010 - Ordinanza PCM 3274 del 20 marzo 2003	9
Fig. 5.2 Pericolosità sismica della Puglia (Fonte: INGV, Mappa della pericolosità sismica, 2004	10
Fig. 5.3 Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi.....	11
Fig. 5.4 Parametri di pericolosità sismica dell'area in esame	12
Fig. 5.5 Pericolosità dell'area in esame	13
Fig. 5.6 Variabilità parametri sismici con periodo di ritorno	14
Fig. 5.7 Spettri di risposta elastici per periodo di ritorno	15
Fig. 5.8 Strategia di progettazione.....	16
Fig. 5.9 Variabilità parametri sismici con periodo di ritorno	17
Fig. 5.10 Spettri di risposta elastici su diversi Stati Limite	18
Fig. 6.1 Sismogramma medio – MASW.01 – SCOPPIO 1.....	23
Fig. 6.2 Grafico P-F con individuazione punti della curva di dispersione – MASW.01 – SCOPPIO 1.....	23
Fig. 6.3 curva di dispersione – MASW.01 – SCOPPIO 1.....	24
Fig. 6.4 Profilo Vs – MASW.01 – SCOPPIO 1	24
Fig. 6.5 Sismogramma medio – MASW.01 – SCOPPIO 2.....	25
Fig. 6.6 Grafico P-F con individuazione punti della curva di dispersione – MASW.01 – SCOPPIO 2.....	25
Fig. 6.7 curva di dispersione – MASW.01 – SCOPPIO 2.....	26
Fig. 6.8 Profilo Vs – MASW.01 – SCOPPIO 2	26
Fig. 6.9 Sismogramma medio – MASW.02 – SCOPPIO 1.....	27
Fig. 6.10 Grafico P-F con individuazione punti della curva di dispersione – MASW.02 – SCOPPIO 1.....	27
Fig. 6.11 curva di dispersione – MASW.02 – SCOPPIO 1.....	28
Fig. 6.12 Profilo Vs – MASW.02 – SCOPPIO 1	28
Fig. 6.13 Sismogramma medio – MASW.02 – SCOPPIO 2.....	29
Fig. 6.14 Grafico P-F con individuazione punti della curva di dispersione – MASW.02 – SCOPPIO 2.....	29
Fig. 6.15 curva di dispersione – MASW.02 – SCOPPIO 2.....	30
Fig. 6.16 Profilo Vs – MASW.02 – SCOPPIO 2	30
Fig. 6.9 Grafico di interpretazione stratigrafica – DPSH.01	33
Fig. 6.10 Grafico di interpretazione stratigrafica – DPSH.02	35

Codice	Titolo	Pag. 2 di 38
RGT	RELAZIONE GEOTECNICA	

1 RIFERIMENTI NORMATIVI E BIBLIOGRAFICI

- Carta Geologica D'Italia, scala 1:100000, Foglio 164 "Foggia";
- Ciaranfi N. et alii (1983) - "Carta Neotettonica dell'Italia Meridionale", Consiglio Nazionale delle Ricerche, Progetto finalizzato Geodinamica, Pubbl. n. 515 del P.F. Geodinamica, Bari;
- AA.VV (1999) – "Guide Geologiche Regionali – Puglia e Monte Vulture", Società Geologica Italiana;
- Decreto Ministero LL.PP.11/03/88 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".
- Ordinanza PCM 3274 (20/03/2003) "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione del territorio nazionale e di normative tecniche" (G.U. n.105 del 08/05/2003);
- Gruppo di Lavoro MPS (2004) – "Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 del 20 marzo 2003". Rapporto Conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile, INGV, Milano-Roma, aprile 2004, 65 pp. + 5 appendici;
- Convenzione INGV-DPC 2004 – 2006 "Progetto S1 Proseguimento dell'assistenza al DPC per il completamento e la gestione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 e progettazione di ulteriori sviluppi";
- Ordinanza PCM 3519 (28/04/2006) "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone" (G.U. n.108 del 11/05/2006);
- Ordinanza PCM 3519 del 28 aprile 2006 - All. 1b "Pericolosità sismica di riferimento per il territorio nazionale"
- Delibera D.G.R. n. 1626 del 15.09.2009 della Giunta Regionale - Regione Puglia – "Adempimenti In Zone Sismiche Classificate 4" - Prevede l'obbligo della progettazione antisismica estesa anche per le costruzioni private da realizzare in zona sismica classificata "4", modificando quanto precedentemente previsto, dalla delibera di G.R. n° 153/04;
- Delibera D.G.R. n. 1214 del 31.05.2011 della Giunta Regionale - Regione Puglia – specificazione di dettaglio degli edifici individuati con gli elenchi A e B dell'Allegato 2 dalla delibera di G.R. n° 153/04;
- "Norme Tecniche per le Costruzioni D. Min. Infrastrutture" del 17 gennaio 2018 (Suppl. Ord. G. U. 20.2.2018, n. 8).

Codice	Titolo	Pag. 3 di 38
RGT	RELAZIONE GEOTECNICA	

2 PREMESSA

Nel presente elaborato vengono descritti i caratteri geologici, idrogeomorfologici e sismici dell'area interessata dalle opere di realizzazione dell'impianto agrivoltaico presso il sito ricadente nel territorio di Cerignola. Inoltre, saranno definiti i principali parametri fisico-meccanici dei terreni costituenti il sottosuolo in esame anche facendo riferimento ai dati noti in letteratura tecnica, con lo scopo di fornire informazioni utili alla ricostruzione del modello geologico-tecnico del sottosuolo.

Vista la natura dei terreni interessati dalla realizzazione dell'opera in progetto durante l'attuazione delle indagini è stata posta particolare attenzione a:

- Determinare lo spessore dei depositi di copertura;
- Caratterizzare meccanicamente gli strati di terreno costituenti il sottosuolo;
- Individuare la presenza di eventuali anomalie stratigrafiche;
- Determinare il valore puntuale del $V_{s,eq}$ al fine di attribuire al sottosuolo in esame una delle categorie di suolo di fondazione contemplate dalle NTC 2018.

A supporto dello studio geologico-tecnico del territorio in esame, è stata condotta una campagna indagini, consistita nell'esecuzione di:

- ✓ Rilievo geologico di superficie e acquisizione fotografica dei caratteri tipologici evidenti in situ;
- ✓ n. 2 prospezioni sismiche mediante tecnica MASW. per singoli profili di lunghezza complessiva 69 m e con 24 geofoni distanti 3 m, finalizzate al calcolo della $V_{s,eq}$ ai sensi delle NTC 2018;
- ✓ n. 2 prove penetrometriche dinamiche superpesanti per la deduzione dei principali parametri geotecnici dei terreni superficiali.

Nella **Tavola 01** è riportata la planimetria dell'area in esame in cui sono indicate le ubicazioni delle indagini sismiche e penetrometriche.

Nel seguito della trattazione saranno riassunti anche i risultati delle indagini geognostiche, la cui trattazione completa è consultabile nella Relazione Geologica.

Codice	Titolo	Pag. 4 di 38
RGT	RELAZIONE GEOTECNICA	

3 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA

L'area in esame ricade a nord del territorio di Cerignola, ad una distanza di oltre 8 km dal centro urbano, a quote variabili comprese tra 34 e 44 m s.l.m..

La figura 3.1 mostra in rosso il perimetro dell'area di stretto interesse, in celeste sono delineati i confini territoriali di Orta Nova, Trinitapoli e San Ferdinando di Puglia.

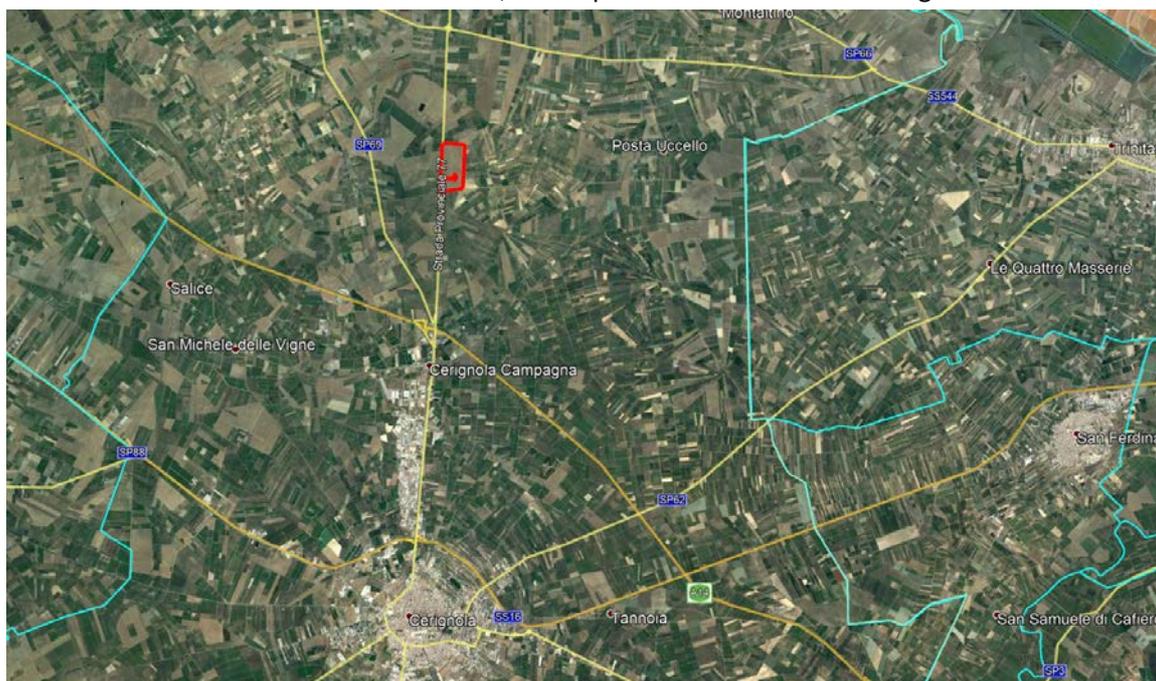


Fig. 3.1 Inquadramento dell'area su ortofoto

3.1 Piano Stralcio per la Difesa dal Rischio Geomorfologico e Idrogeologico

Ai fini della verifica delle condizioni d'assetto idraulico e geomorfologico dell'area d'intervento, è stata consultata la "Carta del Rischio" del Piano stralcio per la Difesa dal Rischio Geomorfologico dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale Sede Puglia.

In base ai criteri di perimetrazione è stato verificato che l'area non ricade in alcuna area perimetrata come "Area a pericolosità geomorfologica o Idraulica", come da immagine seguente.

Codice	Titolo	Pag. 5 di 38
RGT	RELAZIONE GEOTECNICA	



Fig. 3.2 Stralcio cartografia PAI con ubicazione dell'area di intervento

Codice	Titolo	Pag. 6 di 38
RGT	RELAZIONE GEOTECNICA	

4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'area di interesse, dal punto di vista geologico, ricade nel Foglio n. 164 della Carta Geologica d'Italia – scala 1:100.000 “Foggia”, di cui si riporta uno stralcio a seguire. L'area in esame si colloca sui sedimenti plio-quadernari che hanno colmato la parte orientale dell'Avanfossa appenninica compreso tra la Daunia e il promontorio garganico i quali sono largamente rappresentati e son in continuità con gli stessi cartografati nei fogli limitrofi.

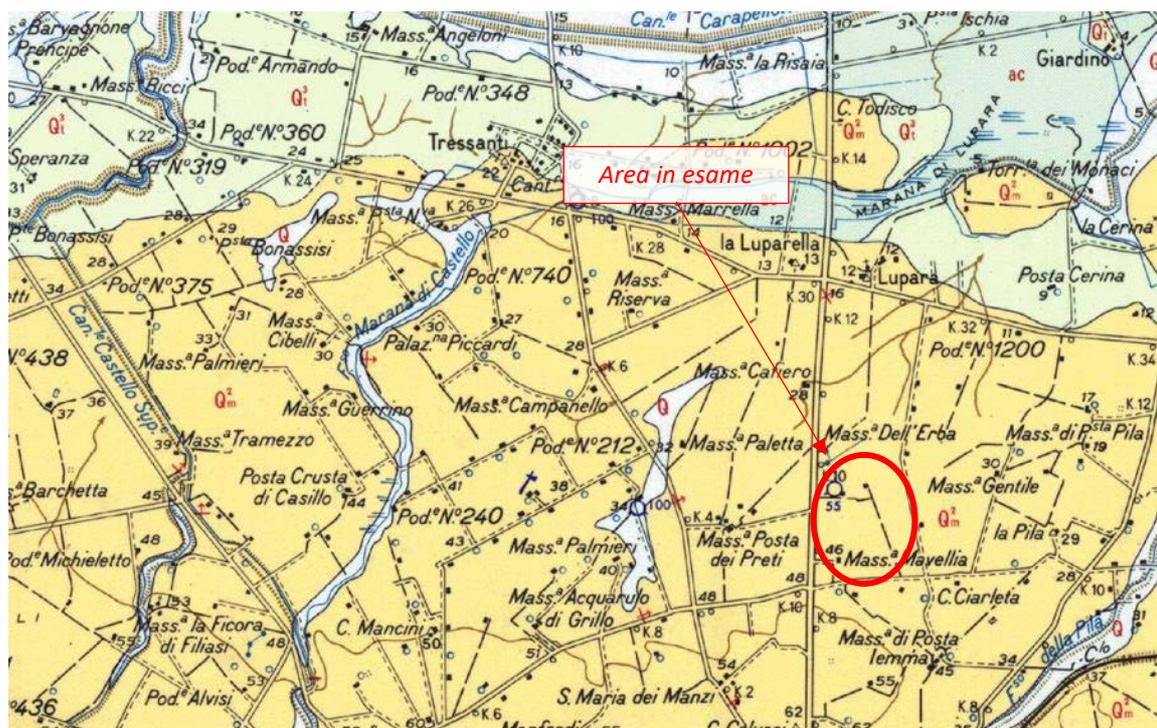


Fig. 4.1 Stralcio Foglio 164 della Carta geologica con ubicazione dell'area d'intervento

Il territorio strettamente in esame è caratterizzato soprattutto depositi sciolti costituiti prevalentemente da sabbie giallastre, pulverulente, con concrezioni calcaree e molluschi marini di facies litorale. Quasi ovunque coperte da un crostone calcareo-sabbioso straterellato (Q^2_m).

Dal rilievo geologico e dai risultati delle indagini eseguite in loco è evidente che l'assetto stratigrafico dell'area in esame è contraddistinto, a parte un primo strato superficiale di terreno vegetale di spessore medio di 1.0 m, la parte sottostante per diversi metri di profondità è caratterizzata prevalentemente da depositi sabbiosi mediamente consistenti.

Codice	Titolo	Pag. 7 di 38
RGT	RELAZIONE GEOTECNICA	

4.1 Assetto geomorfologico

Dal rilievo geologico e dai risultati delle indagini eseguite in loco è evidente che l'assetto morfologico dell'area in esame è caratterizzato da vaste spianate inclinate debolmente verso il mare. L'area in esame, si trova ad una quota compresa tra 34m e 44m s.l.m., dove non emergono elementi morfologici di particolare rilievo. Considerando la carta idrogeomorfologiche dell'Autorità di Bacino della Puglia, riportata sopra, si evince che nell'intorno del territorio in esame sono presenti una serie di incisioni che si infiltrano nel sottosuolo o segnano l'idrografia del territorio in direzione del mare.

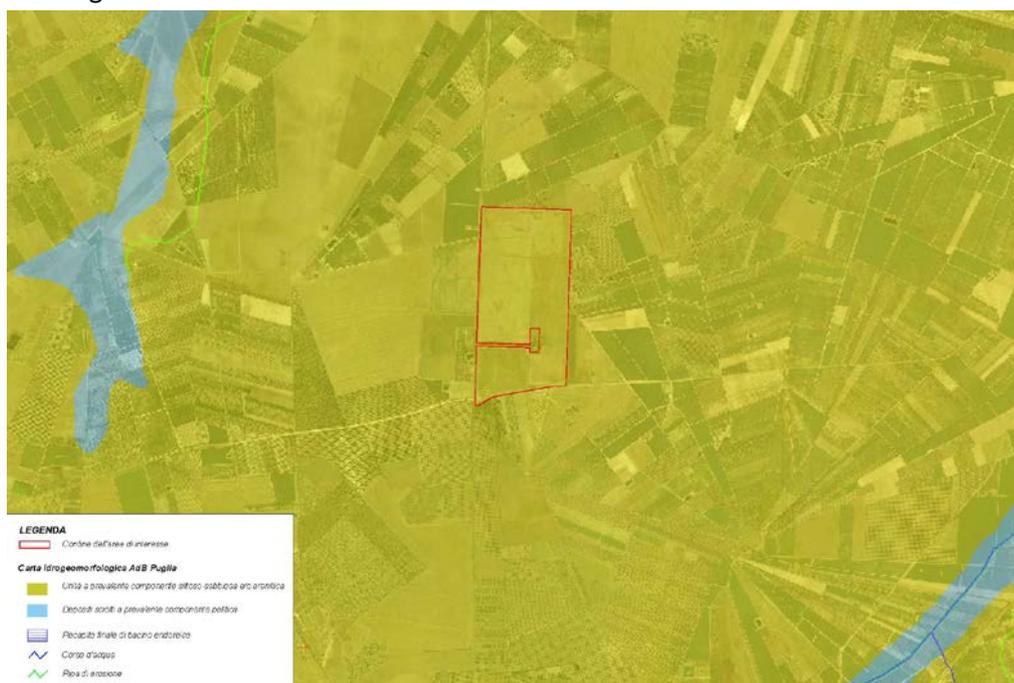


Fig. 4.2 Stralcio Carta idrogeomorfologica con ubicazione dell'area d'intervento

4.2 Caratteri idrogeologici e idrografici

Nell'intorno del sito specifico sono presenti numerosi corsi d'acqua, ma nella specifica area di interesse non si evincono segni rilevanti dell'idrografia della zona. Come si evince dalla consultazione della Carta della Distribuzione media dei Carichi Piezometrici dell'acquifero poroso del Tavoliere, sempre del PTA, è emerso che la falda freatica nel territorio foggiano si trova alla quota del livello medio del mare e dunque considerata le quote del sito in esame la falda stazionerebbe ad una profondità maggiore di 30m dal piano campagna.

Codice	Titolo	Pag. 8 di 38
RGT	RELAZIONE GEOTECNICA	

5 CONSIDERAZIONI SISMOLOGICHE

5.1 Inquadramento sismico dell'area

Il comune di Cerignola, con D.G.R. n. 1626 del 15.09.2009, ricade in **zona sismica 2** (livello di pericolosità alta), come evidenziato nella figura seguente.

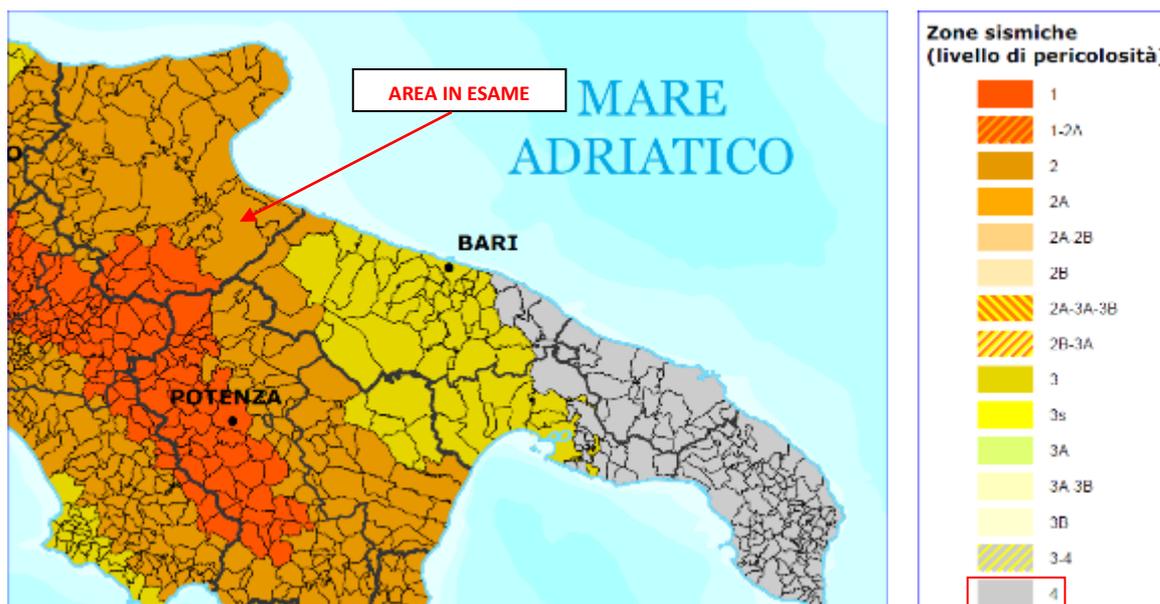


Fig. 5.1 Classificazione sismica 2010 - Ordinanza PCM 3274 del 20 marzo 2003

5.2 Caratteristiche desunte dall'indagine sismica del territorio

Basandosi sull'indagine sismica eseguita, i valori di velocità delle onde sismiche di taglio hanno evidenziato nella zona a sud la presenza del bedrock sismico alla profondità di 20.7÷22.68 m; mentre nella zona più a nord non è stato possibile individuare il bedrock sismico, pertanto il calcolo del $V_{s,eq}$ si è ricondotto al calcolo del vecchio $V_{s,30}$, cioè fino alla profondità di 30 metri di investigazione. In ogni caso i valori del $V_{s,eq}$ sono risultati compresi tra 482 e 527 m/s, quindi classificando il suolo nella categoria "B". Inoltre, in questo caso il valore del fattore S che tiene conto delle condizioni stratigrafiche e geotecniche del sito è pari a: **S=1.0**.

Alla luce delle attuali conoscenze si ritiene che non si pongono particolari problemi alla realizzazione dell'opera in oggetto. All'opera si deve attribuire un'accelerazione massima orizzontale con probabilità di superamento del 10% in 50 anni $0.15 < a_g/g < 0.25$, pari ad un'accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico sulla formazione di

Codice	Titolo	Pag. 9 di 38
RGT	RELAZIONE GEOTECNICA	

base pari ad $a_g=0.05g$. In particolare, le recenti Norme superano il concetto della classificazione del territorio in zone, imponendo nuovi e precisi criteri di verifica dell'azione sismica nella progettazione delle nuove opere ed in quelle esistenti, valutata mediante una analisi della risposta sismica locale. In assenza di queste analisi, la stima preliminare dell'azione sismica può essere effettuata sulla scorta delle "categorie di sottosuolo" e della definizione di una "pericolosità di base" fondata su un reticolo di punti di riferimento, costruito per l'intero territorio nazionale. Ai punti del reticolo sono attribuiti, per nove differenti periodi di ritorno del terremoto atteso, i valori di a_g e dei principali "parametri spettrali" riferiti all'accelerazione orizzontale, da utilizzare per il calcolo dell'azione sismica (fattore di amplificazione massima F_0 e periodo di inizio del tratto a velocità costante T^*_c). Il reticolo di riferimento ed i dati di pericolosità sismica vengono forniti dall'INGV e pubblicati nel sito <http://esse1.mi.ingv.it/>. Secondo le NTC l'area in questione è caratterizzata da un'accelerazione compresa tra 0.125 - 0.150 g, come evidenziato nelle figure seguenti, in cui è riportata la mappa di pericolosità sismica per il sito in questione, con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi (categoria A, $V_{s,eq}>800m/sec$).

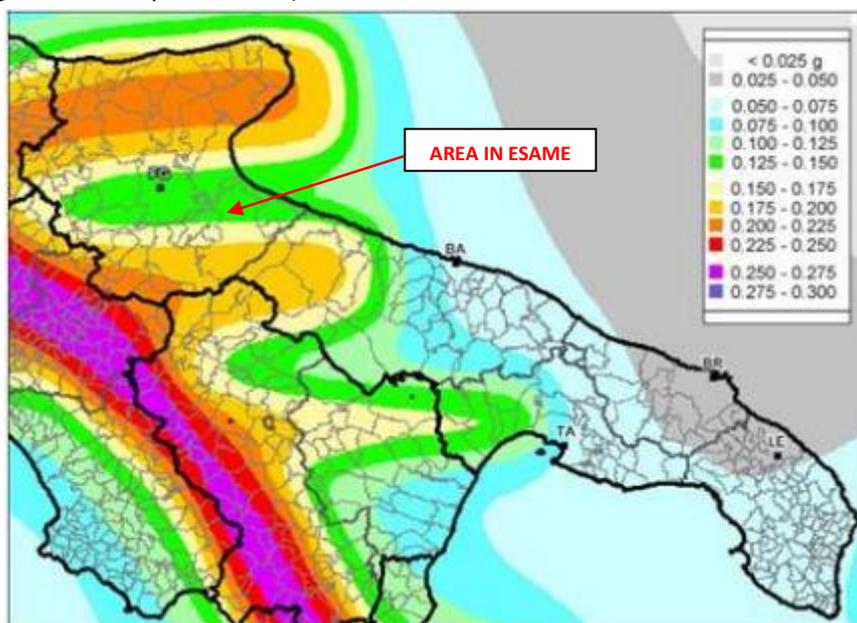


Fig. 5.2 Pericolosità sismica della Puglia (Fonte: INGV, Mappa della pericolosità sismica, 2004)

Codice	Titolo	Pag. 10 di 38
RGT	RELAZIONE GEOTECNICA	

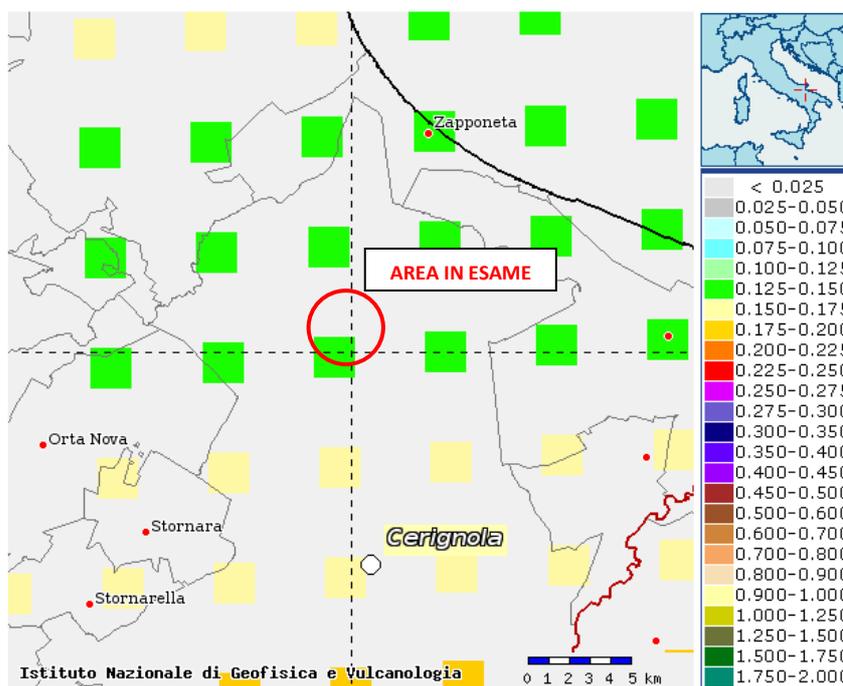


Fig. 5.3 Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi

Infine, per ulteriori considerazioni utili a caratterizzare la sismicità del sito in argomento, sono stati presi in considerazione i seguenti fattori:

- il terreno di fondazione è costituito da depositi sabbiosi mediamente consistenti;
- nell'area in esame non sono presenti faglie o importanti fratture, attive del substrato geologico;
- la falda superficiale è presente.

5.3 Valutazione dell'azione sismica

Alla luce della recente normativa di seguito si riportano i parametri di pericolosità sismica dell'area in esame:

Codice	Titolo	Pag. 11 di 38
RGT	RELAZIONE GEOTECNICA	

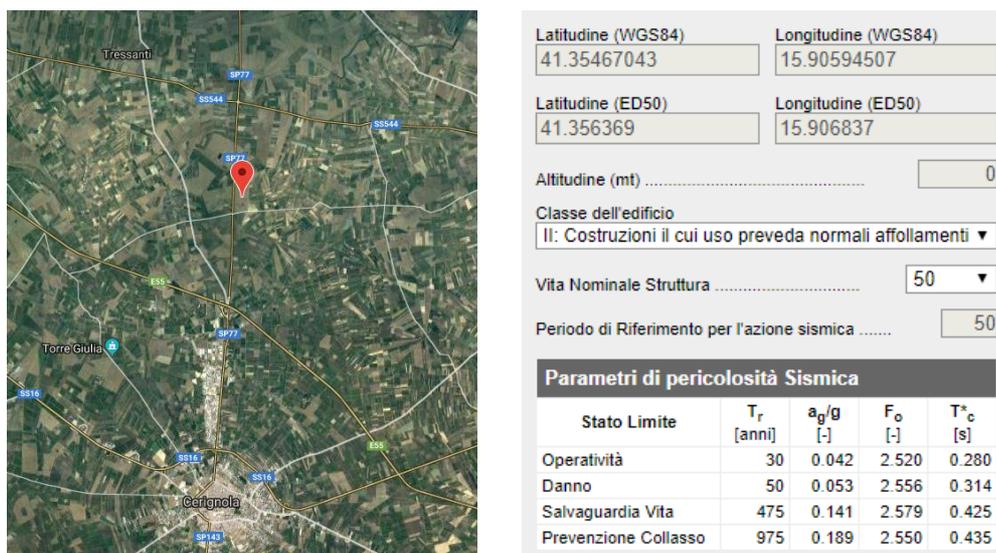


Fig. 5.4 Parametri di pericolosità sismica dell'area in esame

L'azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire dalla pericolosità di base, che costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

La pericolosità sismica deve essere compatibile con le NTC, dotata di sufficiente livello di dettaglio, sia in termini geografici che in termini temporali. Le azioni di progetto si ricavano dalle accelerazioni a_g e dai parametri che permettono di definire gli spettri di risposta ai sensi delle NTC e dalle relative forme spettrali.

Le forme spettrali previste sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri:

- "ag" accelerazione orizzontale massima al terreno;
- "F₀" valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- "Tc*" periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

5.4 Individuazione della pericolosità del sito

Le NTC 2018 ridefiniscono il concetto di pericolosità sismica di riferimento e di conseguenza sono state ridefinite le azioni sismiche di progetto-verifica. Tramite il programma sperimentale (Spettri-NTC ver.1.03) è possibile determinare i relativi spettri di risposta, in funzione del sito e del tipo di costruzione, per ciascuno degli stati limite previsti dalla normativa. La pericolosità sismica è lo strumento di previsione delle azioni sismiche attese in

Codice	Titolo	Pag. 12 di 38
RGT	RELAZIONE GEOTECNICA	

un determinato sito. Può essere definita in termini statistici e/o probabilistici. Dal punto di vista statistico la severità di un evento sismico è descritta dalle curve di pericolosità.

Ogni sito del territorio nazionale è caratterizzato da proprie curve di pericolosità che presentano in ascissa una misura della severità del terremoto come ad esempio accelerazione di picco del terreno o S_e (ordinata della risposta spettrale in accelerazione) ed in ordinata la frequenza media annua di ricorrenza $\lambda=1/Tr$ (Tr è il periodo di ritorno del sisma espresso in anni) in scala logaritmica.



FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate LONGITUDINE: 15.90595 LATITUDINE: 41.35467

Ricerca per comune REGIONE: Puglia PROVINCIA: Foggia COMUNE: Cerignola

Elaborazioni grafiche: Grafici spettri di risposta, Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche: Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito

Controllo sul reticolo: Sito esterno al reticolo, Interpolazione su 3 nodi, Interpolazione corretta

Interpolazione: superficie rigata

INTRO **FASE 1** FASE 2 FASE 3

Fig. 5.5 Pericolosità dell'area in esame

Una volta individuati tutti i parametri geografici (longitudine, latitudine, ecc.) sono visualizzati i quattro nodi del reticolo che circoscrivono il sito stesso. I primi dati che si possono rilevare durante questa prima fase sono:

- i grafici degli spettri di risposta ottenuti in corrispondenza di ciascuno dei nove periodi di ritorno considerati in S1;
- i grafici che rappresentano la variabilità dei parametri a_g , F_0 , T_c^* in funzione del periodo di ritorno Tr .

Segue una tabella riassuntiva dei valori degli stessi parametri a_g , F_0 , T_c^* per ciascuno dei nove periodi di ritorno considerati in S1.

Codice	Titolo	Pag. 13 di 38
RGT	RELAZIONE GEOTECNICA	

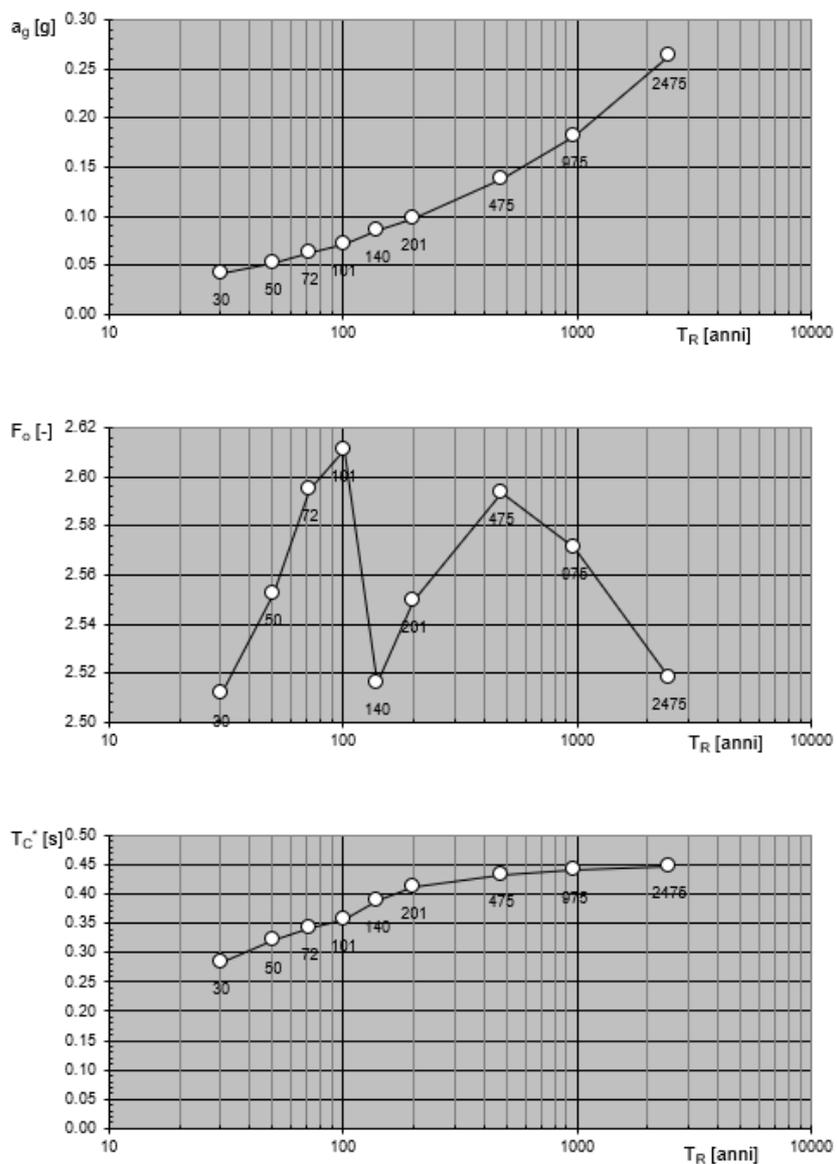


Fig. 5.6 Variabilità parametri sismici con periodo di ritorno

Codice	Titolo	Pag. 14 di 38
RGT	RELAZIONE GEOTECNICA	

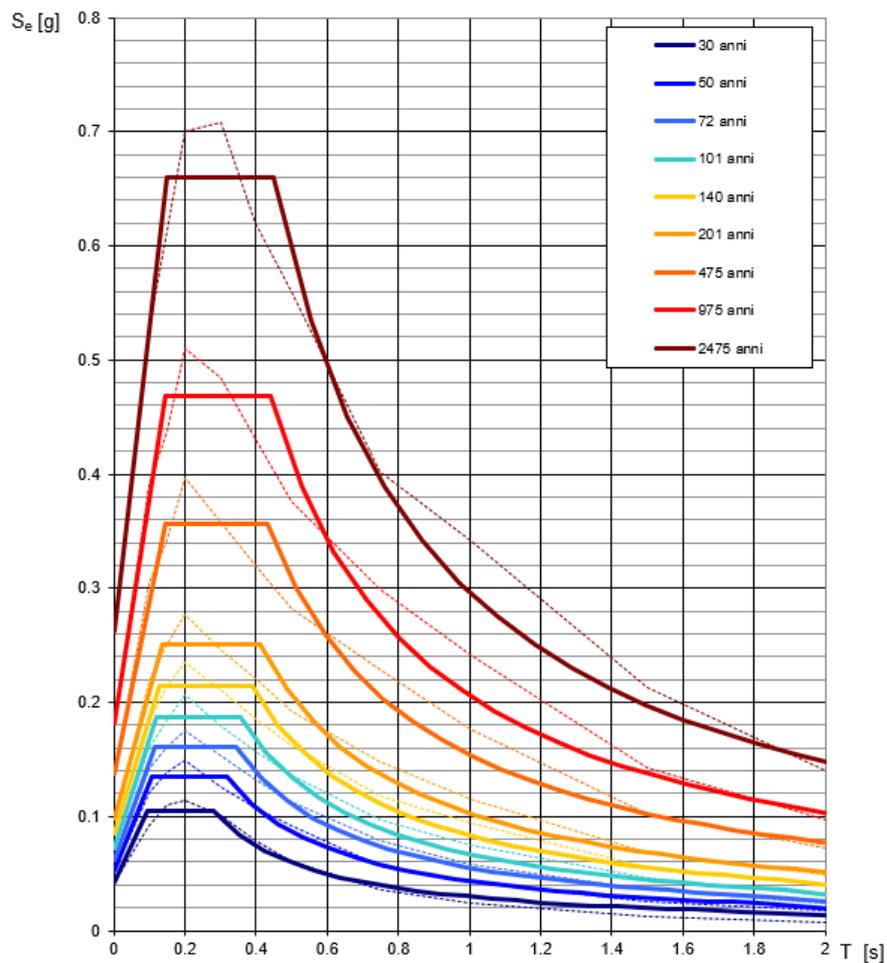


Fig. 5.7 Spettri di risposta elastici per periodo di ritorno

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0.042	2.512	0.282
50	0.053	2.552	0.320
72	0.062	2.595	0.342
101	0.072	2.611	0.357
140	0.085	2.516	0.389
201	0.098	2.549	0.411
475	0.138	2.593	0.432
975	0.182	2.571	0.440
2475	0.262	2.518	0.448

Tab. 5.1 Valori dei parametri sismici per i periodi di ritorno

Codice	Titolo	Pag. 15 di 38
RGT	RELAZIONE GEOTECNICA	

5.5 Strategia di progettazione

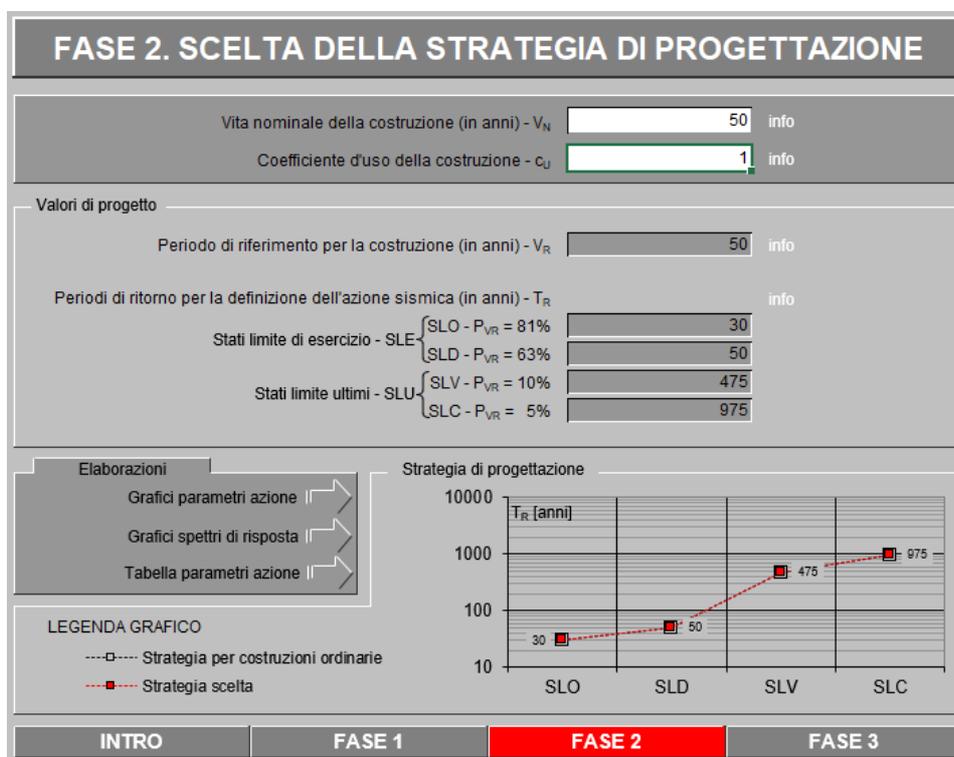


Fig. 5.8 Strategia di progettazione

Nel caso specifico si ha una struttura con vita nominale V_N pari a 50 anni ed appartenente alla classe d'uso II a cui pertanto corrisponde un coefficiente d'uso della costruzione $c_U=1$. In base a tali valori viene determinato il periodo di riferimento per la costruzione V_R che risulta in questo caso pari a 50 anni. Sono quindi calcolati i valori dei periodi di ritorno corrispondenti alle probabilità di superamento per i quattro stati limite previsti dalle NTC 2018. I dati in uscita in questa fase rappresentano una selezione effettuata sui dati ottenuti nella fase precedente in corrispondenza dei valori previsti per il periodo di ritorno dei quattro stati limite considerati.

Codice	Titolo	Pag. 16 di 38
RGT	RELAZIONE GEOTECNICA	

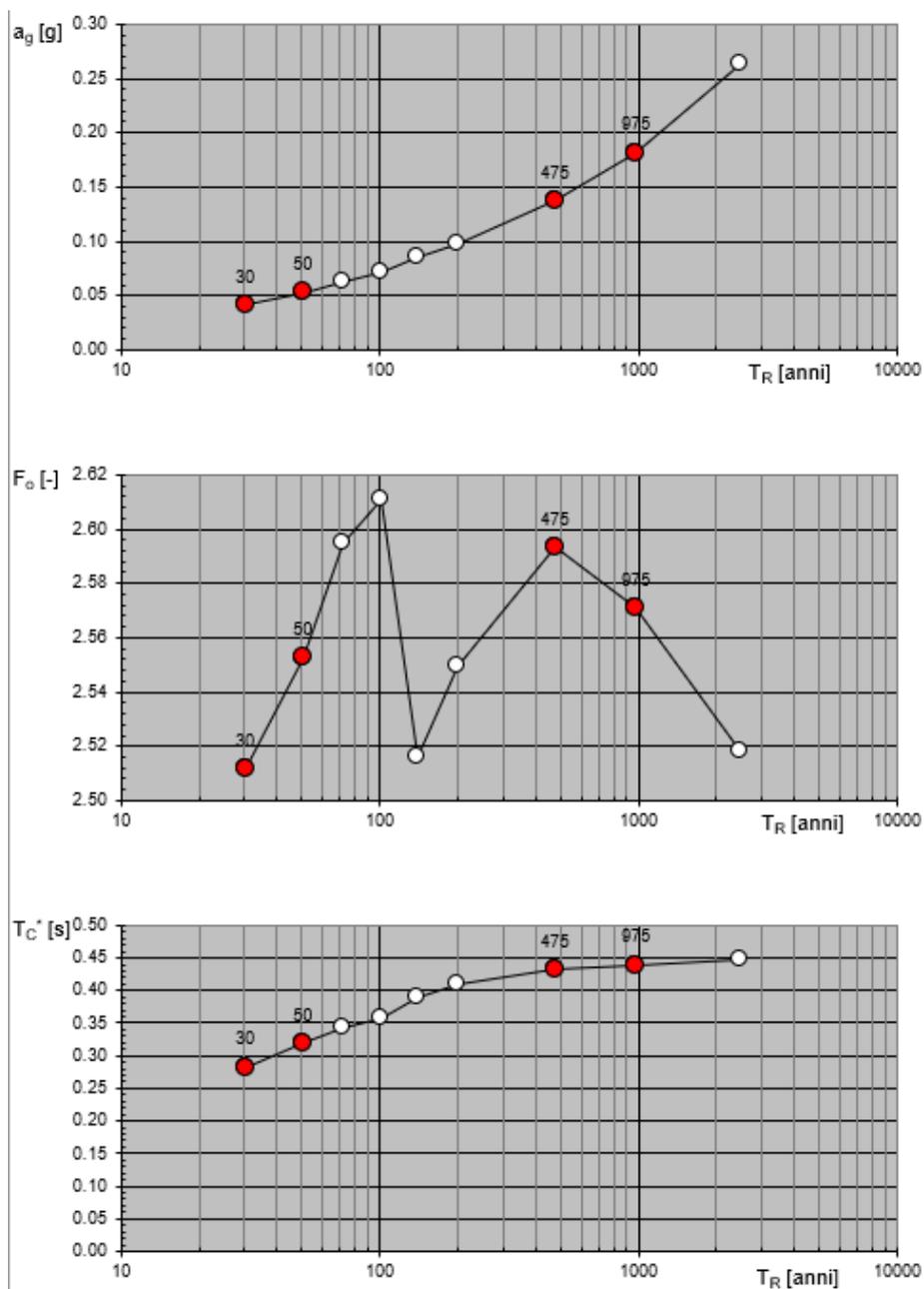


Fig. 5.9 Variabilità parametri sismici con periodo di ritorno

Codice	Titolo	Pag. 17 di 38
RGT	RELAZIONE GEOTECNICA	

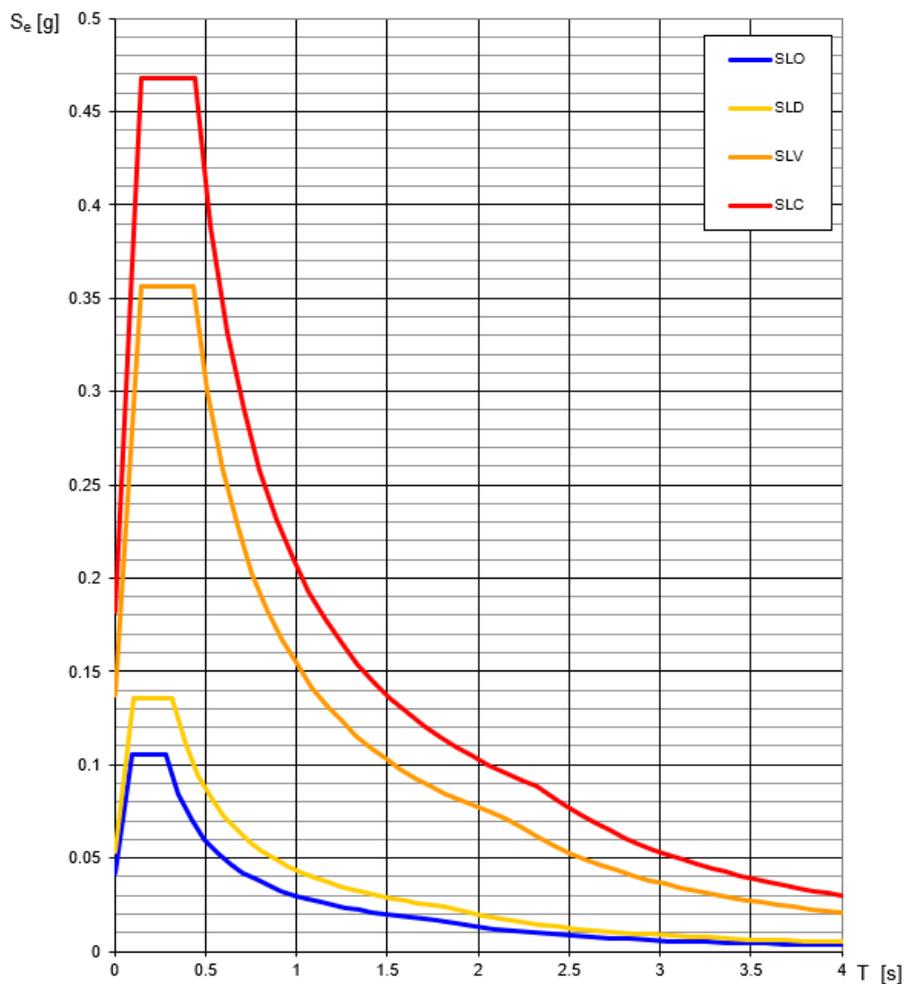


Fig. 5.10 Spettri di risposta elastici su diversi Stati Limite

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	30	0.042	2.512	0.283
SLD	50	0.053	2.553	0.320
SLV	475	0.137	2.593	0.432
SLC	975	0.182	2.571	0.440

Tab. 5.2 Valori dei parametri sismici per ciascuno Stato Limite

Codice	Titolo	Pag. 18 di 38
RGT	RELAZIONE GEOTECNICA	

6 SINTESI DELLE RISULTANZE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE

6.1 Risultati indagine sismica con tecnica MASW

Al fine di calcolare il valore di velocità delle onde di taglio (S) fino alla profondità a cui stazione il bedrock roccioso o un suolo molto rigido ($V_{s,eq}$) e determinare la classe di appartenenza del suolo di fondazione, secondo quanto è richiesto dalle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni DM 17/1/2018 (G.U. 20 febbraio 2018, n.45 – s.o. n.8), sono stati eseguiti n. 2 profili MASW, **MASW 01** e **MASW 02**, la cui ubicazione è mostrata nella **Tavola 01**.

La tecnica utilizzata consente una stima accurata dell'andamento delle velocità di propagazione delle onde S nel sottosuolo; ciò avviene registrando semplicemente il rumore di fondo ed elaborando il segnale con un opportuno software.

A rigore, quella che è misurata è la velocità delle onde superficiali (Onde di Rayleigh), ma essa è praticamente uguale alla velocità delle Onde S (95 ÷ 97%). È così possibile definire, con un'approssimazione valutabile tra il 5% e il 15%, il profilo " $V_{s,eq}$ ".

Per il caso in esame, la strumentazione utilizzata è consistita in 24 geofoni verticali a 4.5Hz, in un sismografo a 24 canali della "MAE" modello X610/S con acquisizione computerizzata dei dati, in corrispondenza di stendimenti lunghi 69 m e spaziatura intergeofonica di 3.0 m.

Nel seguito sono stati rappresentati, in tre grafici, le elaborazioni dei dati acquisiti con il metodo MASW e il sismogramma medio di tutte le interazioni, degli stendimenti svolti.

Il primo grafico, a partire dallo spettro P-F, mette in relazione le frequenze contenute nel segnale registrato con il reciproco della velocità di fase e il rapporto spettrale: permette di riconoscere l'energia delle Onde di Rayleigh e fissare i punti che rappresentano l'andamento della curva di dispersione, funzione della distribuzione della velocità negli strati del sottosuolo.

Nel grafico successivo, invece, è riportata la curva calcolata tramite l'inversione di un modello di sottosuolo, ottenuto per "aggiustamenti" successivi da un modello iniziale, cercando ovviamente di trovare la migliore corrispondenza con i punti prima individuati.

Il grafico successivo riporta il modello del sottosuolo in termini di strati con diversa velocità di propagazione delle Onde S.

Basandosi sulle indagini sismiche svolte è stato calcolato il valore del $V_{s,eq}$, mediante la metodologia MASW ed è stato possibile individuare il bedrock sismico alla profondità di 20.7÷22.68 m nel caso MASW.01, quindi nella zona sud; mentre per il caso MASW.02, nella zona più a nord, non è stato possibile individuare il bedrock sismico, pertanto il calcolo del $V_{s,eq}$ si è ricondotto al calcolo del vecchio $V_{s,30}$, cioè fino alla profondità di 30 metri di investigazione.

Nelle tabelle seguenti il calcolo dei $V_{s,eq}$ e dei $V_{s,30}$.

Codice	Titolo	Pag. 19 di 38
RGT	RELAZIONE GEOTECNICA	

Strati	Litotipo	Spessore strato (m)	Velocità onda S misurata in sito (m/s)	Rapporto spessore velocità	Tempi parziali in secondi (onda S misurata)
h ₁	STRATO 1	1.6	218.00	h ₁ /V ₁	0.007
h ₂	STRATO 2	2.2	331.00	h ₂ /V ₂	0.007
h ₃	STRATO 3	3.1	490.00	h ₂ /V ₃	0.006
h ₄	STRATO 4	4.6	705.00	h ₂ /V ₄	0.007
h ₅	STRATO 5	9.2	739.00	h ₂ /V ₅	0.012
H		20.7		Σ hi/Vi	0.039

$$V_{s,eq} \text{ (misurata)} = \text{ m/s } \quad \mathbf{527}$$

Tab. 6.1 stima del Vs,eq - MASW 01 – scoppio 1

Strati	Litotipo	Spessore strato (m)	Velocità onda S misurata in sito (m/s)	Rapporto spessore velocità	Tempi parziali in secondi (onda S misurata)
h ₁	STRATO 1	1.00	227.00	h ₁ /V ₁	0.004
h ₂	STRATO 2	1.60	266.00	h ₂ /V ₂	0.006
h ₃	STRATO 3	3.50	427.00	h ₂ /V ₃	0.008
h ₄	STRATO 4	5.62	612.00	h ₂ /V ₄	0.009
h ₅	STRATO 5	10.96	662.00	h ₂ /V ₅	0.017
H		22.68		Σ hi/Vi	0.044

$$V_{s,eq} \text{ (misurata)} = \text{ m/s } \quad \mathbf{511}$$

Tab. 6.2 stima del Vs,eq - MASW 01 – scoppio 2

Dalle elaborazioni MASW.01 in andata e ritorno sono stati calcolati rispettivamente $V_{s,eq} = 527 \text{ m/s}$ e $V_{s,eq} = 511 \text{ m/s}$, da cui ne consegue che il suolo di fondazione rientra nella categoria "B" (vedi Tab. 6.5).

Codice	Titolo	Pag. 20 di 38
RGT	RELAZIONE GEOTECNICA	

Strati	Litotipo	Spessore strato (m)	Velocità onda S misurata in sito (m/s)	Rapporto spessore velocità	Tempi parziali in secondi (onda S misurata)
h ₁	STRATO 1	1.6	249.00	h ₁ /V ₁	0.006
h ₂	STRATO 2	2.2	331.00	h ₂ /V ₂	0.007
h ₃	STRATO 3	3.2	467.00	h ₂ /V ₃	0.007
h ₄	STRATO 4	8.2	505.00	h ₂ /V ₄	0.016
h ₅	STRATO 5	7.5	547.00	h ₂ /V ₅	0.014
h ₆	STRATO 6	7.4	685.00	h ₂ /V ₆	0.011
H		30		Σ hi/Vi	0.061

$V_{s,eq} (misurata) = V_{s,30}$	m/s	496
----------------------------------	------------	------------

Tab. 6.3 stima del Vs,30 - MASW 02 – scoppio 1

Strati	Litotipo	Spessore strato (m)	Velocità onda S misurata in sito (m/s)	Rapporto spessore velocità	Tempi parziali in secondi (onda S misurata)
h ₁	STRATO 1	1.3	197.00	h ₁ /V ₁	0.007
h ₂	STRATO 2	2.0	333.00	h ₂ /V ₂	0.006
h ₃	STRATO 3	3.1	438.00	h ₂ /V ₃	0.007
h ₄	STRATO 4	4.9	492.00	h ₂ /V ₄	0.010
h ₅	STRATO 5	11.2	523.00	h ₂ /V ₅	0.021
h ₆	STRATO 6	7.4	672.00	h ₂ /V ₆	0.011
H		30		Σ hi/Vi	0.062

$V_{s,eq} (misurata) = V_{s,30}$	m/s	482
----------------------------------	------------	------------

Tab. 6.4 stima del Vs,30 - MASW 02 – scoppio 2

Dalle elaborazioni MASW.02 in andata e ritorno sono stati calcolati rispettivamente **Vs,30= 496 m/s** e **Vs,30= 482 m/s**, da cui ne consegue che il suolo di fondazione rientra nella categoria “**B**” (vedi Tab. 6.5).

Codice	Titolo	Pag. 21 di 38
RGT	RELAZIONE GEOTECNICA	

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

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

Tab. 6.5 Categorie di sottosuolo definite dalle NTC 2018

Nelle pagine seguenti sono riportati i grafici rappresentativi delle indagini MASW svolte.

Codice	Titolo	Pag. 22 di 38
RGT	RELAZIONE GEOTECNICA	

Fig. 6.1 Sismogramma medio – MASW.01 – SCOPPIO 1

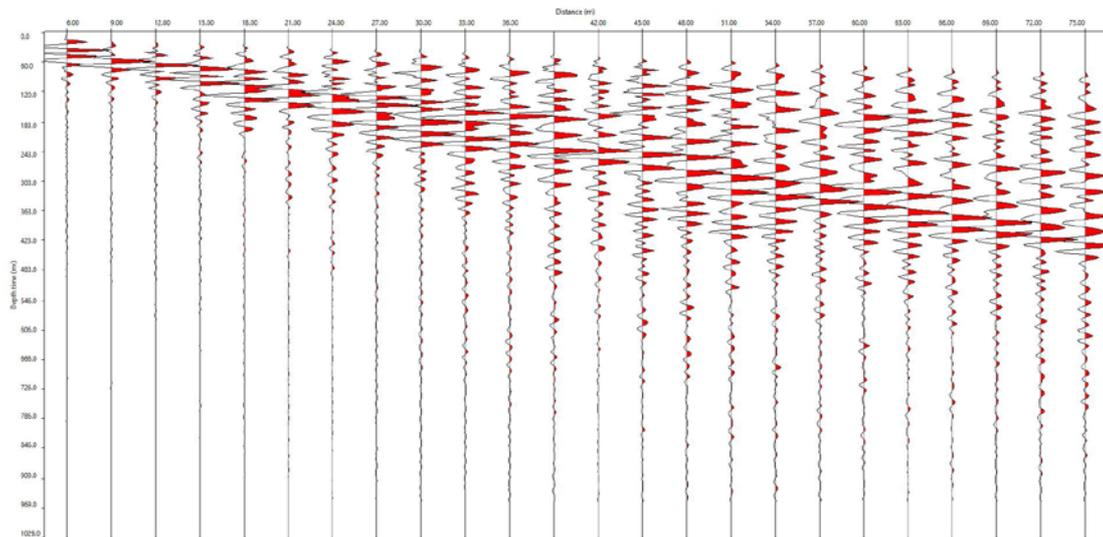
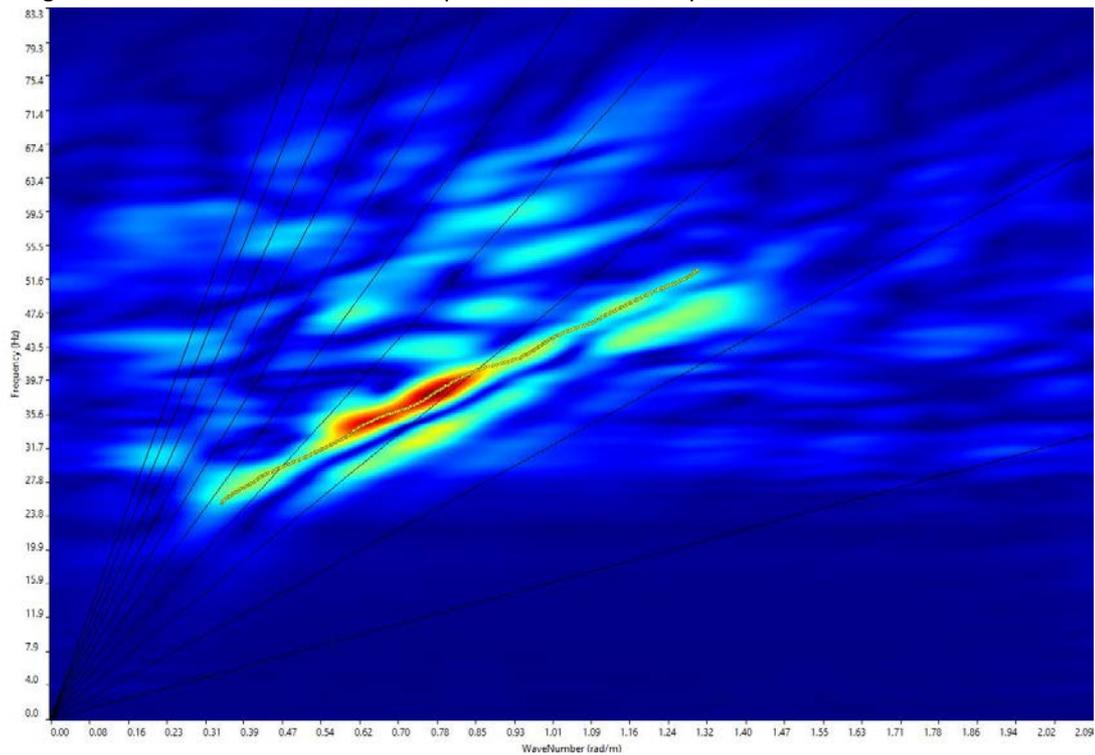


Fig. 6.2 Grafico P-F con individuazione punti della curva di dispersione – MASW.01 – SCOPPIO 1



Codice	Titolo	Pag. 23 di 38
RGT	RELAZIONE GEOTECNICA	

Fig. 6.3 curva di dispersione – MASW.01 – SCOPPIO 1

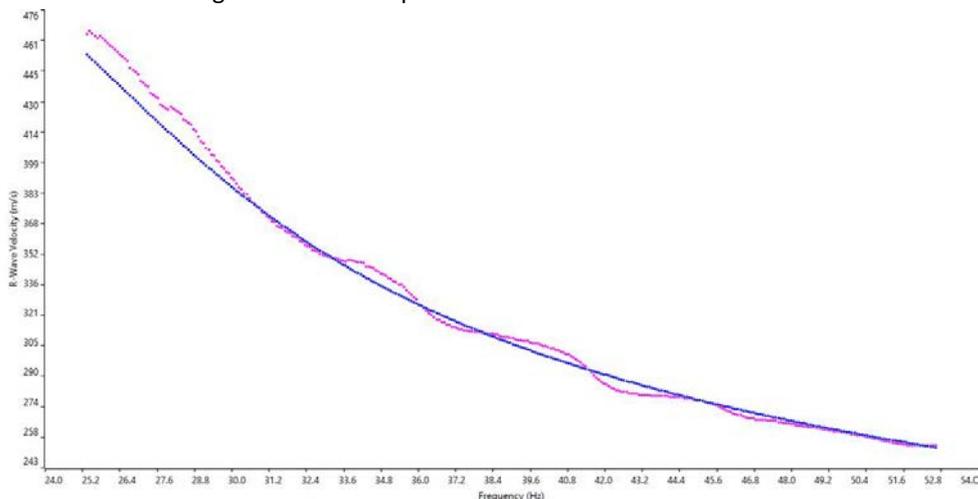
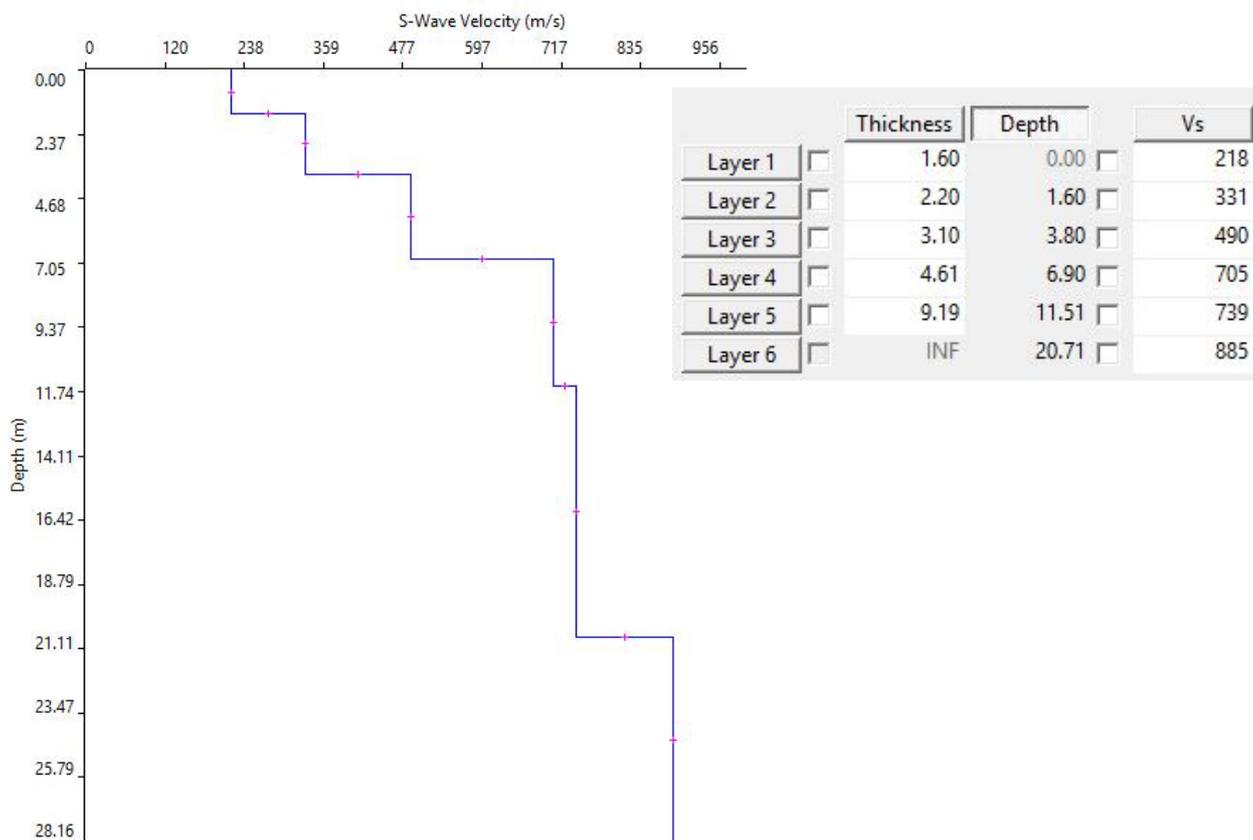


Fig. 6.4 Profilo Vs – MASW.01 – SCOPPIO 1



Codice	Titolo	Pag. 24 di 38
RGT	RELAZIONE GEOTECNICA	

Fig. 6.5 Sismogramma medio – MASW.01 – SCOPPIO 2

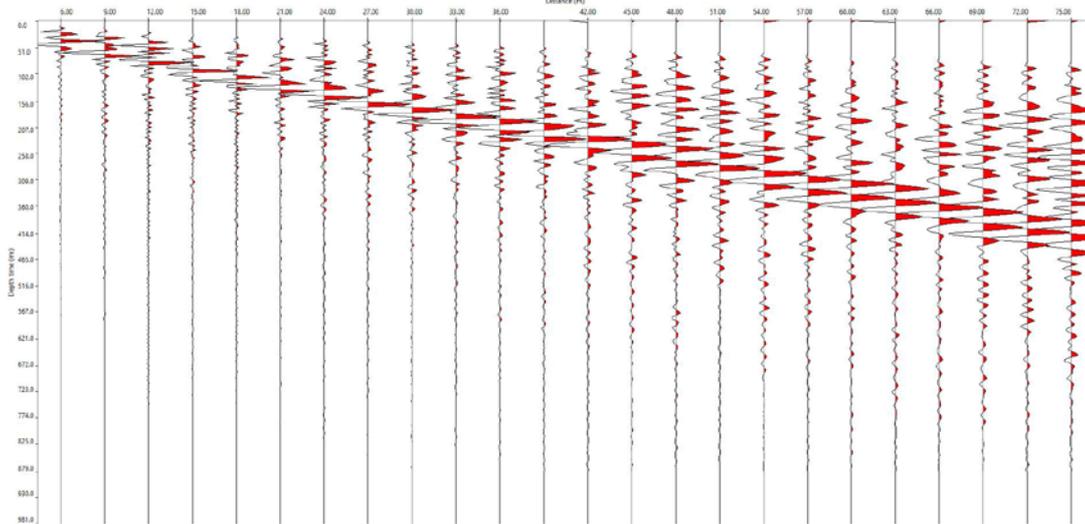
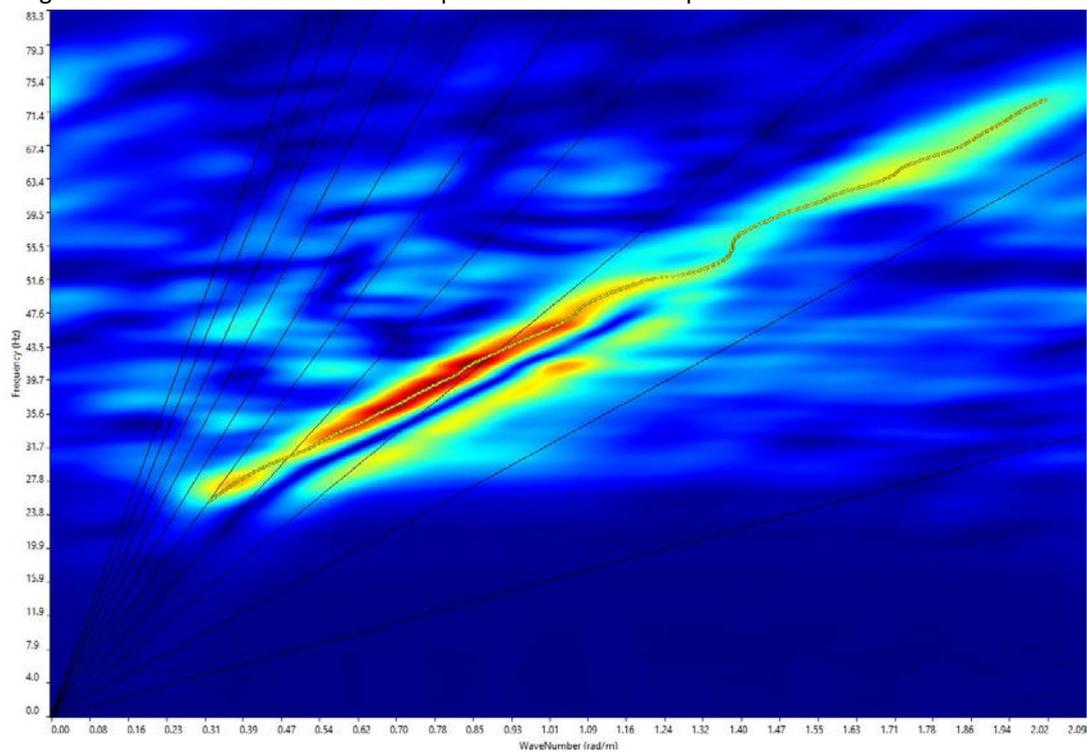


Fig. 6.6 Grafico P-F con individuazione punti della curva di dispersione – MASW.01 – SCOPPIO 2



Codice	Titolo	Pag. 25 di 38
RGT	RELAZIONE GEOTECNICA	

Fig. 6.7 curva di dispersione – MASW.01 – SCOPPIO 2

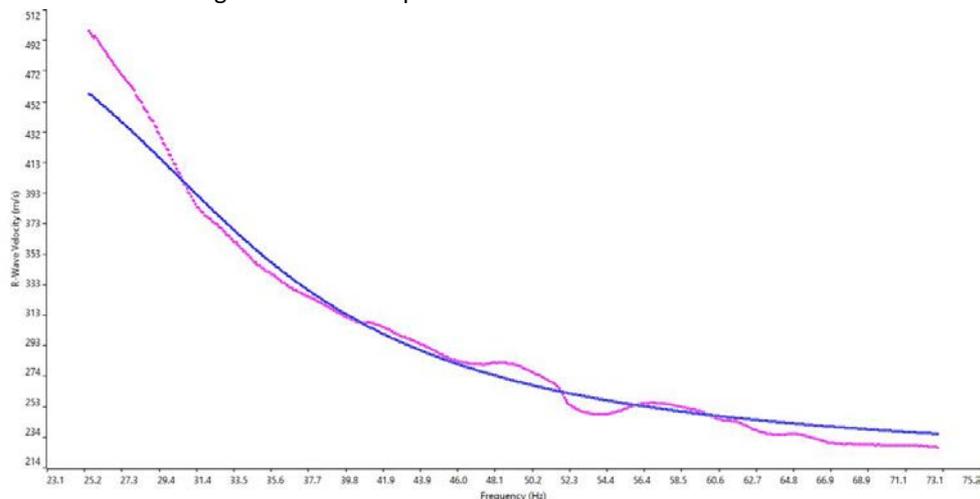
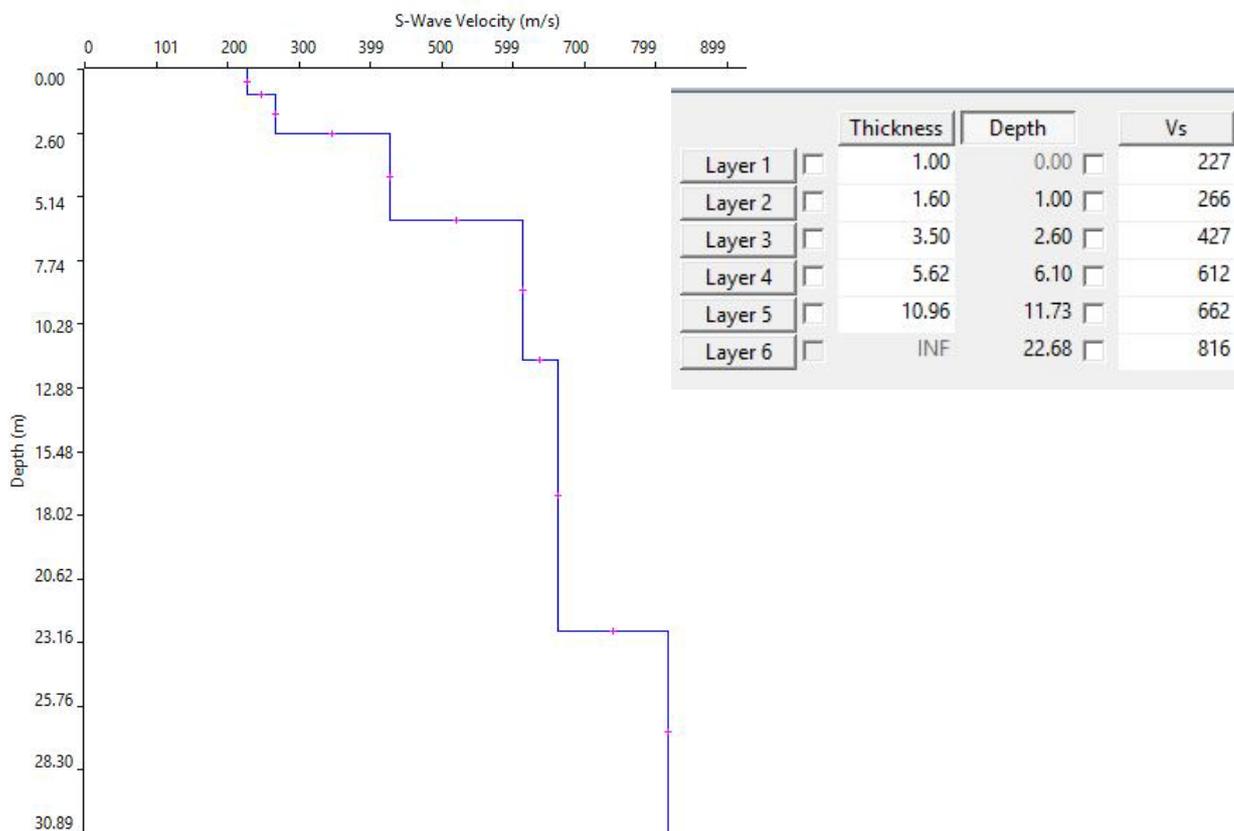


Fig. 6.8 Profilo Vs – MASW.01 – SCOPPIO 2



Codice	Titolo	Pag. 26 di 38
RGT	RELAZIONE GEOTECNICA	

Fig. 6.9 Sismogramma medio – MASW.02 – SCOPPIO 1

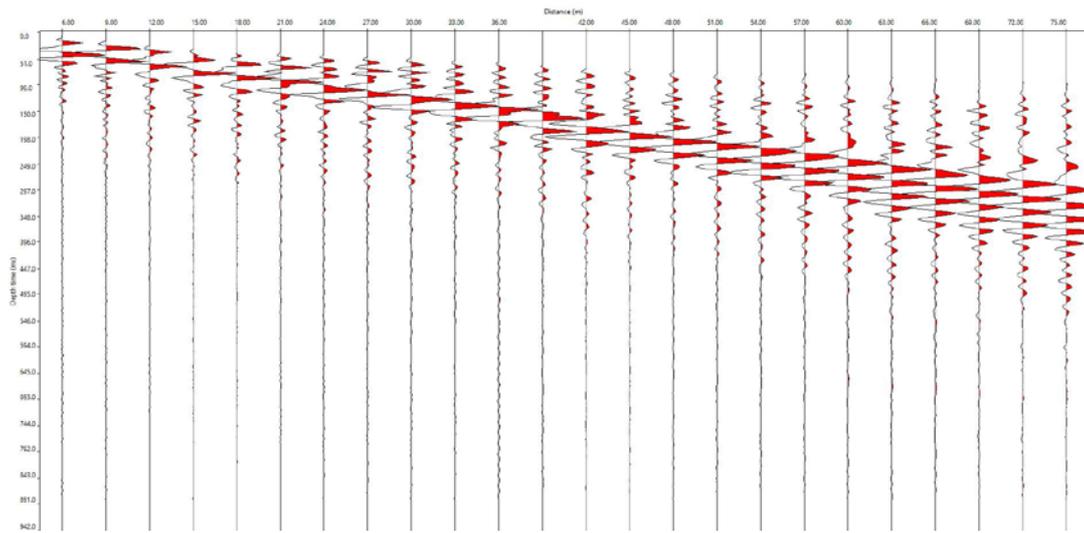
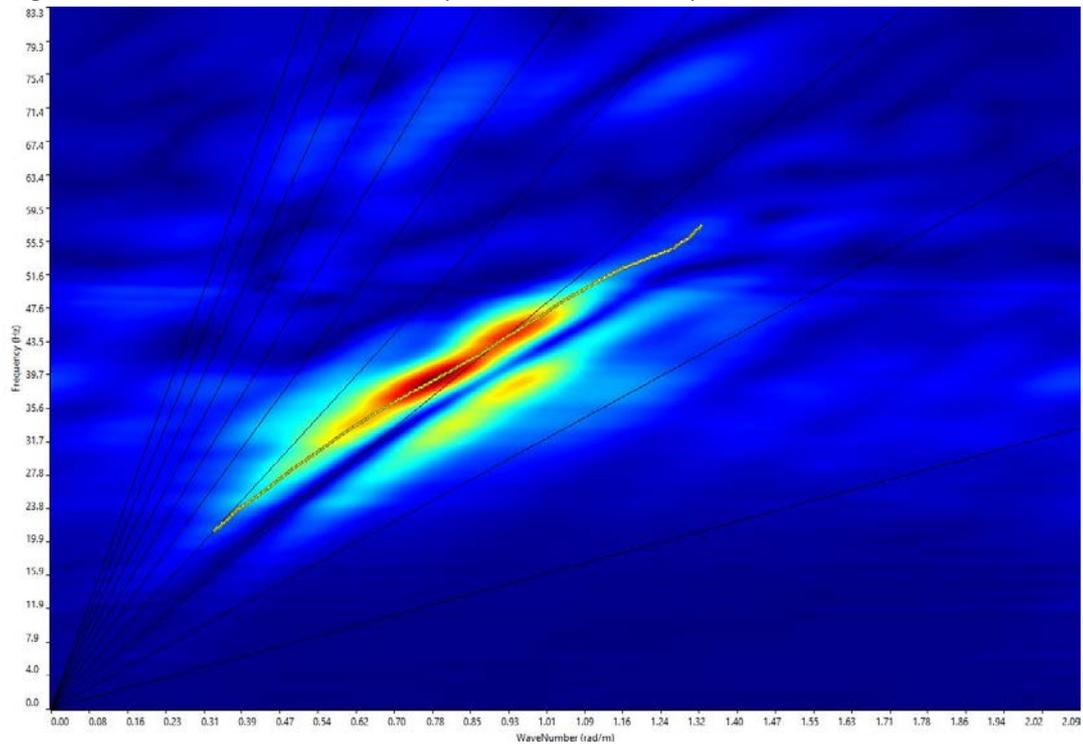


Fig. 6.10 Grafico P-F con individuazione punti della curva di dispersione – MASW.02 – SCOPPIO 1



Codice	Titolo	Pag. 27 di 38
RGT	RELAZIONE GEOTECNICA	

Fig. 6.11 curva di dispersione – MASW.02 – SCOPPIO 1

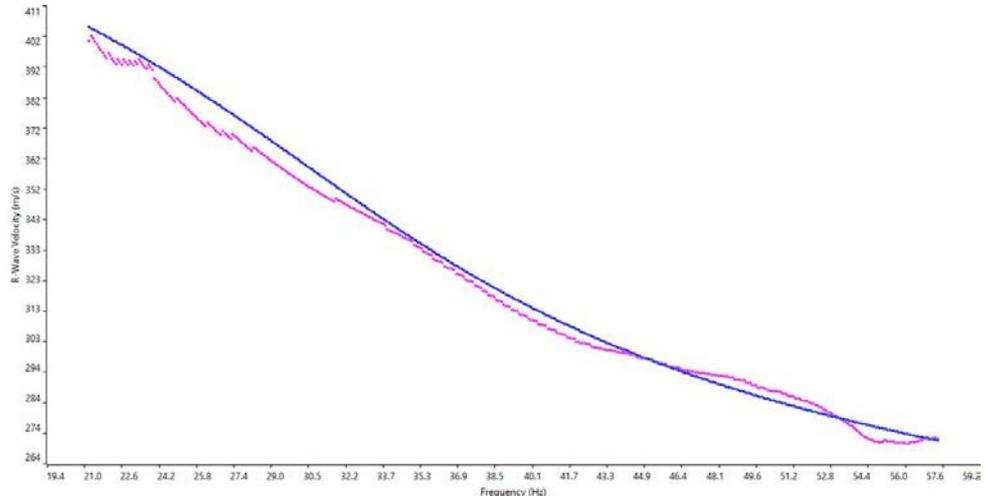
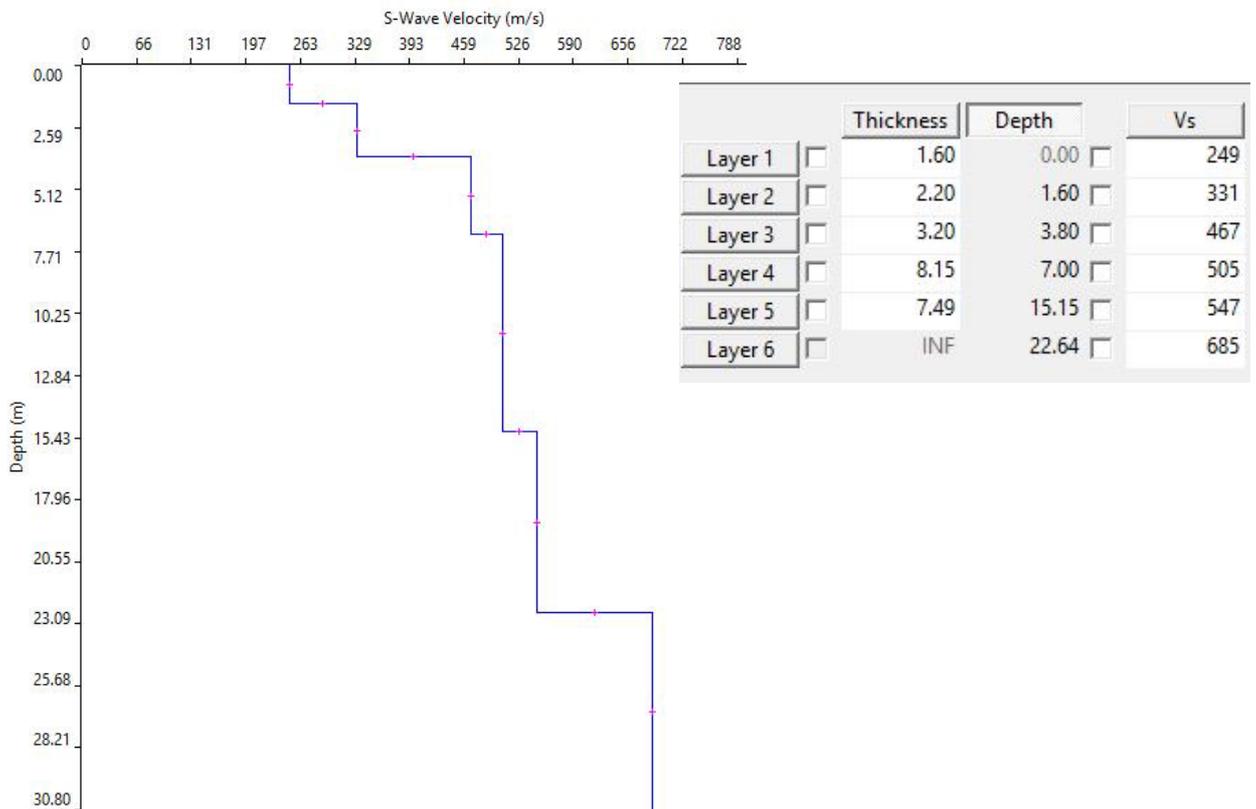


Fig. 6.12 Profilo Vs – MASW.02 – SCOPPIO 1



Codice	Titolo	Pag. 28 di 38
RGT	RELAZIONE GEOTECNICA	

Fig. 6.13 Sismogramma medio – MASW.02 – SCOPPIO 2

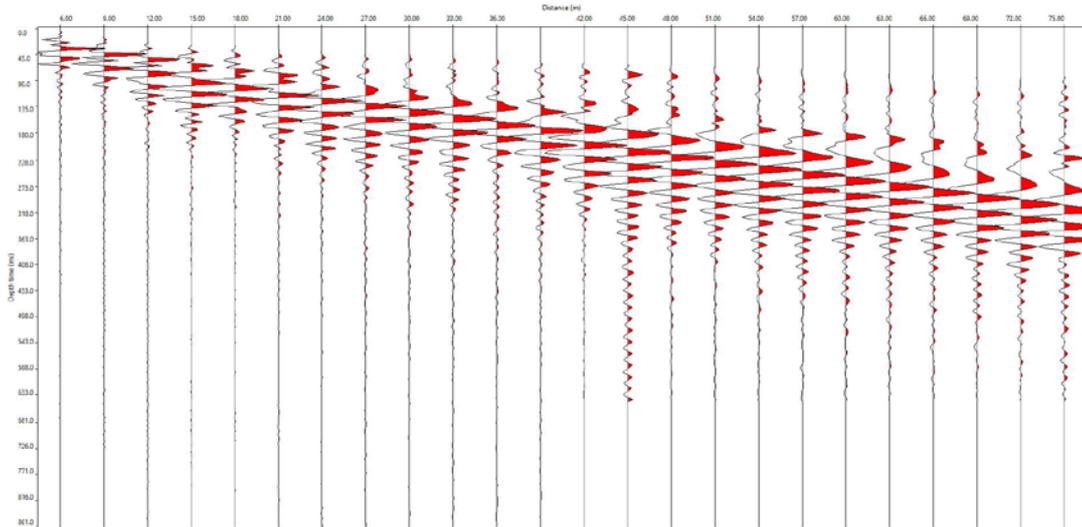
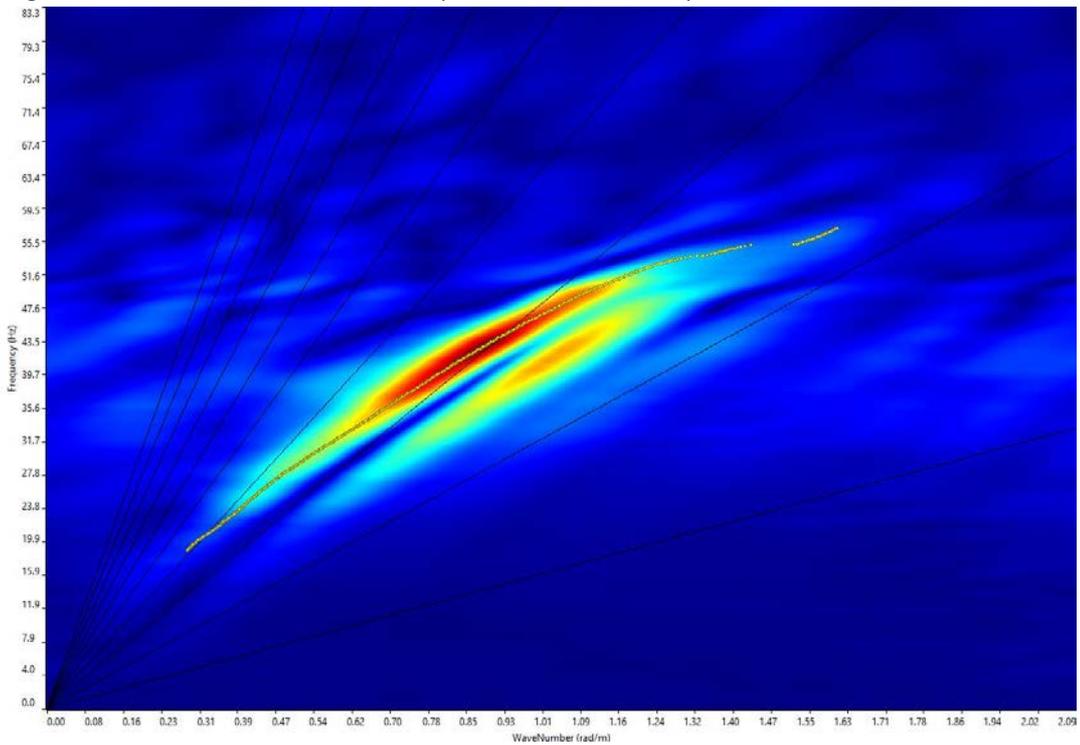


Fig. 6.14 Grafico P-F con individuazione punti della curva di dispersione – MASW.02 – SCOPPIO 2



Codice	Titolo	Pag. 29 di 38
RGT	RELAZIONE GEOTECNICA	

Fig. 6.15 curva di dispersione – MASW.02 – SCOPPIO 2

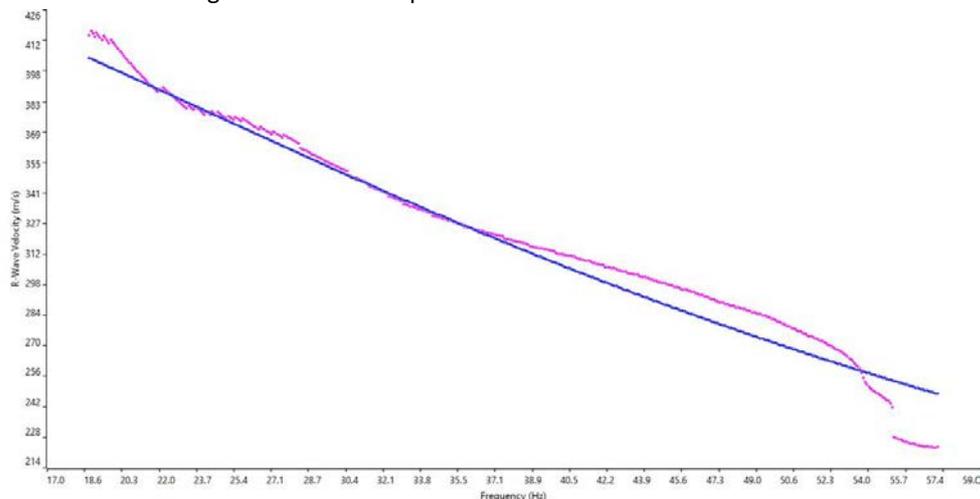
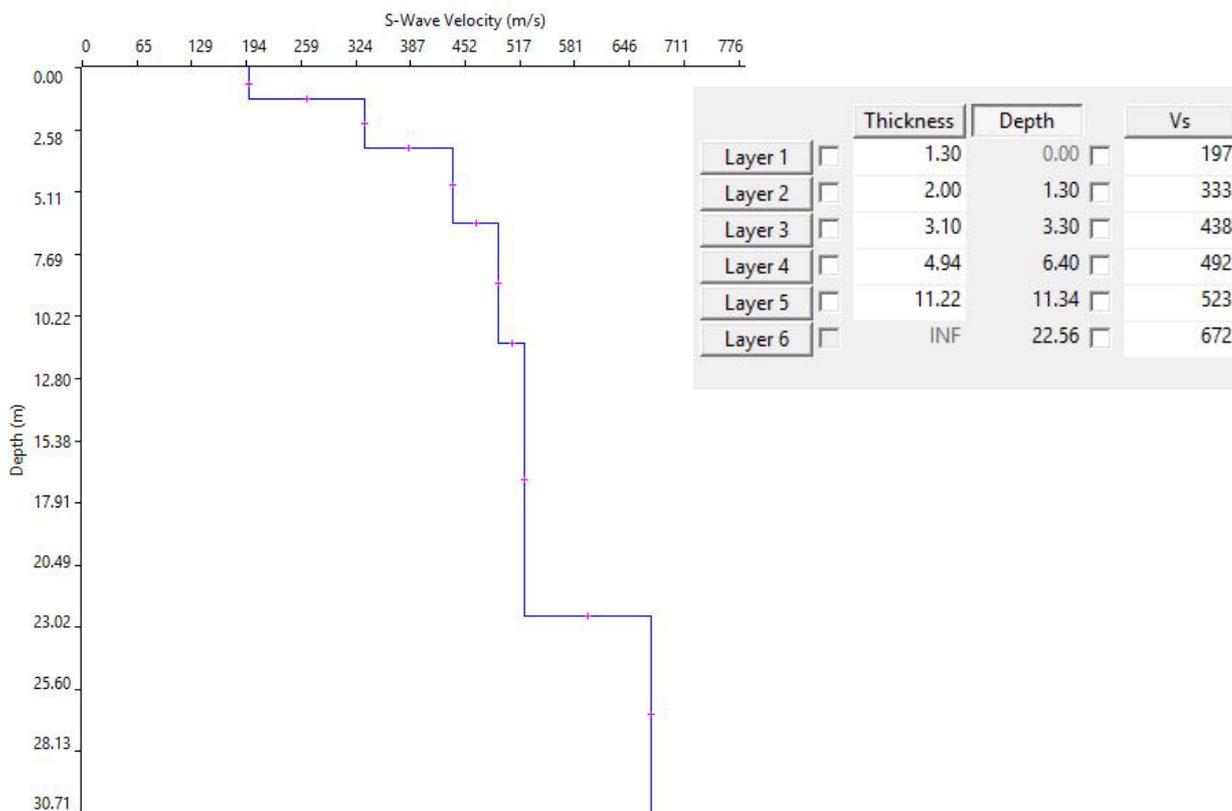


Fig. 6.16 Profilo Vs – MASW.02 – SCOPPIO 2



Codice	Titolo	Pag. 30 di 38
RGT	RELAZIONE GEOTECNICA	

6.2 Risultati delle prove penetrometriche dinamiche continue DPSH

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi δ) misurando il numero di colpi N necessari; sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di "catalogare e parametrizzare" il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica. La sonda penetrometrica permette, inoltre, di individuare con un buon grado di precisione lo spessore delle coltri dal 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, facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più efficaci e vantaggiosi economicamente per ricavare informazioni circa la natura litologica e la condizione geologica del sottosuolo, occorre correlare i risultati delle due prove, quella in foro (Standard Penetration Test) e quella eseguita a partire dalla superficie (Prova Penetrometrica Dinamica); ciò risulta possibile utilizzando la seguente equazione:

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

dove:

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

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

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

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

dove

M = peso massa battente;

M' = peso aste;

H = altezza di caduta;

A = area base punta conica;

δ = passo di avanzamento.

Codice	Titolo	Pag. 31 di 38
RGT	RELAZIONE GEOTECNICA	

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

Una vasta esperienza acquisita, unitamente ad una buona interpretazione e correlazione, permettono spesso di ottenere dati utili e alquanto attendibili ai fini della progettazione. In particolare tale metodologia 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 della resistenza alla punta.

Le prove DPSH eseguite, hanno consentito di caratterizzare il sottosuolo fino ad una profondità massima di 10 m (DPSH.01) e 8 m (DPSH.02), discretizzandolo in una serie di superfici a differente comportamento in funzione del numero di colpi misurati durante le fasi di avanzamento con un passo di 0.20m. I valori ottenuti del numero di colpi e dell'Rpd sono rappresentati in maniera grafica nelle pagine seguenti. Data la natura dei terreni presenti nelle zone in esame, sono stati considerati i parametri relativi a terreni sia coesivi che incoerenti.

In particolare sono state utilizzate le seguenti correlazioni per la determinazione dei parametri geotecnici:

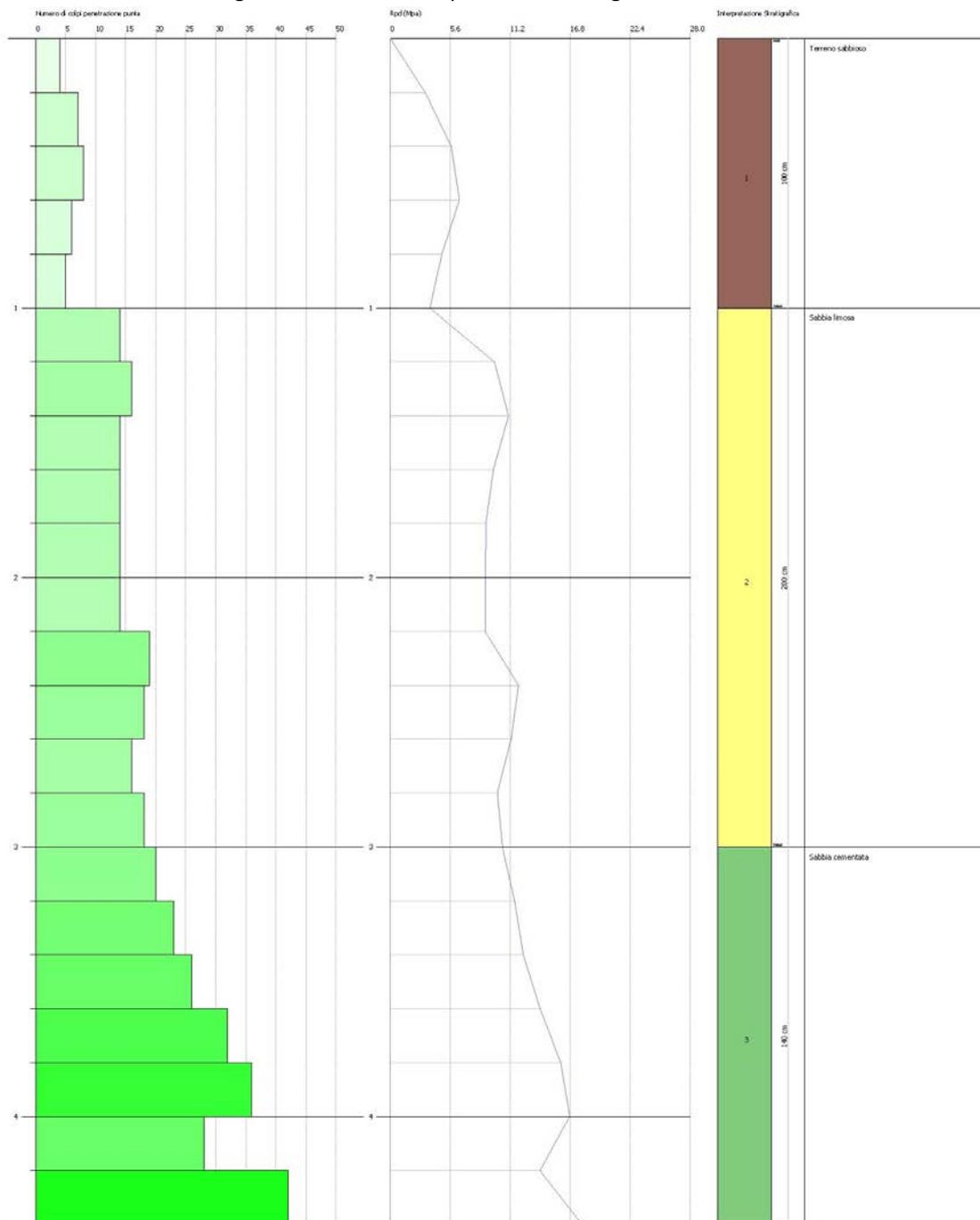
PARAMETRI GEOTECNICI	CORRELAZIONI
Densità relativa D_r (%)	<i>Meyerhof 1957</i>
Angolo di resistenza al taglio φ°	<i>De Mello</i>
Modulo di Young E_y (MPa)	<i>Bowles (1982)</i>
Modulo Edometrico E_{ed} (MPa)	<i>Menzenbach e Malcev</i>
Classificazione AGI	<i>Classificazione AGI</i>
Peso unità di volume γ (kN/m^3)	<i>Meyerhof ed altri</i>
Peso unità di volume saturo γ_s (kN/m^3)	<i>Terzaghi-Peck 1948-1967</i>
Modulo di Poisson σ	<i>(A.G.I.)</i>
Modulo di deformazione a taglio dinamico G (MPa)	<i>Ohsaki</i>
Modulo di reazione K_0	<i>Navfac 1971-1982</i>
Resistenza alla punta Q_c (MPa)	<i>Robertson 1983</i>

Tab. 6.6 Correlazioni empiriche utilizzate per l'elaborazione dei DPSH

L'ubicazione delle prove penetrometriche eseguite in situ è riportata nella **Tavola 01**.

Codice	Titolo	Pag. 32 di 38
RGT	RELAZIONE GEOTECNICA	

Fig. 6.17 Grafico di interpretazione stratigrafica – DPSH.01



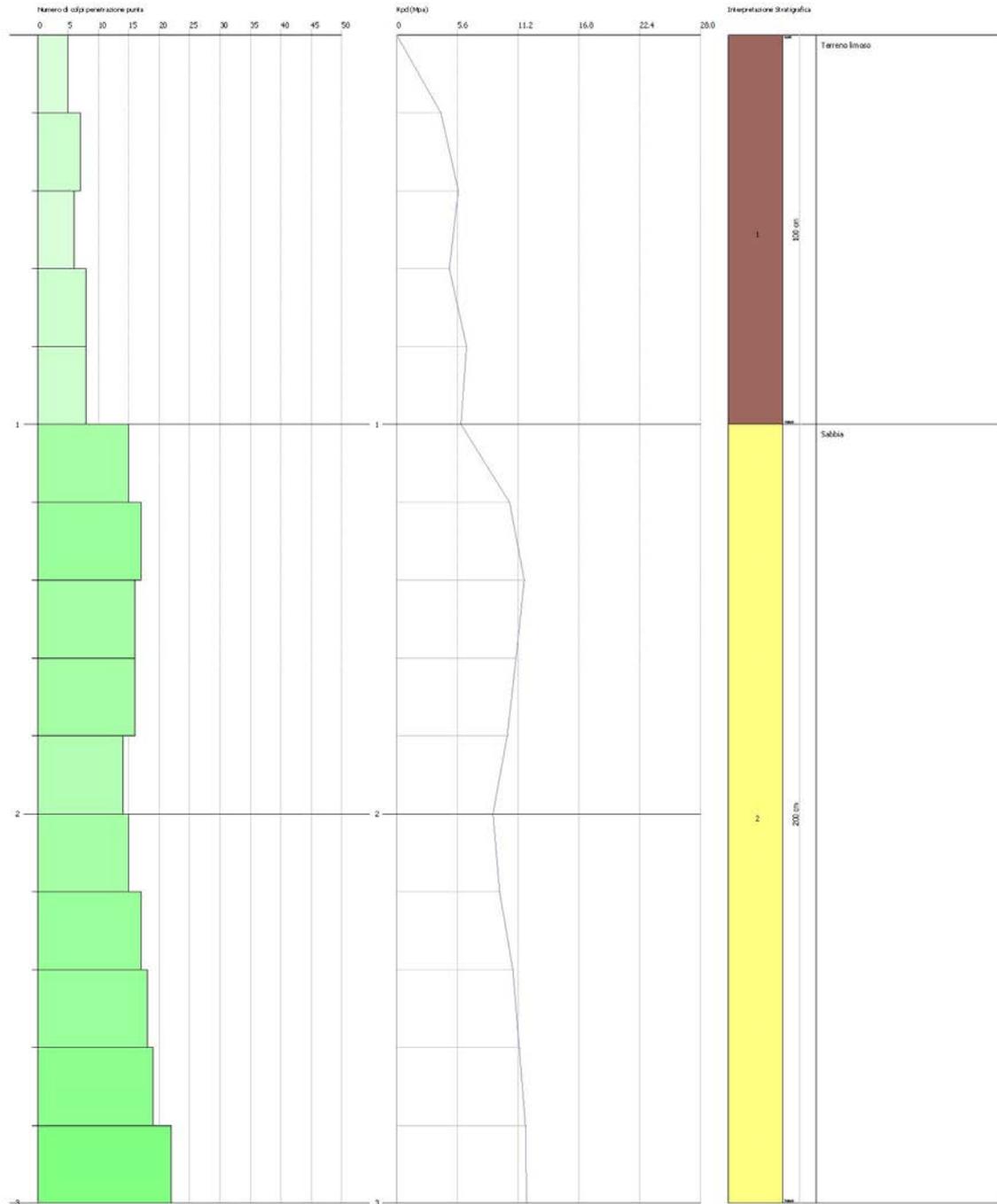
Codice	Titolo	Pag. 33 di 38
RGT	RELAZIONE GEOTECNICA	

Parametri geotecnici terreni incoerenti	Strato 1	Strato 2	Strato 3
<i>Denominazione litologica</i>	<i>Terreno sabbioso</i>	<i>Sabbia limosa</i>	<i>Sabbia compatta</i>
<i>Profondità (m da p.c.)</i>	<i>0.00÷1.00</i>	<i>1.00÷3.00</i>	<i>3.00÷4.40</i>
<i>Densità relativa Dr (%)</i>	<i>70.65</i>	<i>97.29</i>	<i>100</i>
<i>Angolo di resistenza al taglio φ°</i>	<i>37.83</i>	<i>45.08</i>	<i>49.24</i>
<i>Modulo di Young E_y (MPa)</i>	<i>8.17</i>	<i>18.93</i>	<i>29.16</i>
<i>Modulo Edometrico E_{ed} (MPa)</i>	<i>9.20</i>	<i>14.05</i>	<i>23.18</i>
<i>Classificazione AGI</i>	<i>Consistente</i>	<i>Moderatamente addensato</i>	<i>addensato</i>
<i>Peso unità di volume γ (kN/m³)</i>	<i>19.02</i>	<i>20.20</i>	<i>21.77</i>
<i>Peso unità di volume saturo γ_s (kN/m³)</i>	<i>20.89</i>	<i>19.61</i>	<i>20.89</i>
<i>Modulo di Poisson σ</i>	<i>0.34</i>	<i>0.31</i>	<i>0.27</i>
<i>Modulo di deformazione a taglio dinamico G (MPa)</i>	<i>50.39</i>	<i>124.49</i>	<i>225.74</i>
<i>Modulo di reazione K_0</i>	<i>1.89</i>	<i>4.66</i>	<i>7.44</i>
<i>Resistenza alla punta Q_c (MPa)</i>	<i>1.77</i>	<i>4.63</i>	<i>8.72</i>

Tab. 6.7 Stima dei parametri geotecnici desunti dall'elaborazione DPSH.01

Codice	Titolo	Pag. 34 di 38
RGT	RELAZIONE GEOTECNICA	

Fig. 6.18 Grafico di interpretazione stratigrafica – DPSH.02



Codice	Titolo	Pag. 35 di 38
RGT	RELAZIONE GEOTECNICA	

Parametri geotecnici terreni incoerenti	Strato 1	Strato 2
<i>Denominazione litologica</i>	<i>Terreno sabbioso</i>	<i>Limo sabbioso</i>
<i>Profondità (m da p.c.)</i>	<i>0.00÷1.00</i>	<i>1.00÷3.00</i>
Densità relativa D_r (%)	75.17	100
Angolo di resistenza al taglio φ°	38.93	45.71
Modulo di Young E_y (MPa)	9.54	19.82
Modulo Edometrico E_{ed} (MPa)	10.41	14.84
Classificazione AGI	<i>Consistente</i>	<i>Moderatamente addensato</i>
Peso unità di volume γ (kN/m ³)	19.32	20.40
Peso unità di volume saturo γ_s (kN/m ³)	21.28	19.71
Modulo di Poisson σ	0.33	0.30
Modulo di deformazione a taglio dinamico G (MPa)	56.72	133.44
Modulo di reazione K_0	2.15	4.94
<i>Resistenza alla punta Q_c (MPa)</i>	<i>2.01</i>	<i>4.99</i>

Tab. 6.8 Stima dei parametri geotecnici desunti dall'elaborazione DPSH.02

Codice	Titolo	Pag. 36 di 38
RGT	RELAZIONE GEOTECNICA	

7 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL SITO

L'area oggetto di studio è molto vasta, circa 50 ettari, che si sviluppano a nord del comune di Cerignola, in un territorio che presenta peculiari connotazioni geologiche e stratigrafiche, già riscontrate nello studio geologico della zona ed evidenziate dalle risultanze delle indagini eseguite in loco, come di seguito riassunte:

Come si evince dall'elaborazione delle prove penetrometriche dinamiche, il terreno di fondazione è costituito sostanzialmente da un primo strato sciolto formato per lo più da terreno vegetale ed uno strato sottostante caratterizzato da depositi sabbiosi mediamente consistenti.

Basandosi sull'indagine sismica eseguita, i valori di velocità delle onde sismiche di taglio hanno evidenziato nella zona a sud la presenza del bedrock sismico alla profondità di 20.7÷22.68 m; mentre nella zona più a nord non è stato possibile individuare il bedrock sismico, pertanto il calcolo del $V_{s,eq}$ si è ricondotto al calcolo del vecchio $V_{s,30}$, cioè fino alla profondità di 30 metri di investigazione. In ogni caso i valori del $V_{s,eq}$ sono risultati compresi tra 482 e 527 m/s, quindi classificando il suolo nella categoria "B".

Pertanto, lo studio geotecnico si baserà su un modello di sottosuolo costituito essenzialmente da un unico litotipo: *depositi sabbiosi mediamente consistenti*; le cui caratteristiche fisico-meccaniche sono desunte sulla base delle indagini effettuate in situ, sia dai dati ricavati dalla letteratura esistente.

Deposit *sabbiosi mediamente consistenti*

Angolo di resistenza al taglio φ°	29° ÷ 45°
Modulo di Young E_y (MPa)	10 ÷ 29
Modulo Edometrico E_{ed} (MPa)	9 ÷ 23
Peso unità di volume γ (kN/m ³)	19.0 ÷ 21.0
Peso unità di volume saturo γ_s (kN/m ³)	19.0 ÷ 21.0
Modulo di Poisson ν	0.27 ÷ 0.34
Modulo di deformazione a taglio dinamico G (MPa)	50 ÷ 225
Coesione c (kg/cm ²)	0.1 ÷ 1.0

Tab. 7.1 Tabella parametri geotecnici

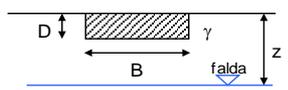
A titolo indicativo si riportano di seguito alcune considerazioni circa la capacità portante dei terreni oggetto di studio. Nelle analisi sono stati presi in riferimento i parametri geotecnici più bassi, a favore di sicurezza. Ad ogni modo, si lascia ai progettisti l'esatta calcolo anche in base alle esatte dimensioni delle opere strutturali.

Codice	Titolo	Pag. 37 di 38
RGT	RELAZIONE GEOTECNICA	

Calcolo della Capacità Portante di una fondazione superficiale

1 - Caratteristiche e tipologia fondale:

Base=	1.00	[m]	H =	0.00	[kg]	H parallelo	B
Lungh=	1.00	[m]	V =	0.00	[kg]	a L o B	
Profond=	1.00	[m]					
ecc _B =	0.00	[m]					
ecc _L =	0.00	[m]					
α =	0.00	[°]					



2 - Caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione:

γ =	1900.00	[kg / m ³]	Falda Z =	0	[m]
φ =	29	[°]			
δ =	19	[°]	Presenza della falda:	NO	
c =	0.10	[kg / cm ²]	Fattore di sicurezza =	2.3	
K _p =	2.882				
ca =	0.00	[kg / cm ²]			
β =	0.00	[°]			

3 - Metodo di calcolo proposto da **Terzaghi** (1943): Fond. Tipo: **Quadrata**

N _q =	19.981		Q =	95,736.70	[kg]	capacità portante
N _c =	34.242		Q _{ult} =	9.57	[kg / cm ²]	
N _γ =	23.260		Q _{amm} =	4.16	[kg / cm ²]	

4 - Metodo di calcolo proposto da **Meyerhof** (1963):

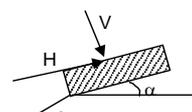
N _q =	16.443		Q =	124,859.50	[kg]	capacità portante
N _c =	27.860		Q _{ult} =	12.49	[kg / cm ²]	
N _γ =	13.237		Q _{amm} =	5.43	[kg / cm ²]	

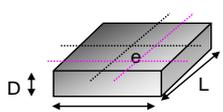
5 - Metodo di calcolo proposto da **Brinch - Hansen** :

N _q =	16.443		Q =	133,434.54	[kg]	capacità portante
N _c =	27.860		Q _{ult} =	13.34	[kg / cm ²]	
N _γ =	19.338		Q _{amm} =	5.80	[kg / cm ²]	

6 - Metodo di calcolo secondo l'**Eurocodice 7** (**Metodo EC7**):

N _q =	16.443		Q =	134,145.57	[kg]	capacità portante
N _c =	27.860		Q _{ult} =	13.41	[kg / cm ²]	
N _γ =	17.121		Q _{amm} =	5.83	[kg / cm ²]	





Tab. 7.2 Verifica preliminare di capacità portante

Codice	Titolo	Pag. 38 di 38
RGT	RELAZIONE GEOTECNICA	