

Studio tecnico Dr. Geologo **Igliore Bocci**
Via Ugo Foscolo, 27 – 58022 Follonica (GR)
0566 45465/43553 – email: i.bocci@alice.it

Comune: Follonica (GR)
Località: Via Fratti 1, Ex Florida

VARIANTE URBANISTICA AL PIANO DI RECUPERO EX FLORIDA

Relazione Geologico - Tecnica

Committente: Società il Sottomarino di Pagana Sgalli S. & C. snc

Dr. Geologo Igliore Bocci


A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Igliore Bocci". A circular blue stamp is positioned above the signature, containing the text "DEI GEOLOGI DELLA TOSCANA", "DOTT. GEOL.", "IGLIORE BOCCI", and "N° 208".

Collaboratore

Dr. Geologo Simone Fanti


A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Simone Fanti".

Follonica, 06 Ottobre 2021

INDICE:

1. PREMESSA.....	2
2. UBICAZIONE GEOGRAFICA DELL'AREA.....	2
3. MORFOLOGIA, GEOLOGIA E IDROGEOLOGIA DELL'AREA....	3
4. PERICOLOSITÀ DELL'AREA.....	5
5. STRATIGRAFIA E CARATTERISTICHE FISICO MECCANICHE .	6
6. SISMICITÀ DELL'AREA	7
7. FATTIBILITÀ E CONCLUSIONI.....	8
8. ALLEGATI A-B.....	10
9. ACQUISIZIONE DEI DATI	13
10. INTERPRETAZIONE DEI DATI.....	15
11. RISULTATI CONSEGUITSI	17

FIGURE:

FIGURA 1: COROGRAFIA (1:10.000)

FIGURA 2: SCHEMA GEOLOGICO (1:2.000)

FIGURA 3 CARTA DELLA PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA (R.U.) (1:10.000)

FIGURA 4: CARTA DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA (R.U.) (1:10.000)

FIGURA 5: CARTA DEL PGRA (non in scala)

FIGURA 6: MODELLO LITOLOGICO (scala 1:100)

FIGURA 7: IMMAGINE SATELLITARE

ALLEGATO A: SONDAGGI S1-S2

ALLEGATO B: INDAGINE SISMICA MASW

1. PREMESSA.

La presente relazione è stata commissionata dall'Arch. Fantini David per conto della società "Il Sottomarino di Pagana Sgalli S. & C. snc" per un progetto di variante urbanistica consistente nella realizzazione di un Gazebo su giardini privati con tipologia "pergolato" a servizio del ristorante "Il Sottomarino". Il sito in oggetto è ubicato a Follonica in Via Fratti numero 1 e fa parte del fabbricato denominato "Ex Florida" (figura 1).

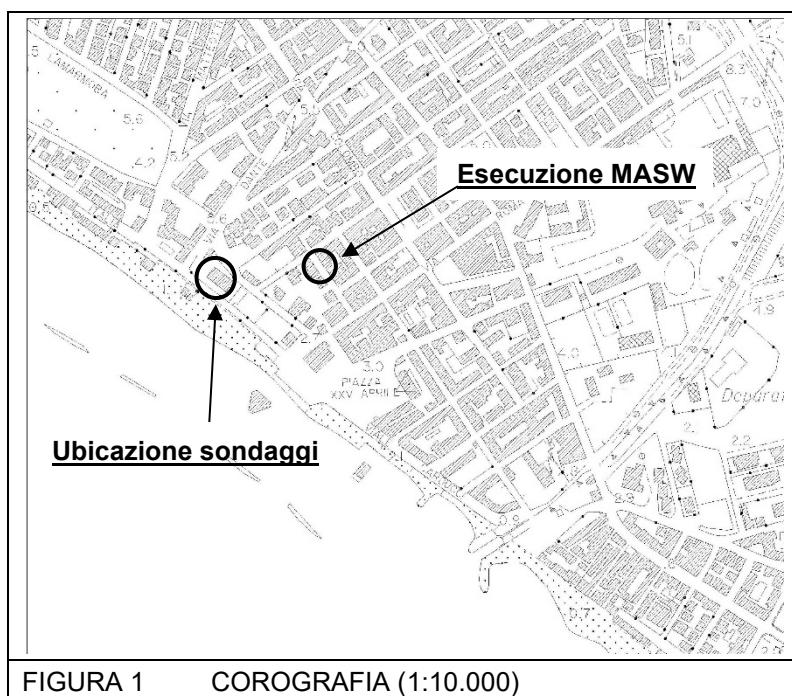
L'intervento che verrà eseguito sul manufatto ivi presente non altera né il volume e né la superficie del fabbricato. Per avere maggiori informazioni sul progetto si rimanda agli elaborati progettuali a firma del Progettista Arch. Fantini David.

Considerando che l'intervento non supera i 150 m³, questo ricade in classe di indagine 1. Inoltre per l'intervento della ricostruzione dell'ex Florida, fu eseguita una campagna di indagine geologica molto approfondita. Pertanto da parte dello scrivente è stato opportuno far riferimento a tali indagini. In particolare sono stati presi in considerazione due sondaggi spinti alla profondità di 20 metri e delle prove sismiche MASW già eseguite in prossimità del fabbricato quando lo stesso è stato realizzato (Figura 7).

Le indagini, pertanto, ben definiscono la nuova realizzazione (ovvero il gazebo a forma di pergolato). Tuttavia, per ragioni di completezza, si riporta di seguito gli aspetti geomorfologici, geologici, idrogeologici, geotecnici e sismici dell'area in oggetto, nonché le relative classificazioni di pericolosità geomorfologica ed idraulica, facendo riferimento al Regolamento Urbanistico del Comune di Follonica e al PGRA della Toscana.

2. UBICAZIONE GEOGRAFICA DELL'AREA.

L'area in esame ricade nel foglio 318060 della Carta Tecnica regionale, di cui si riporta un estratto nella Figura 1.



3. MORFOLOGIA, GEOLOGIA E IDROGEOLOGIA DELL'AREA.

Dal punto di vista morfologico, il sito è posto in prossimità della fascia costiera del golfo di Follonica ad una quota altimetrica di circa 3,0 metri s.l.m.

L'area si presenta praticamente pianeggiante e fortemente urbanizzata. Durante i sopralluoghi non sono state rilevate forme morfologiche di particolare rilevanza.

Dal punto di vista geologico il sito ricade nella zona di raccordo tra la duna e la spiaggia. La litologia in affioramento è rappresentata da sabbie di granulometria variabile da fine (duna) a granuli di media grandezza (depositi di spiaggia). In base a ciò è stato definito lo schema geologico di superficie riportato nella Figura 2.

Ciò è confermato dai sondaggi a carotaggio continuo, eseguiti durante la campagna geognostica precedente e riportati in allegato A. La parte più superficiale è costituita da materiale di riporto, cui seguono sabbie di granulometria variabile, più o meno limose e con vario grado di addensamento. Successivamente sono presenti livelli sabbioso-argillosi dovuti essenzialmente a depositi alluvionali ricoperti in seguito da sedimenti prevalentemente sabbiosi di costa e di duna.

In definitiva trasgressioni e regressioni avvenuti in tempi relativamente recenti hanno originato lito facies di argille, sabbie, limi e conglomerati, creando successioni stratigrafiche tipiche delle nostre zone costiere.

Dal punto di vista idrogeologico, i terreni in affioramento sono caratterizzati da un'elevata permeabilità per porosità che consente l'infiltrazione sia delle acque meteoriche e sia di quelle marine, dando origine, a causa della loro differenza di densità, ad un equilibrio in cui dell'acqua dolce galleggia su quella salata.

L'interfaccia fra i due liquidi a diversa densità non è una superficie ben definita, ma è costituita da una fascia di transizione dove la salinità aumenta dall'alto verso il basso. La geometria del sistema può subire variazioni a causa di vari fattori, sia naturali (precipitazioni meteoriche, variazioni del livello marino) e sia antropici (emungimenti).

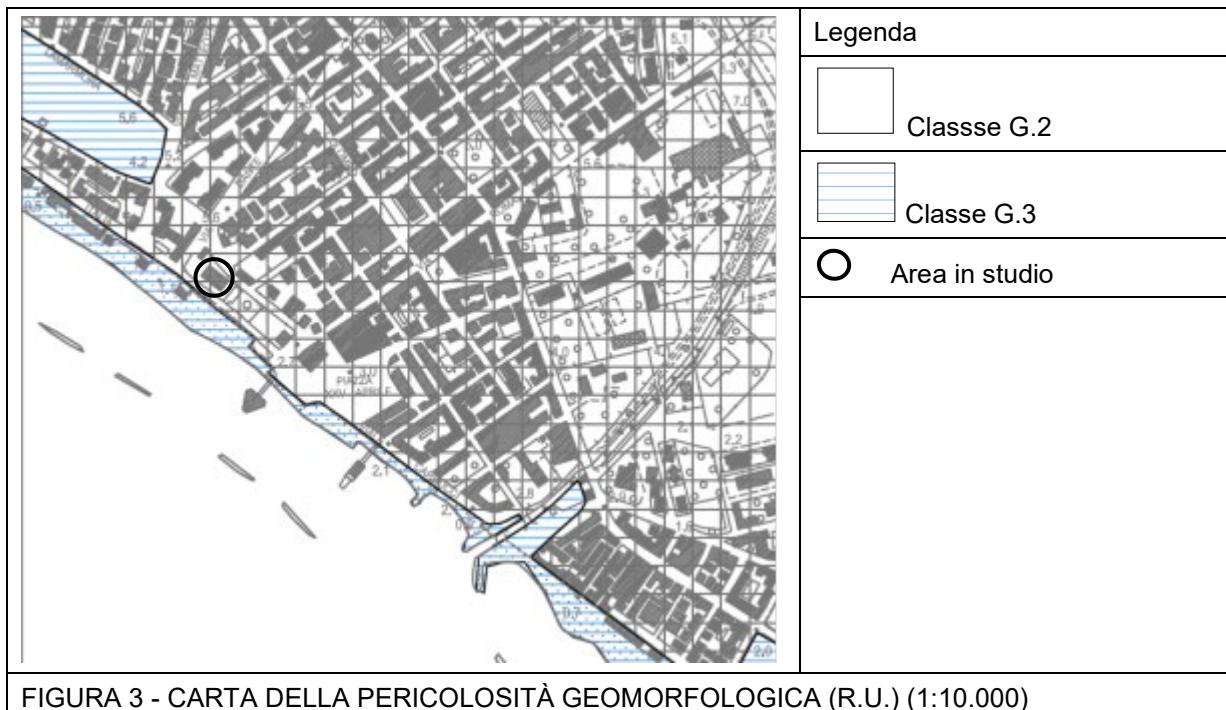
Il livello di falda coincide pressappoco con il livello del mare, come ha evidenziato la misura effettuata sul piezometro installato in occasione dell'indagine geognostica (livello di falda a circa 3-4 metri dal piano di campagna).



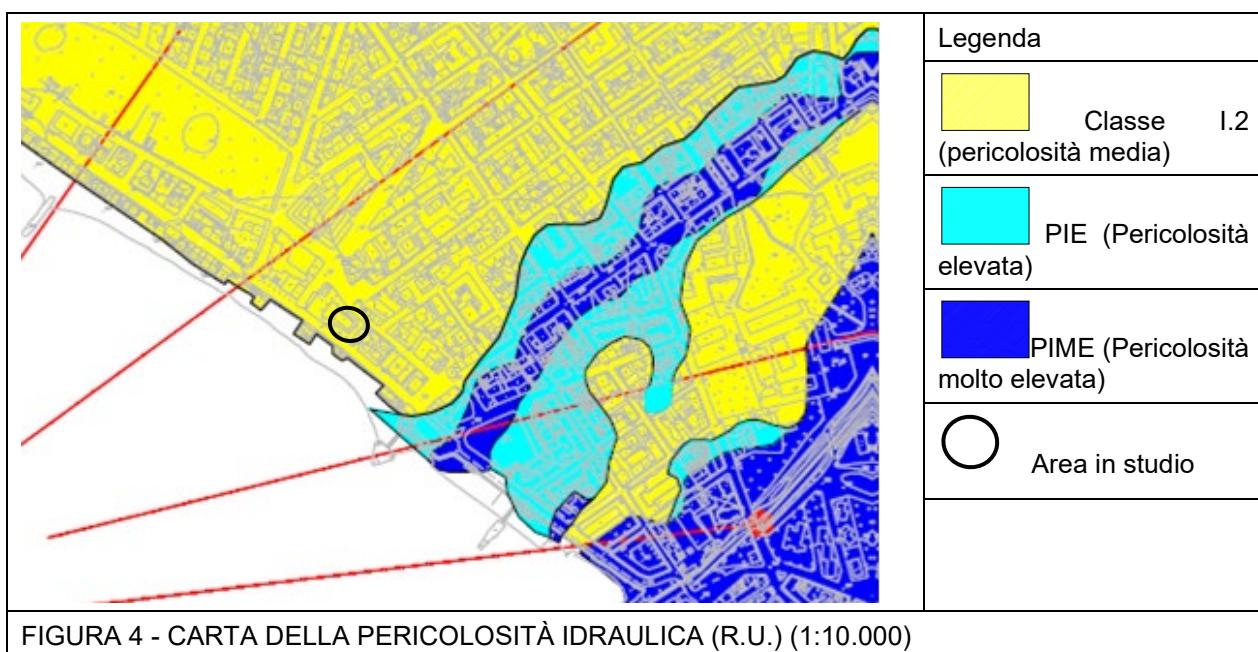
Come già stato detto, sempre per ragioni di completezza, vengono riportate le condizioni di pericolosità geomorfologiche ed idrauliche del sito, unitamente al PGRA.

4. PERICOLOSITÀ DELL'AREA.

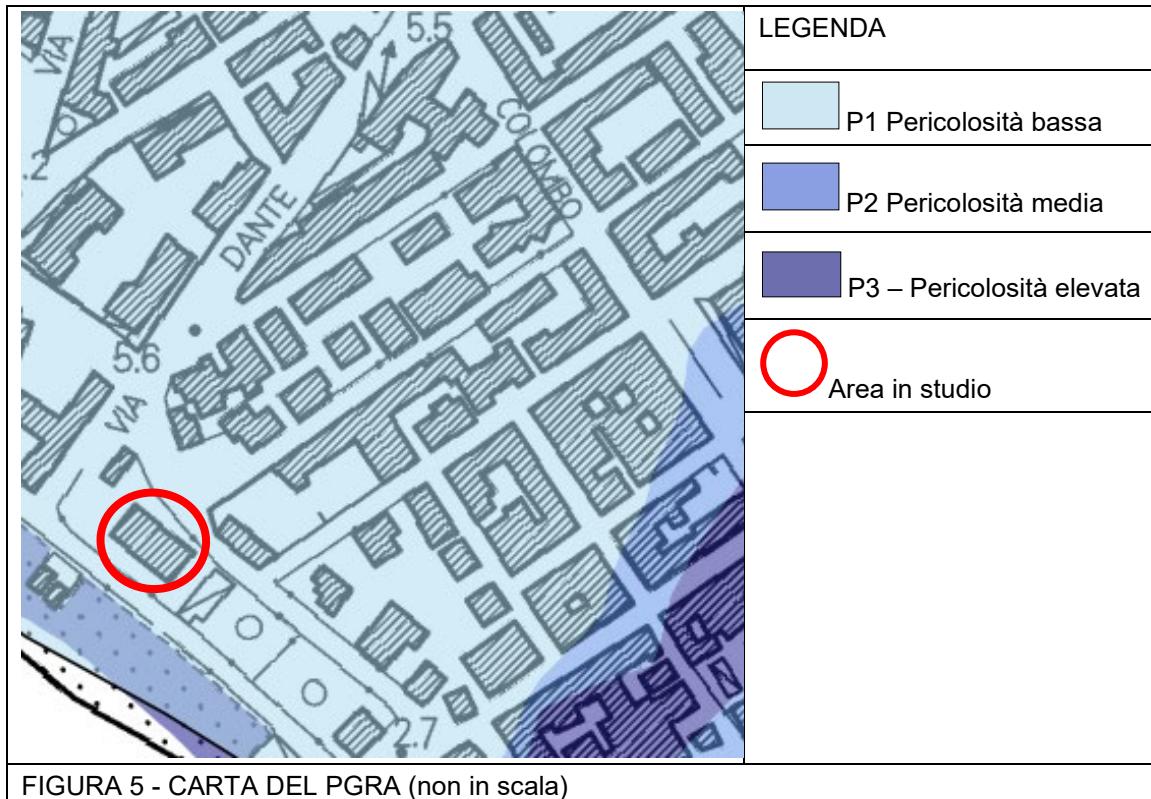
Per quanto riguarda la pericolosità geomorfologica, la relativa cartografia del Regolamento Urbanistico di cui se ne riporta uno stralcio in Figura 3, fa ricadere le aree urbanizzate in classe 2, ovvero pericolosità media.



Per quanto riguarda gli aspetti idraulici, in base alla cartografia del Regolamento Urbanistico, l'area in oggetto ricade nella Classe I.2 (media).



Sempre facendo riferimento alla pericolosità idraulica, in riferimento alla carta del PGRA di cui si riporta uno stralcio in figura 5, risulta che l'area in oggetto ricade in pericolosità idraulica P1 ovvero bassa.



5. STRATIGRAFIA E CARATTERISTICHE FISICO MECCANICHE

La caratterizzazione stratigrafica e la parametrizzazione geotecnica dei litotipi costituenti il sottosuolo del sito progettuale è stata effettuata in base a dei sondaggi S1-S2, ottenuti da una campagna geognostica realizzata per la progettazione del manufatto denominato "Ex Florida". L'ubicazione delle indagini è riportata in figura 2.

I sondaggi hanno evidenziato una stratigrafia, riportata di seguito, costituita essenzialmente da litotipi sabbiosi con livelletti limosi ed argillosi e talvolta ghiaiosi. Il livello più superficiale è costituito da terreno di riporto.

I grafici relativi alla stratigrafia sono riportati in allegato A.

STRATIGRAFIA SONDAGGIO			Peso di volume (t/m ³)	Angolo di Attrito (°)	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
da m	a m	Descrizione			
0,00	1,20	Terreno di riporto (materiale sabbioso limoso con ciottoli)	1,90	29	42
1,20	2,20	Sabbia sciolta	1,40	28	33
2,20	3,00	Sabbia mediamente addensata	1,90	32	60
3,00	4,20	Sabbia debolmente addensata	1,70	30	43
4,20	7,40	Sabbia mediamente addensata	1,95	32	65
7,40	8,20	Sabbia addensata	2,00	34	75

Come si evince dalla tabella sopra riportata, siamo in presenza di terreni prevalentemente frizionali, con una percentuale minima di limo ed argilla che dà a tali litologie una debole coesione, che per ragioni prudenziali, si considera nulla.

Una ricostruzione della stratigrafia del sito è riportata nel modello litologico di Figura 6.

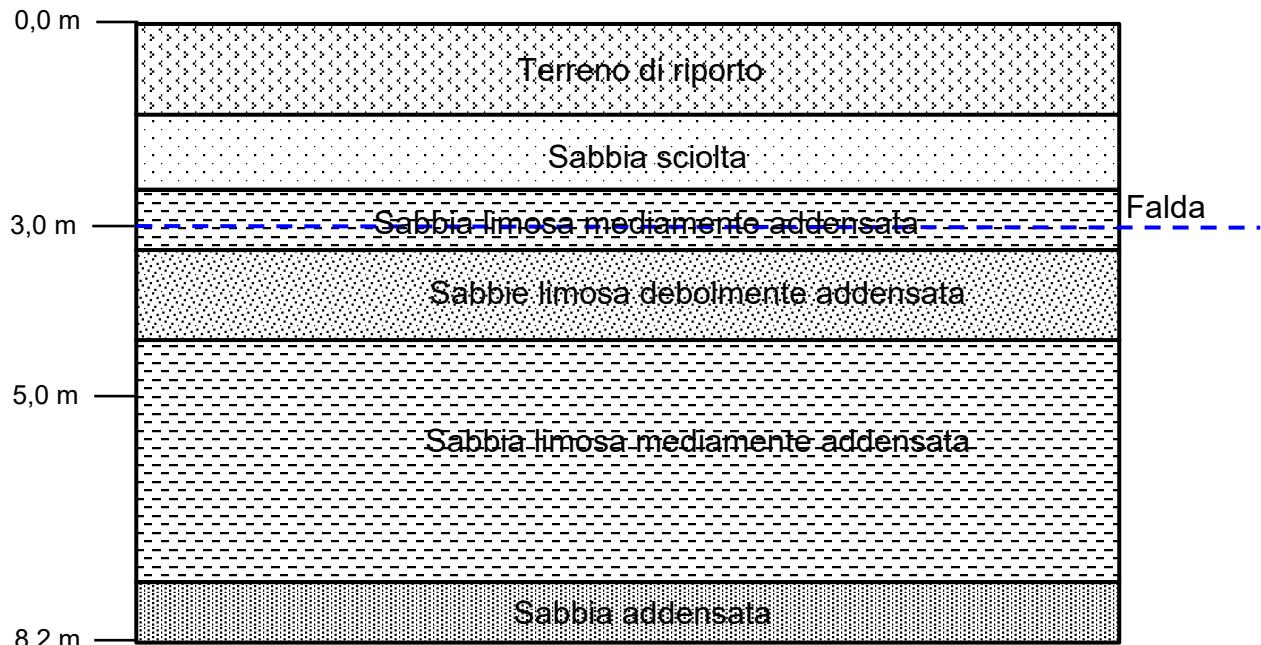


FIGURA 6 - MODELLO LITOLOGICO (scala 1:100)

6. SISMICITÀ DELL'AREA

L'intervento in progetto si colloca in Zona sismica 4 ai sensi della Deliberazione n. 431 del 19 giugno 2006 “Riclassificazione sismica del territorio regionale”.

Per definire la categoria di sottosuolo è stata presa in considerazione, come già detto, l'indagine sismica di superficie (MASW), effettuata in via Bertani, 16/18. La posizione ed i dettagli della tecnica sono riportati nell'Allegato B. In base ai risultati ottenuti è stata individuata una categoria di sottosuolo “C” con $V_{s(eq)30} = 336,5 \text{ m/s}$ così come è riportato nella tabella 3.2.II delle NTC 2018 di seguito riportata.

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>Deposit 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>Deposit 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>

7. FATTIBILITÀ E CONCLUSIONI

Secondo quanto stabilito dalle Norme Tecniche di Attuazione del Regolamento Urbanistico del Comune di Follonica, la fattibilità degli interventi è definita tramite una tabella di correlazione (riportata di seguito) tra il tipo di progetto e la classificazione di pericolosità geomorfologica ed idraulica dell'area.

Dalla combinazione tra classe di pericolosità geomorfologica e idraulica, si ritiene opportuno attribuire all'intervento una classe di fattibilità F1 che peraltro risulta applicabile anche alla vulnerabilità della falda.

INTERVENTI PREVISTI	CLASSI DI PERICOLOSITÀ													
	GEOMORFOLOGICA			IDRAULICA					VULNERABILITÀ FALDE					
	G.2	G.3	P.F.E.	I.1	I.2	I.3	I.4	P.I.E.	P.I.M.E.	ASIP	V.1	V.2	V.3	V.4
Nuove abitazioni residenziali	F.2	F.3	F.3	F.1	F.2	F.3	F.4	F.4	F.4	NF	F.1	F.2	F.2	F.2
Nuovi annessi agricoli, box per cavalli, capannoni, stalle e magazzini	F.2	F.2	F.3	F.1	F.2	F.3	F.4	F.4	F.4	NF	F.1	F.2	F.2	F.2
Serre (fisse, temporanee e stagionali)	F.1	F.3	F.3	F.1	F.1	F.3	F.4	F.4	F.4	NF	F.1	F.2	F.3	F.4
Interventi sul patrimonio edilizio esistente (Ampiantamenti)	F.2	F.3	F.3	F.1	F.2	F.3	F.4	F.4	F.4	NF	F.1	F.2	F.2	F.2
Interventi sul patrimonio edilizio esistente (Ristrutturazioni)	F.2	F.3	F.3	F.1	F.2	F.3	F.4	F.4	F.4	NF	F.1	F.2	F.2	F.2
Interventi sul patrimonio edilizio esistente (Manutenzione ordinaria e straordinaria; Restauro e risanamento conservativo)	F.1	F.1	F.1	F.1	F.1	F.1	F.1	F.1	F.1	NF	F.1	F.1	F.1	F.1
Viabilità (Nuova realizzazione)	F.2	F.3	F.3	F.1	F.2	F.3	F.4	F.4	F.4	NF	F.1	F.1	F.1	F.1
Viabilità (Manutenzione ordinaria e straordinaria)	F.1	F.3	F.3	F.1	F.1	F.2	F.3	F.3	F.3	NF	F.1	F.1	F.1	F.1
Percorsi pedonali, ciclabili e ippovie	F.1	F.1	F.1	F.1	F.1	F.1	F.1	F.1	F.1	NF	F.1	F.1	F.1	F.1
Manufatti per attività faunistiche (voliere)	F.1	F.1	F.1	F.1	F.1	F.2	F.2	F.2	F.2	NF	F.1	F.1	F.1	F.1
Impianti tecnici e reti tecnologiche (acquedotti, fognature, sistemi per il trasporto dell'energia e delle telecomunicazioni, gasdotti e simili)	F.1	F.2	F.2	F.1	F.1	F.3	F.4	F.4	F.4	NF	F.1	F.1	F.1	F.1
Impianti tecnici di modesta entità (cabine elettriche, cabine di decompressione per il gas, per gli acquedotti e simili)	F.1	F.3	F.3	F.1	F.1	F.3	F.4	F.4	F.4	NF	F.1	F.1	F.1	F.1
Laghetti per l'accumulo di acqua	F.2	F.3	F.3	F.1	F.1	F.3	F.3	F.3	F.3	NF	F.1	F.2	F.2	F.2
Scarichi di acque reflue nel terreno, laghi di accumulo liquami	F.1	F.3	F.3	F.1	F.1	F.1	F.3	F.3	F.3	NF	F.1	F.2	F.3	F.4
Movimenti terra e modifiche dell'assetto originario dei luoghi (riporti, sbancamenti, rilevati e simili)	F.2	F.3	F.3	F.1	F.2	F.3	F.4	F.4	F.4	NF	F.1	F.1	F.1	F.1
Impianti sportivi privati	F.2	F.3	F.3	F.1	F.2	F.3	F.4	F.4	F.4	NF	F.1	F.1	F.1	F.1
Interventi di difesa del suolo o di regimazione idraulica	F.2	F.3	F.3	F.1	F.2	F.3	F.3	F.3	F.3	NF	F.1	F.1	F.1	F.1

Da quanto esposto possiamo concludere che:

- Il sito sul quale è previsto l'intervento è litologicamente costituito da materiale incoerente dotato esclusivamente di angolo di attrito interno, ovvero una formazione prevalentemente sabbiosa.
- Nell'area in esame esiste una modesta falda freatica a portata stagionale, ubicata a circa 3-4 metri dal piano di campagna, soggetta variazioni.
- Facendo riferimento alla realizzazione di un gazebo, tale intervento ricade nella classe in classe di fattibilità F1 (senza particolari limitazioni).

-
- Per gli aspetti sismici, tramite una prova MASW è stato definito un suolo di fondazione in Categoria C.

Le prove eseguite a suo tempo (circa 7-8 anni fa) hanno permesso di realizzare l'attuale fabbricato che risulta essere stabile anche a distanza di anni. Pertanto, considerando l'eseguità dell'intervento che non provoca né aumento di volume né aumento di superficie, esse risultano essere più che sufficienti per realizzare il gazebo in oggetto il quale risulta essere, dunque, fattibile.

Dr. Geologo Igliore Bocci



Collaboratore

Dr. Geologo Simone Fanti



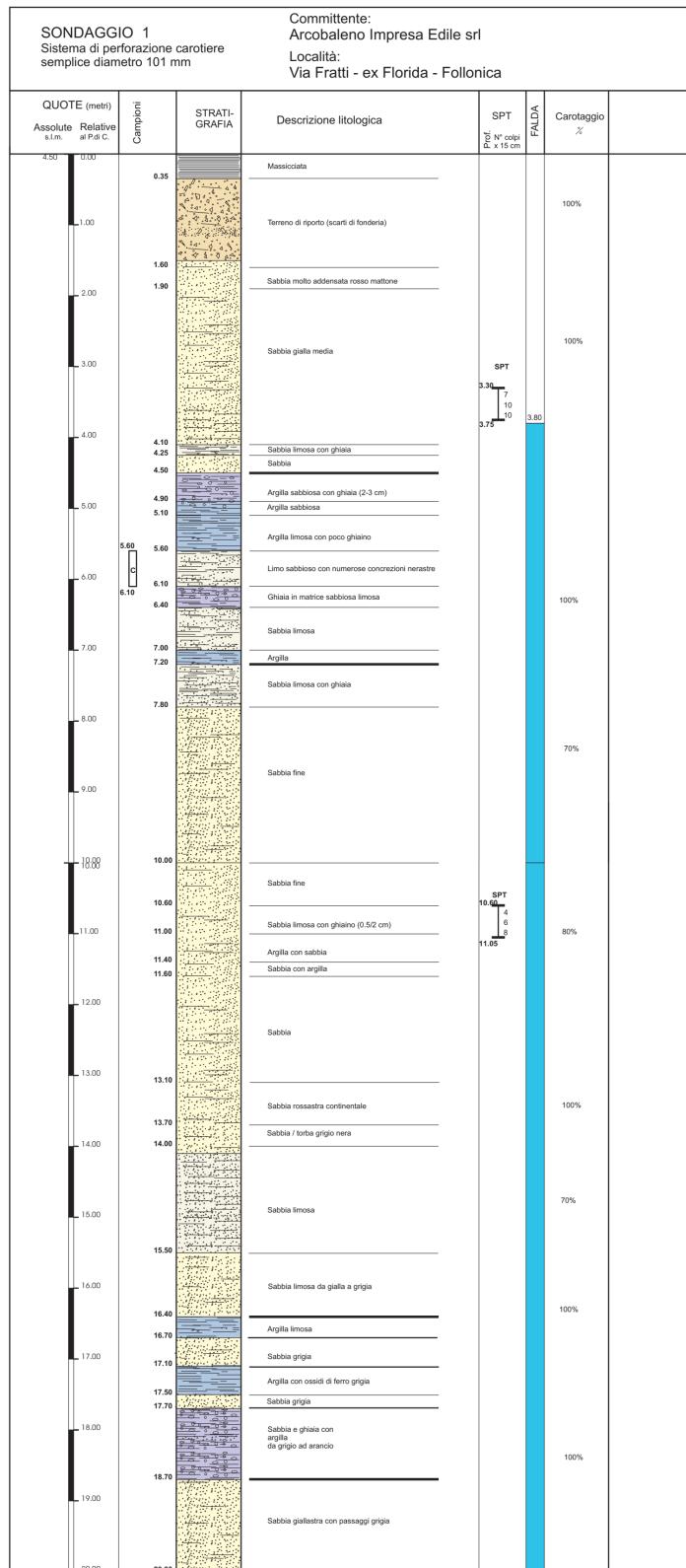
Follonica: 06 Ottobre 2021

8. ALLEGATI A-B

ALLEGATO A - SONDAGGI

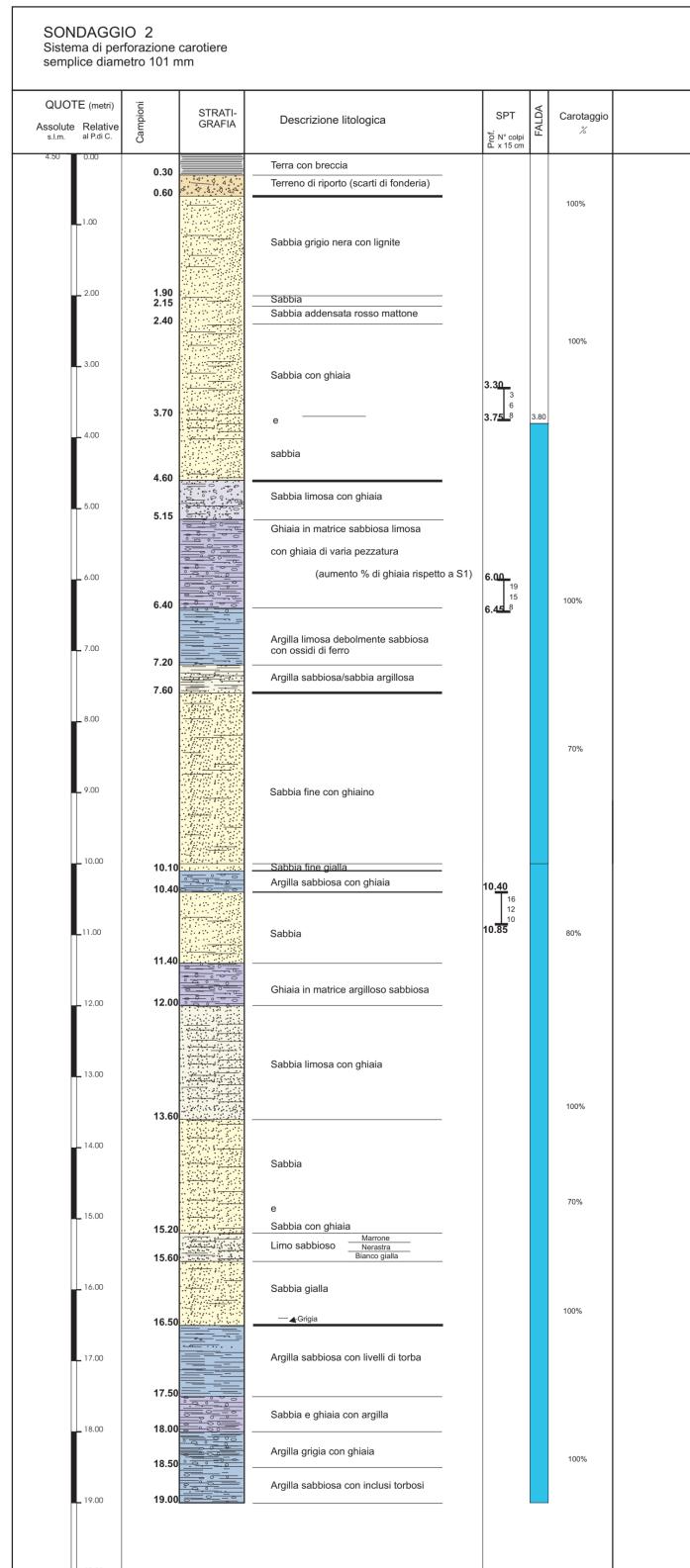
SONDAGGIO S1

scala 1/200



SONDAGGIO S2

scala 1/200



ALLEGATO B: INDAGINE SISMICA MASW



FIGURA 7 - IMMAGINE SATELLITARE

8.1 PREMESSA

Il presente documento è redatto per descrivere i risultati di una prospezione MASW.

L'indagine ha avuto per scopo quello di investigare il terreno situato in via Bertani nel comune di Follonica (GR) dove è prevista la riqualificazione e cambio di destinazione d'uso di un fabbricato

Mediante uno stendimento di 22 m di lunghezza con acquisizione a 12 canali, sono state acquisite le onde superficiali per effettuare un'analisi MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves). Ciò ha permesso di stimare il valore del parametro Vs30 (velocità delle onde di taglio in una porzione di sottosuolo pari a 30 m di profondità dal piano campagna) e quindi la definizione della categoria sismica dei terreni per il calcolo dell'azione sismica di progetto in ottemperanza all'OPCM 3274/03 e s.m. ed i., e D.M.14 gennaio 2008 (Norme Tecniche per le Costruzioni).

8.2 RIFERIMENTI NORMATIVI

La nuova normativa sismica italiana OPCM 3274/03 e s.m. ed i., così come il DM 15/09/2005 ed il recente D.M. 14 gennaio 2008 "Testo Unico sulle Costruzioni" definiscono l'azione sismica di progetto, in assenza di analisi specifiche, sulla base della zona sismica di appartenenza del sito e della categoria sismica di suolo su cui sarà realizzata l'opera. Sul territorio nazionale sono state individuate 4 zone sismiche contraddistinte dal valore a_g dell'accelerazione di picco al suolo, normalizzata rispetto all'accelerazione di gravità. Valori convenzionali di a_g assegnati nelle 4 zone sismiche fanno riferimento all'accelerazione di picco in superficie per suolo di tipo A, cioè roccia affiorante o suolo omogeneo molto rigido per il quale il moto sismico al bedrock non subisce variazioni sostanziali. In presenza di suoli di tipo B, C, D E, S1, S2 il moto sismico in superficie in genere risulta modificato rispetto al moto sismico al bedrock, in funzione dell'intensità e del contenuto in frequenza dell'input sismico e delle caratteristiche geotecniche sismiche e dello spessore del suolo attraversato dalle onde sismiche per giungere in superficie.

In assenza di una specifica analisi di amplificazione sismica locale per il suolo in esame, per valutare l'accelerazione sismica spettrale in presenza di suoli di tipo B, C, D E la normativa introduce un fattore di amplificazione S e i periodi T che definiscono lo spettro di risposta di un oscillatore semplice con smorzamento pari al 5%. In presenza di suoli speciali di tipo S1 e S2 la normativa impone uno studio specifico per determinare gli effetti di amplificazione sismica locale.

La classificazione del suolo è convenzionalmente eseguita sulla base della velocità media delle onde di taglio secondo la relazione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_i^n \left(\frac{h_i}{V_i} \right)}$$

dove V_{si} e h_i sono la velocità delle onde di taglio verticali e lo spessore dello strato i-esimo.

Si osservi che: anche se non specificato le onde di taglio da considerare sono quelle verticali, assumendo che il moto sismico si propaghi in un piano verticale dal basso verso l'alto all'interno di un semispazio stratificato mentre la Vs30 rappresenta una velocità "equivalente" nei primi 30 m di profondità. La classificazione sismica dei suoli contenuta nella nuova normativa sismica italiana rispecchia i criteri adottati nell'Eurocodice 8.

9. ACQUISIZIONE DEI DATI

9.1 ANALISI MASW

Il metodo di indagine MASW è una tecnica non invasiva per l'indagine del sottosuolo, che porta a determinare il profilo verticale dell'andamento della velocità Vs delle onde di taglio verticali, misurando le onde superficiali principalmente onde di Rayleigh) generate in un punto sulla superficie del suolo per mezzo di uno stendimento lineare di sensori detti geofoni. La velocità delle onde di Rayleigh dipende dalla rigidezza

del mezzo attraversato; tali onde in un terreno stratificato sono dispersive, cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo (Achenbach, J.D., 1999, Aki, K. And Richards, P.G., 1980). La curva di dispersione delle onde di Rayleigh rappresenta la variazione di velocità di fase che tali onde hanno al variare della frequenza.

La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali e quindi danno informazioni sulla parte più superficiale del suolo, invece onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi e quindi interessano gli strati più profondi del suolo.

Questo metodo consente, in genere, di ottenere una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale apparente nel range di frequenze compreso tra 4Hz e 70Hz, quindi dà informazioni sulla parte più superficiale del suolo, sui primi 30m-50m, in funzione della rigidezza del suolo.

I fattori che modificano la propagazione delle onde superficiali nel sottosuolo sono principalmente la velocità delle onde S, la velocità delle onde P e la densità. Recenti studi di *Xia et al. [1994], Arai e Tokimatsu [2004]* hanno evidenziato come le onde P e la densità influiscono solo al secondo ordine sulla velocità di fase e di gruppo delle onde di Rayleigh. Quindi, poiché le onde superficiali indagano una porzione di sottosuolo che cresce in funzione inversa alla frequenza dell'onda e dato che la loro velocità di fase è fortemente condizionata per lo più dalle velocità delle onde S dello strato campionario, la forma della curva di dispersione è essenzialmente condizionata dalla struttura del sottosuolo ed in particolare dalle variazioni con la profondità delle velocità delle onde S. Pertanto, utilizzando appositi formalismi è possibile stabilire una relazione (analiticamente complessa ma diretta) fra la forma di tale curva di dispersione e la velocità delle onde S nel sottosuolo. Tale relazione consente il calcolo di curve di dispersione teoriche a partire da modelli del sottosuolo a strati piano-parallelvi.

L'operazione d'inversione, quindi, consiste nel ridurre al massimo, lo scarto tra i valori di velocità di fase sperimentali della curva di dispersione e quelli teorici relativi ad una serie di modelli di prova "velocità delle onde S – profondità"; ciò viene fatto attraverso una procedura iterativa nella quale si modificano opportunamente lo spessore h, le velocità delle onde di taglio Vs e di compressione Vp (o in maniera alternativa alle velocità Vp è possibile assegnare il coefficiente di Poisson), la densità di massa ρ degli strati che costituiscono il modello del suolo, fino a raggiungere una sovrapposizione ottimale tra la velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale e la velocità di fase (o curva di dispersione) numerica corrispondente al modello di suolo assegnato.

La metodologia MASW non è influenzata dai fenomeni di inversione di velocità (strati soffici compresi tra strati più rigidi) o presenza di falde acquifere superficiali consentendo di individuare il profilo di velocità Vs anche in presenza di contrasti di rigidezza tra gli strati del suolo.

9.2 PROSPEZIONE SISMICA

I profili sismici vengono solitamente eseguiti energizzando in punti predefiniti di uno stendimento di 12-24 sensori detti geofoni: ciascuno stendimento multicanale viene denominato base sismica. L'unione di più basi sismiche lungo uno stesso allineamento costituisce i profili sismici.

In questo studio sono stati acquisiti i dati relativi a un profilo sismico per Analisi MASW; la disposizione scelta è stata dettata dall'ubicazione del progetto e dalla logistica del sito.

L'energizzazione è stata ottenuta mediante una mazza da 8 Kg battente su una piastra metallica; tale sistema è in grado di fornire una energia sufficiente e un elevato rapporto segnale/rumore in relazione alla litologia affiorante. È stato individuato un punto di battuta ad un estremo dello stendimento posto a circa 7 m da esso, denominato TA.

A causa delle ridotte dimensioni dello spazio a disposizione, nel profilo in esame sono stati utilizzati n. 12 geofoni disposti con un'interdistanza di 2 metri.

Le registrazioni dei sismogrammi sono state acquisite mediante un sismografo digitale ad alta risoluzione, DoReMi della Sara Electronic Instruments con convertitore analogico-digitale a 16 Bit e geofoni verticali con frequenza propria di 4,5 Hz. Il campionamento ha avuto una durata di 1,5 secondi, una frequenza di 3.000 Hz ed un periodo di 0,333 ms.

Nonostante fosse presente un certo rumore di fondo indotto dall'attività antropica e alcuni effetti di riflessione e rifrazione indotti dagli apparati radicali della vegetazione, la qualità dei sismogrammi è risultata buona, grazie alle prestazioni della strumentazione in uso.

10. INTERPRETAZIONE DEI DATI

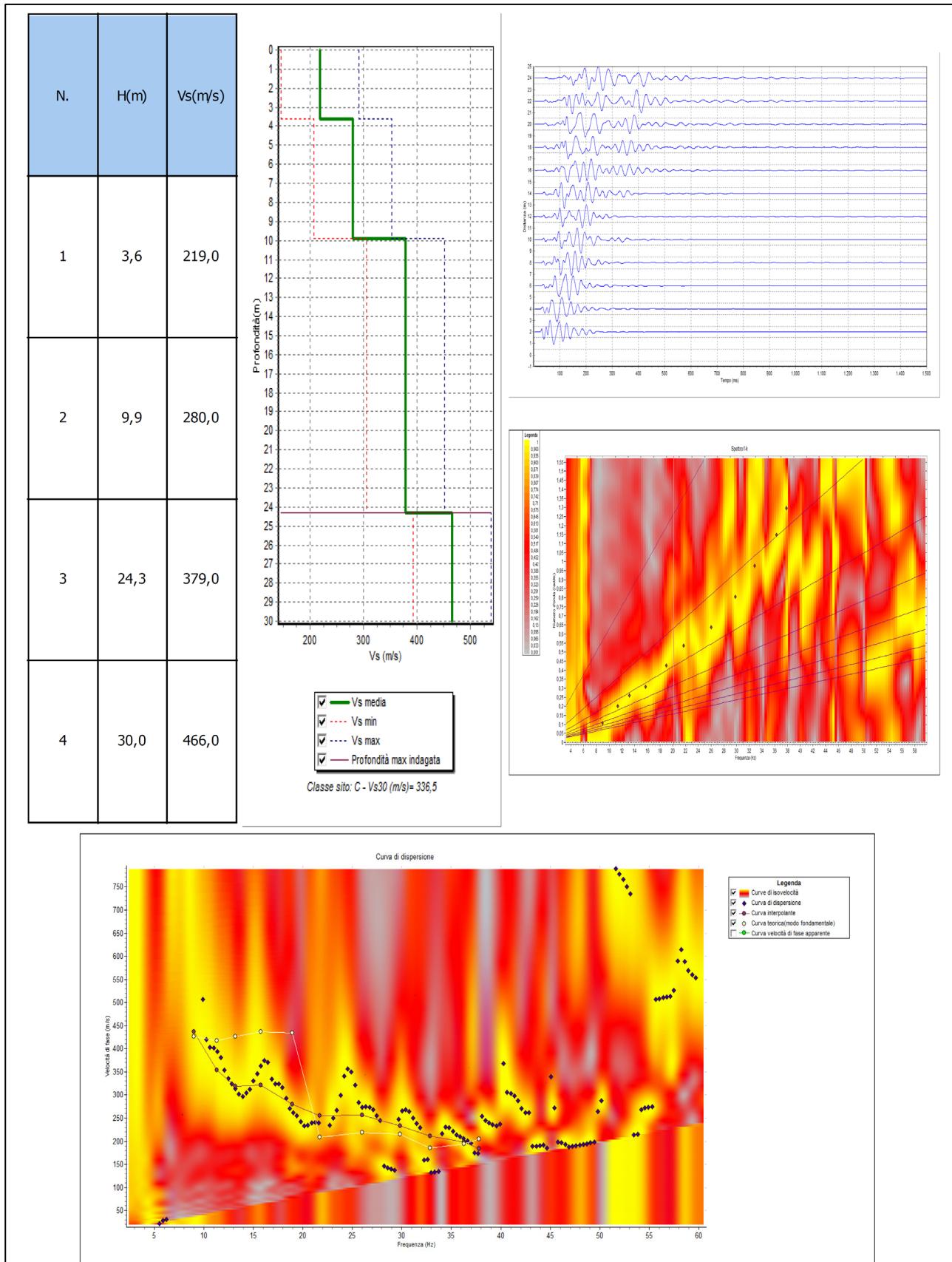
L'operazione d'inversione dei dati, acquisiti tramite prospezione MASW (fig. 1), consiste nel rendere minima, attraverso una procedura iterativa, la somma degli scarti ("misfit") tra i valori di velocità di fase sperimentali delle curve di dispersione e quelli teorici relativi ad una serie di modelli di prova "velocità delle onde S – profondità".

La procedura di interpretazione di un'analisi MASW può sintetizzarsi in quattro fasi distinte, successive all'acquisizione di campagna:

1. importazione delle tracce registrate;
2. generazione dello spettro f-k (frequenza – numero d'onda);
3. generazione della curva di dispersione apparente;
4. interpretazione mediante inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle Vs (profilo 1-D) che descrive la variazione di Vs con la profondità.

Per l'estrazione della curva di dispersione e l'inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle Vs è stato utilizzato il software GeoMASW ver 1.10 della Program Geo. Il numero di iterazioni analizzate è stato impostato pari a 2500.

Di seguito si espongono gli elaborati ottenuti con l'interpretazione dei dati di campagna.



La tabella 1 seguente fornisce alcuni parametri geotecnici derivati dell'elaborazione della prova MASW; si precisa che essi sono del tutto indicativi e che l'uso per la progettazione è responsabilità esclusiva del tecnico incaricato.

N.	Prof.(m)	Vs(m/s)	C.Poisson	Gamma(t/mc)	Vp(m/s)	G0(MPa)	Ed(MPa)	M0(MPa)	Ey(MPa)
1	3,6	219,0	0,32	1,79	426,6	87,51	332,07	215,39	231,22
2	9,9	280,0	0,33	1,5	551,7	119,88	465,4	305,57	318,04
3	24,3	379,0	0,24	2,14	646,2	313,35	910,91	493,12	775,73
4	30,0	466,0	0,21	1,86	769,84	411,73	1123,68	574,7	997,08

Tab. 1

11. RISULTATI CONSEGUITI

L'analisi delle curve di dispersione tramite tecnica MASW ha consentito di determinare il profilo 1-D delle velocità delle onde di taglio Vs in funzione della profondità.

In sintesi, dai profili di velocità delle onde S si osserva un generale aumento di velocità delle onde di taglio con la profondità. In particolare, la prospezione ha permesso di rilevare una situazione così costituita:

- Da 0,0 m a 3,6 m: Vs = 219 m/s
- Da 3,6 m a 9,9 m: Vs = 280 m/s
- Da 9,9 m a 24,3 m: Vs = 379 m/s
- Sotto i 24,3 m: Vs = 466 m/s

L'analisi effettuata, in relazione alla lunghezza complessiva dello stendimento (22 m) ha consentito di raggiungere una profondità di investigazione di circa 24,3 metri dal piano di campagna, pertanto i risultati relativi al semispazio devono essere considerati indicativi dell'andamento complessivo al di sotto della profondità media di investigazione (30m).

Il semispazio risulta iniziare ad una profondità di circa 24,3 m dal piano di campagna ed avere velocità delle onde S intorno ai 466 m/s.

Il valore di Vs30 calcolata in base alla Vs delle dei singoli sismostrati risulta pari a 336,5 m/s; in base a tale valore ed a quanto definiti nelle N.T.C. di cui al D.M. 14/02/2008 nella tab. 3.2.II del cap. 3.2.2, si indica una categoria **di suolo C**:

- *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

Si precisa che tale classificazione è stata fatta esclusivamente in base al valore di Vs30 calcolato, senza prendere in considerazione altri aspetti geologico-tecnici quali la granulometria, l'addensamento ecc. Il tecnico incaricato della modellazione geologica, qualora fosse in possesso di ulteriori parametri di valutazione, potrà quindi definire una diversa categoria di suolo.