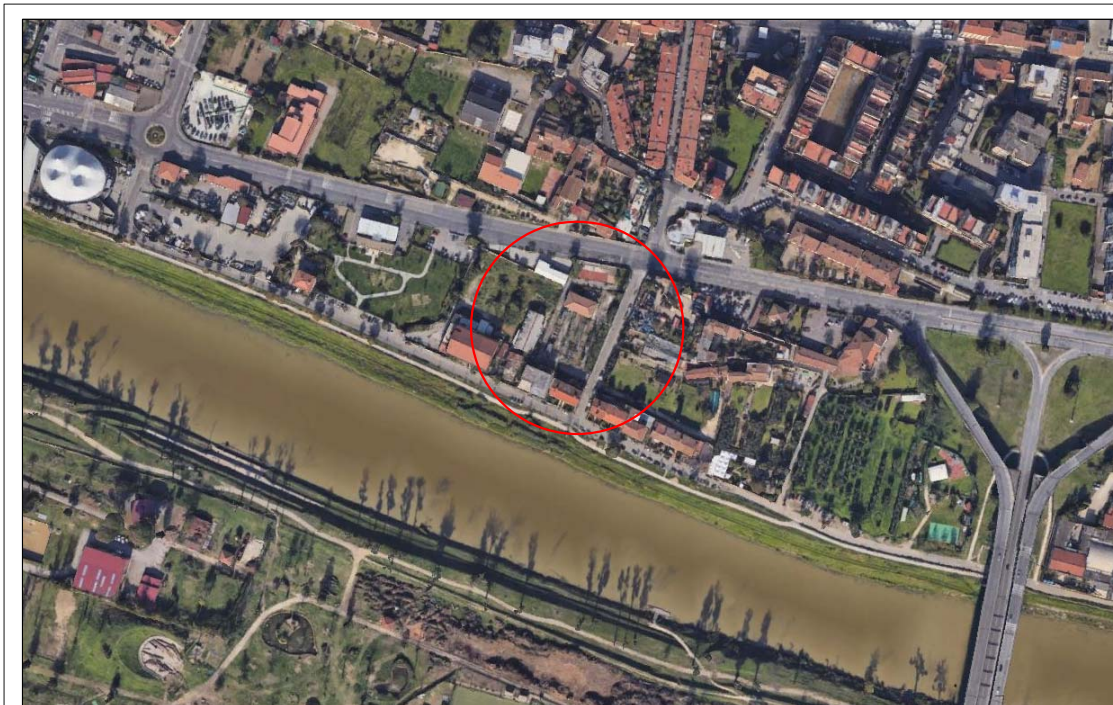




COMUNE DI FIRENZE
PROVINCIA DI FIRENZE



AI SENSI DELLA NORMATIVA VIGENTE IN MATERIA DI DIRITTI D'AUTORE, QUESTI ELABORATI NON POTRANNO ESSERE RIPRODOTTI O COMUNICATI AD ALTRE PERSONE O DITTE, ANCHE SOLO PARZIALMENTE, SENZA ESPLICITA AUTORIZZAZIONE DEL DOTT. FRANCESCO FIERA

RICOSTRUZIONE SEZIONE AT CABINA PRIMARIA
"VARLUNGO"
VIA P. GOBETTI, COMUNE DI FIRENZE

RELAZIONE GEOLOGICA

(ai sensi della L.183/89, D.P.C.M.226/99, D.C.R.72/07, D.C.I.P. 20/2019, O.P.C.M. 3519/2006, NTC 2018, D.P.G.R. 36R/09)

COMMITTENTE: E-DISTRIBUZIONE

PROGETTISTA: ING. MARCO PETRALLI

TECNICO: Geol. Francesco Fiera

INDICE

1 – PREMESSA.....	3#
2 – INQUADRAMENTO URBANISTICO.....	4#
3 – CONTESTO GEOLOGICO DI DETTAGLIO.....	6#
4 – ASSETTO IDROLOGICO-IDRAULICO.....	6#
5 – INDAGINI GEOGNOSTICHE.....	7#
5.1 - <i>PROSPEZIONE SISMICA MARW</i>	7#
5.2 – <i>SONDAGGIO GEOGNOSTICO</i>	15#
5.3 – <i>ANALISI DI LABORATORIO</i>	15#
5.4 – <i>DATABASE REGIONE TOSCANA – COMUNE DI FIRENZE</i>	16#
6 - CONCLUSIONI	16#

TAVOLE ILLUSTRATIVE

TAV. 1 - COROGRAFIA
TAV. 2 - CARTA GEOLOGICA
TAV. 3 – ASSETTO MORFOLOGICO
TAV. 4 - SEZIONE LITOTECNICA DERIVATA

ALLEGATI

ALL. 1 - SONDAGGIO
ALL. 2 – PROVA DI LABORATORIO
ALL.3 - INDAGINE SISMICA

**RICOSTRUZIONE SEZIONE AT CABINA PRIMARIA
"VARLUNGO"
VIA P. GOBETTI, COMUNE DI FIRENZE (FI)**

RELAZIONE GEOLOGICA

COMMITTENTE: **e-distribuzione**

PROGETTISTA: **Ing. Marco Petralli**

1 – PREMESSA

In seguito al progetto di ricostruzione della Stazione Alta Tensione "Varlungo", si sono resi necessari approfondimenti di carattere geologico-tecnico, idrologico-idraulico e sismico al fine di un corretto inserimento dell'opera nel contesto geologico in cui andrà ad integrarsi. L'intervento è ubicato in Via Gobetti, nel Comune di Firenze (FI)

Sulla base di quanto definito al Par. 2.4.2 del D.M. 14/01/2018, trattandosi di costruzione di Tipo 2, il cui uso preveda normali affollamenti senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali, l'opera rientra nella Classe d'Uso II.

La zona d'intervento è rappresentata nella cartografia ufficiale da:

1. Nuova Carta Topografica d'Italia I.G.M. (scala 1:25.000) Foglio 275, Sezione I – Firenze (vedasi Tavola 1)
2. C.T.R.T. (scala 1:10.000) Sezione 275040 (Tavola 2)
3. C.T.R.T. (scala 1:2.000) Elemento 19K63 (Tavola 3)

e approssimativamente individuata dalle coordinate chilometriche **Gauss-Boaga 1 685 185 m E, 4 848 418 m N.**

Il presente studio è stato eseguito in conformità a quanto previsto in materia di prevenzione dal rischio Idraulico (L. 183/89, DPCM 226/99 e D.C.R. 72/07) nonché secondo quanto previsto dal D.M. 14.01.2018, dalla Circ. CSLLPP del 02.02.2009, in attuazione dell'O.P.C.M. 3519/2006 e della Del.G.R. 878/2012 che include il Comune di Firenze tra quelli classificati sismici in Zona 3; e secondo i disposti di cui agli artt. 6 e 7 del D.P.G.R.T. n.36R/2009 in materia di "*Disciplina sulle modalità di svolgimento delle attività di vigilanza e verifica delle opere e delle costruzioni in zone soggette a rischio sismico*".

A tale scopo è stata eseguita un'analisi geologica di approfondimento di quanto evidenziato in ambito di QC di supporto al P.S., definendo così il *modello geologico* del sito d'intervento.

A questo proposito sono stati considerati i dati di base a supporto degli studi di PRG e quelli presenti nel database regionale nonché quelli acquisiti durante una specifica campagna geognostica realizzata in sito. Sono stati eseguiti due tentativi di prova penetrometrica dinamica, tuttavia l'elevato spessore della copertura di riporto ha impedito la penetrazione oltre i 50 cm dal piano campagna.

Dott. Geol. Francesco Fiera

Corte Batano 15
55010 Altopascio (LU)

Tel. 393 9043743
e-mail francesco.fiera@alice.it

È stata altresì realizzata un'analisi geofisica a riflessione 1D (prospezione sismica MARW) al fine di individuare la categoria sismica di sito.

Infine, esattamente in corrispondenza dell'intervento era stato eseguito un sondaggio a carotaggio continuo, con prelievo di campione per le analisi di laboratorio, spinto sino alla profondità di 6,0 m i cui dati sono stati presi in considerazione per la caratterizzazione geotecnica dei terreni superficiali.

2 – INQUADRAMENTO URBANISTICO

Dal punto di vista urbanistico l'intervento in oggetto ricade all'interno del limite amministrativo del Distretto Idrografico dell'Appennino Settentrionale. Relativamente alla cartografia di Piano l'area in esame si colloca:

- in classe di Pericolosità Idraulica Media;
- esterna alla Pericolosità da Frane;

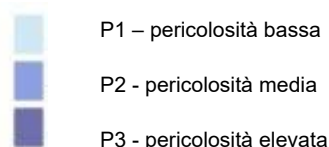


Figura 2.1: Pericolosità Idraulica.
Estratto da PAI Appennino Centrale

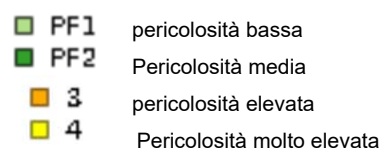


Figura 2.2: Pericolosità da Frane.
Estratto da PAI Appennino Centrale

L'area non ricade nell'ambito di applicazione delle misure di salvaguardia dal rischio idraulico previste dal P.I.T. (Del.C.R.72/07) per i corsi d'acqua principali.

Secondo gli elaborati cartografici di supporto al P.S. del Comune di Firenze, l'area risulta ricadere nelle seguenti Classi di Pericolosità:



Figura 2.3:
Pericolosità
geomorfologica
G1 – BASSA

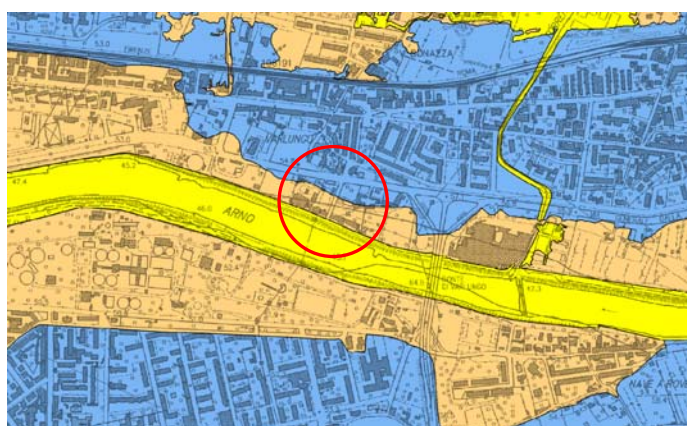


Figura 2.4:
Pericolosità
idraulica
I3 - ELEVATA



Figura 2.5:
Pericolosità
sismica
S3 - ELEVATA

Alla tipologia d'intervento risultano assegnate Classi di Fattibilità differenti in riferimento alle varie classi di Pericolosità ed al Grado di Esposizione (All. B1 RU-NTA CAPO II artt. 74,75,76 del Comune di Firenze).

Pericolosità	Fattibilità	Tipologia	Limitazioni e prescrizioni
G1	I	Infrastrutture e reti tecnologiche Manutenzione straordinaria	Fattibilità senza particolari prescrizioni
I3	II		Fattibilità con normali vincoli
S2	II		Fattibilità condizionata

Tabella 2.6: Assegnazione delle Classi di Fattibilità (da R.U. Comune di Firenze)

L'area, infine, non è soggetta alle norme e tutele relative al Vincolo Idrogeologico di cui al R.D. 3267/23.

3 – CONTESTO GEOLOGICO DI DETTAGLIO

La zona d'intervento si colloca nel centro urbano di Firenze ad una quota media di circa 53 m s.l.m., nel contesto morfologico di piana alluvionale del Fiume Arno, con tendenza del versante a decrescere verso Sud, in direzione dell'asta fluviale. I terreni presenti in superficie (vedasi Tavola 2) sono costituiti da depositi fluviali fini: si tratta di limi sabbiosi e sabbie e sabbie limose con spessore, sulla base dei dati di sondaggio presenti nell'area, variabile dai 3 ai 5 m. Tali depositi sormontano le alluvioni sabbioso ghiaiose del Fiume Arno che si estendono arealmente in un intorno significativo del sito di studio e raggiungono spessori di circa 15-20 m.

Alla base della sedimentazione grossolana più recente è presente ampio dominio di argille limose grigio-bluestre al cui interno sono presenti lenti di ghiaie e sabbie (Sistema di Firenze-Pistoia). Tale dominio, secondo gli studi di PS, raggiunge localmente la profondità di 60-70 m dalla superficie dove si trova la formazione di Sillano costituita da alternanze di argilliti e livelli calcareo-marnosi e calcareo-arenacei e arenarie quarzoso-carbonatiche.

Dal punto di vista morfogenetico l'area, collocandosi all'interno di un contesto pianeggiante, non risulta interessata da fenomeni di instabilità geomorfologica.

4 – ASSETTO IDROLOGICO-IDRAULICO

Il reticolo drenante superficiale è costituito esclusivamente dal sistema fognario che si occupa dello smaltimento delle eccedenze idriche superficiali in caso di eventi meteorici.

L'allontanamento delle acque dilavanti avviene secondo la massima pendenza morfologica, localmente in direzione Sud, attraverso le linee d'impluvio artificiali presenti nell'area sebbene dove presenti terreni liberi permeabili facilitino un discreto assorbimento delle precipitazioni meteoriche.

La documentazione di Piano e le testimonianze acquisite evidenziano la presenza di problematiche legate all'alluvionamento dell'area in oggetto in caso di eventi meteorici di elevata importanza. Tuttavia, l'opera rappresenta una importante infrastruttura di servizio e per tale ragione a livello di Regolamento Urbanistico viene assegnata la fattibilità 2, con normali vincoli, nonostante la pericolosità idraulica elevata.

L'intervento non è soggetto alle misure di salvaguardia previste dall'art. 36 comma 3 della D.C.R. 24.07.2007 n° 72 (P.I.T.) per i corsi d'acqua principali ai fini del corretto assetto idraulico, di cui all'Allegato 4 della medesima normativa regionale.

Dal punto di vista delle caratteristiche idrogeologiche i sedimenti più profondi (oltre 2,0 m dal pdc), sono caratterizzati da valori di Permeabilità primaria Medi e Medio-Alti grazie all'importante

componente sabbiosa e ghiaiosa. Tale livello di permeabilità influisce nei confronti della Vulnerabilità della Falda superficiale la quale, per il sito d'interesse, risulta di grado Medio.

L'infiltrazione delle acque meteoriche avviene dove è maggior lo spessore della copertura di alterazione e/o dilavamento, alimentando una circolazione idrica sotterranea che, sulla base delle informazioni ricavate dall'indagine geognostica risulta attestarsi a circa 3.5 m dal pdc. Il livello piezometrico, soggetto ad escursioni stagionali sulla base degli apporti pluviometrici, è legato ad una circolazione idrica superficiale localizzata nei terreni sabbiosi.

5 – INDAGINI GEOGNOSTICHE

Ricadendo l'intervento in categoria II ai sensi del D.P.G.R.T. n.36R/2009, per la ricostruzione del modello litologico-tecnico del sottosuolo si è fatto riferimento ai dati acquisiti nel corso di una apposita campagna geognostica realizzata in prossimità dell'intervento (Tavola 3).

Le indagini meccaniche DPSH eseguite ai fini della caratterizzazione geotecnica dei terreni non sono state utili allo studio in quanto nei due punti indagati si è raggiunto il rifiuto strumentale dopo circa 50 cm. Il rifiuto è dovuto alla presenza di materiale di riporto grossolano con spessori dell'ordine dei 150 cm.

Nell'area era stato svolto in precedenza un sondaggio a carotaggio continuo con prelievo di campione per le analisi di laboratorio. Tale indagine ha permesso di indagare il sottosuolo con precisione fino a 6 m di profondità dove è presente lo spesso dominio ghiaioso sabbioso.

A integrazione dei dati geognostici è stata eseguita inoltre un'indagine sismica a riflessione 1D con tecnica MARW, realizzata in attinenza all'area oggetto d'intervento, per l'individuazione della categoria di suolo mediante il calcolo del parametro V_{seq} così come definito ai sensi del D.M. 14/01/2018 e previsto dal DPGR 36R/09.

5.1 - PROSPEZIONE SISMICA MARW

La tecnica sismica a riflessione classica si basa sulla registrazione dei tempi che intercorrono tra l'istante in cui viene generato uno specifico impulso elastico in superficie e l'istante di ricezione dell'impulso generato da una o più riflessioni su altrettante superfici riflettenti poste al di sotto del piano di campagna.

A differenza della sismica a rifrazione tale metodologia non necessita dell'assunto che la velocità di propagazione dell'onda aumenti con la profondità. La riflessione sfrutta il solo contrasto di impedenza sismica (sia positivo che negativo) tra materiali di diversa natura; così una variazione delle caratteristiche tra litotipi differenti, o all'interno dello stesso litotipo, dà luogo a una riflessione delle onde elastiche in corrispondenza della superficie di separazione.

Il vantaggio significativo di questa tecnica d'esplorazione è la capacità di penetrazione nel sottosuolo e l'accuratezza con cui è possibile localizzare le superfici riflettenti associate alla geometria e all'ubicazione delle discontinuità d'impedenza ivi presenti.

Dott. Geol. Francesco Fiera

Corte Batano 15
55010 Altopascio (LU)

Tel. 393 9043743
e-mail francesco.fiera@alice.it

Per gli ambiti di indagine quale quello in oggetto, solitamente vengono impiegati sistemi di acquisizione a 24÷48 canali con digitalizzatori a 24 bit.

Tramite appositi sistemi di energizzazione sono generate onde nel sottosuolo che vengono progressivamente registrate in superficie con una catena (*spread*) di ricevitori (geofoni).

L'equazione matematica che descrive la curva di un segnale riflesso è di tipo iperbolico (fig. successiva):

$$(V_1 \cdot t)^2 = 4H^2 + x^2 + 4H \cdot x \cdot \sin \varphi$$

dove V_1 rappresenta la velocità dell'onda che si propaga nel mezzo considerato omogeneo; t il tempo d'arrivo nel punto di ascissa generica x ; H lo spessore dello strato interessato; x la distanza del geofono dalla sorgente energizzante; φ l'inclinazione della superficie riflettente. Tramite appositi sistemi di energizzazione sono immesse onde sismiche (P o SH) nel sottosuolo le cui riflessioni vengono registrate in superficie con una catena (*spread*) di ricevitori (geofoni).

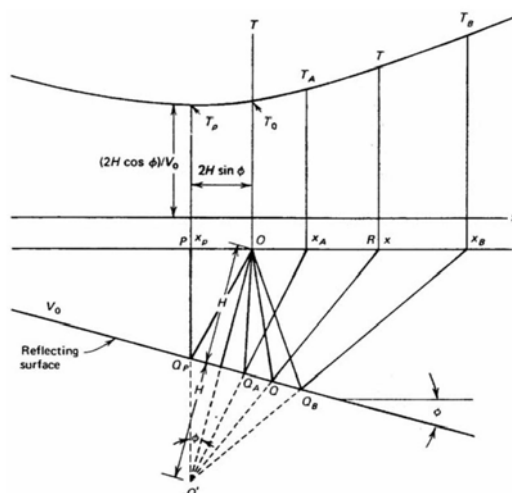


Figura 5.1.1: Traiettoria dei raggi sismici su un riflettore inclinato e relativo diagramma tempo-distanza.

In fase di acquisizione dei dati, i parametri fondamentali riguardanti la geometria dello stendimento sono:

- l'*offset* (distanza tra la sorgente energizzante e i sensori);
- il numero delle tracce registrate;
- la distanza tra le tracce.

La sorgente energizzante nella tecnica a riflessione può essere posta all'esterno dello stendimento geofonico (geometria *off-end spread*), oppure all'interno di esso (geometria *split-spread*).

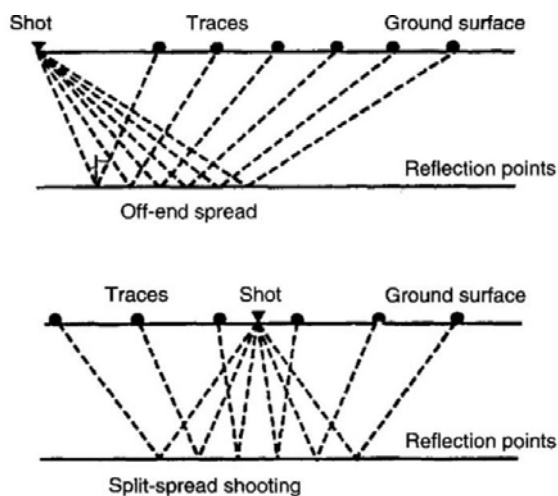


Figura 5.1.2: Principali geometrie d'acquisizione.

Nelle acquisizioni 2D, solitamente vengono eseguite più misurazioni spostando la sorgente di energizzazione e lo stendimento geofonico in direzioni uguali oppure opposte, così da investigare una porzione più ampia di terreno.

Su queste geometrie si basa la modalità di acquisizione del *common-depth-point* (CDP) che, energizzando in differenti posizioni permette di indagare (illuminare) più volte un dato punto in profondità ottenendo così più segnali associati. Tale processo consente d'incrementare il rapporto *segnale/rumore* rendendo il risultato finale più nitido in quanto filtrato degli effetti generati dal rumore random o coerente.

Tale modalità d'acquisizione prevede dunque almeno due coperture per ogni CDP conseguenza per cui risulta utile operare con tecniche multicanale (*multifold coverage*).

Infine, risulta di grande importanza la scelta dei valori di campionamento per evitare che si generi *aliasing* temporale e/o spaziale in fase di acquisizione.

La tecnica **MARW** (*Multichannel Analysis of Reflected Waves*) è la semplificazione 1D della classica tecnica a riflessione 2D. Il vantaggio di tale tecnica deriva dalla semplificazione di acquisizione di un singolo CDP (*Common Depth Point*) o CSG (*Common Shot Gather*) da analizzare mediante il tradizionale *processing flow* della tecnica a riflessione 2D per ottenere una sismostratigrafia e un modello di velocità del sottosuolo su una verticale singola.

Acquisire un CDP o un CSG, nel caso si operi su superfici sub-pianeggianti e nel sottosuolo si abbiano contatti litologici continui con pendenze non superiori ai 10-15° è del tutto equivalente.

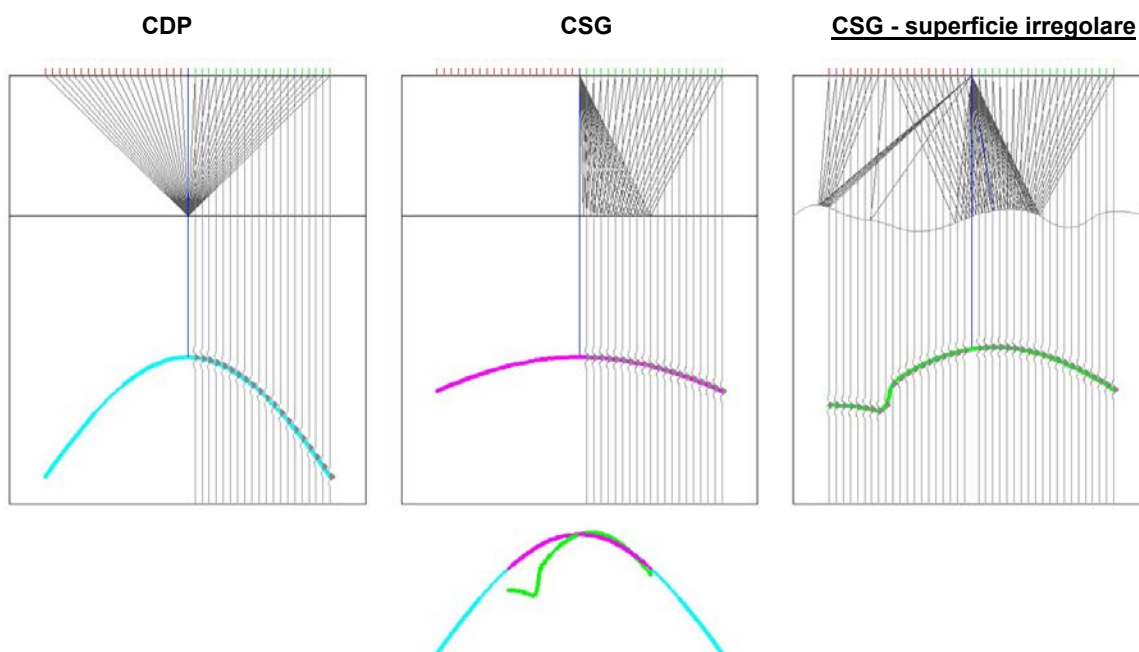


Figura 5.1.3: Metodologia di acquisizione Tecnica MARW.

Diversamente, se la superficie riflettente è molto irregolare o fortemente inclinata il solo metodo di acquisizione disponibile a garantire l'efficacia della tecnica è il CDP.

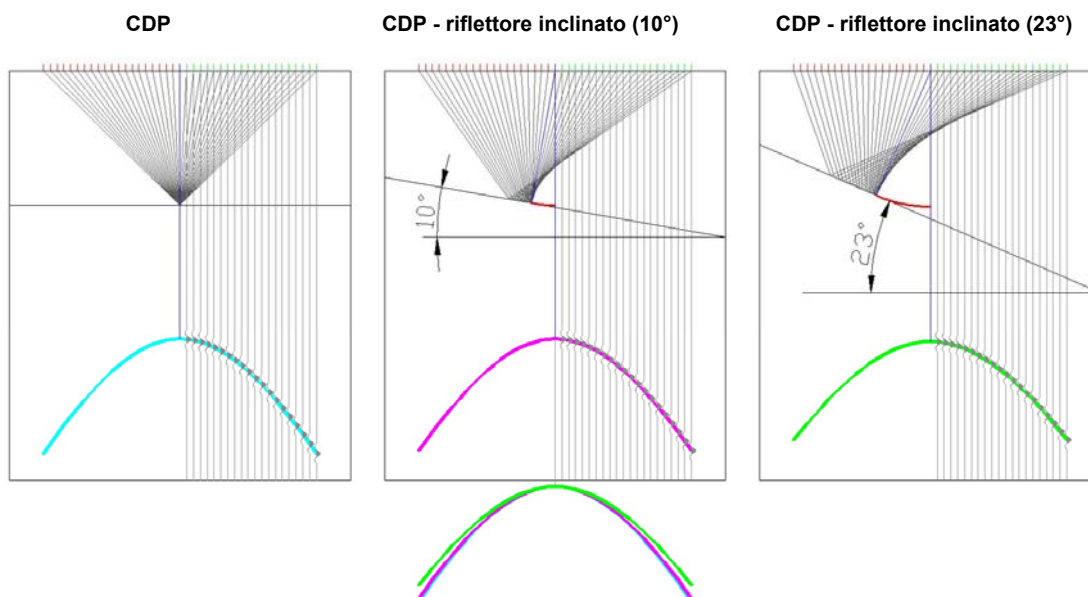


Figura 5.1.4: Metodologia di acquisizione Tecnica MARW.

Infine, nel caso in cui la superficie riflettente superi una pendenza di 15° , in fase di elaborazione del dato, sarà necessario operare una correzione del DMO (*Dip Move Out*) per garantire una miglior rappresentazione grafica nella costruzione della *semblance* per l'analisi di velocità.

I parametri di acquisizione e la geometria dello stendimento adottato per l'acquisizione in oggetto sono di seguito specificati:

PARAMETRI DI ACQUISIZIONE	MARW1 (P)
Sismografo	Do.Re.Mi SARA
Numero canali	24
Numero geofoni per canale	1
Impedenza geofoni	3,4 K Ω
Frequenza naturale geofoni	4,5 Hz
Copertura nominale	100%
Passo campionamento	1 ms
Lunghezza registrazione	1 sec
GEOMETRIA STENDIMENTO	
Punti di energizzazione	2 punti all'estremità SUD stendimento
Passo geofoni	1,0 m
Offset minimo	12,0 m (S1) – 19,0 m (S2)
Offset massimo	35,0 m (S1) – 42,0 m (S2)
Spread	Off-end spread

Tabella 5.1.1: Parametri e settaggi d'acquisizione ST-1.

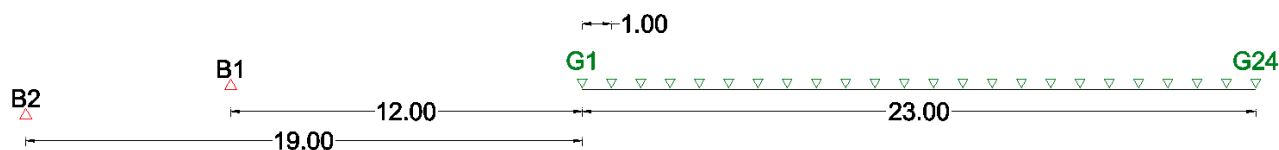


Figura 5.1.5: Caratteristiche di acquisizione stendimento a riflessione.

Per la realizzazione dello stendimento sismico è stata utilizzata una linea fissa (*fixed line*) con acquisizione *off-end* posizionando gli scoppi a una distanza di 12,0 e 19 m dal primo geofono.

Per la generazione delle onde di taglio polarizzate orizzontalmente si è fatto ricorso all'utilizzo di una mazza sismica da 12 kg impattante lateralmente su una traversina in legno ben accoppiata al terreno e resa solidale ad esso mediante sovraccarico costituito dall'avantreno di un automezzo.

A causa delle condizioni di elevata rumorosità ambientale del sito, per i punti d'energizzazione (*shot-point*) si è scelto di procedere ad un numero minimo di 6 registrazioni (*multistacking*), a vantaggio di un'ulteriore riduzione della componente di rumore ambientale nelle tracce. In questo modo sono stati ottenuti sismogrammi in cui il segnale generato, essendo sempre in fase, è sommato n volte mentre il rumore (*random*) tende ad annullarsi, favorendo così il rapporto Segnale/Rumore di ciascuna traccia.

Le tracce acquisite nei due punti di battuta sono state sottoposte a Quality Check direttamente in sito per valutare l'effettiva visibilità dei segnali riflessi in profondità. Dopo un'attenta analisi del dato si è ritenuto opportuno procedere all'elaborazione del sismogramma relativo allo scoppio 1 che dava maggiori garanzie di attendibilità per il risultato finale.

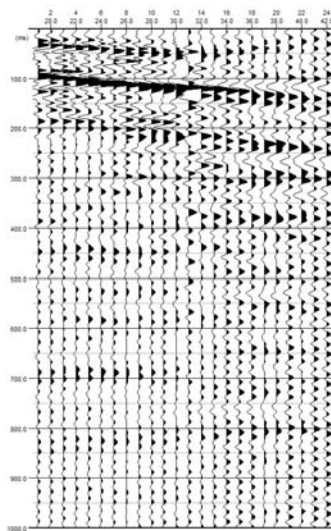


Figura 5.1.6: Sismogramma relativo allo scoppio S1

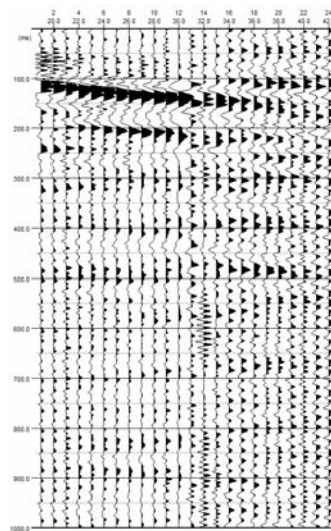


Figura 5.1.7: Sismogramma relativo allo scoppio S2

I dati acquisiti con lo stendimento sono stati sottoposti alla sequenza di processing di indicata a fianco.

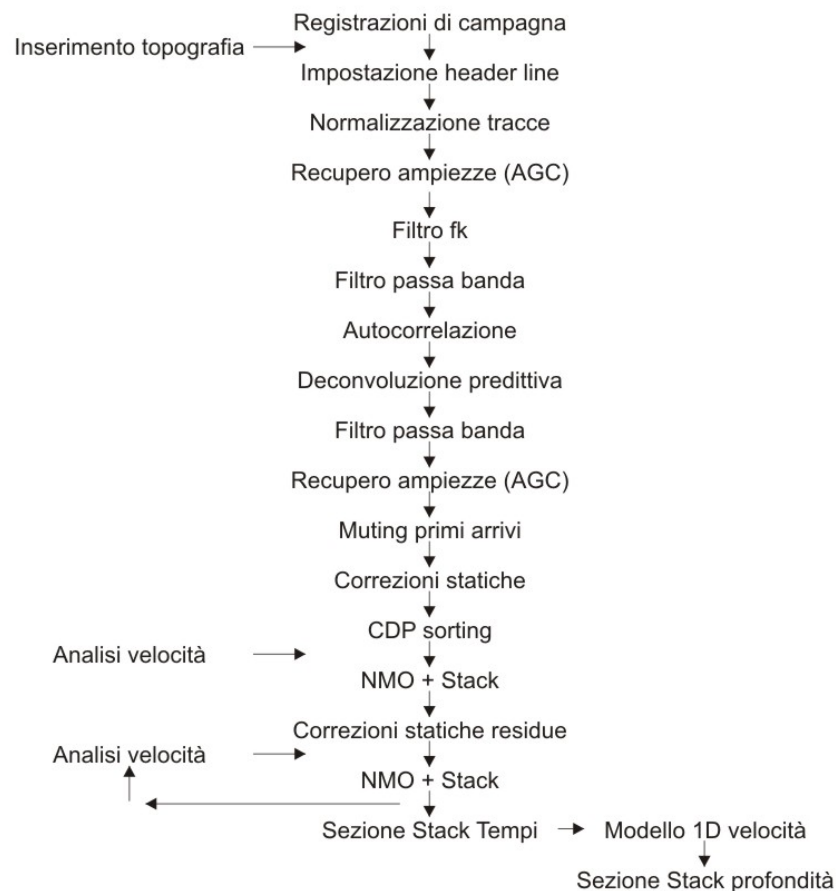


Figura 5.1.8: Flow-Chart delle operazioni di *Processing*.

Di seguito sono riportati i sismogrammi del *data-set* elaborato ai quali sono state applicate alcune delle funzioni di processing presenti nella *Flow-Chart*.

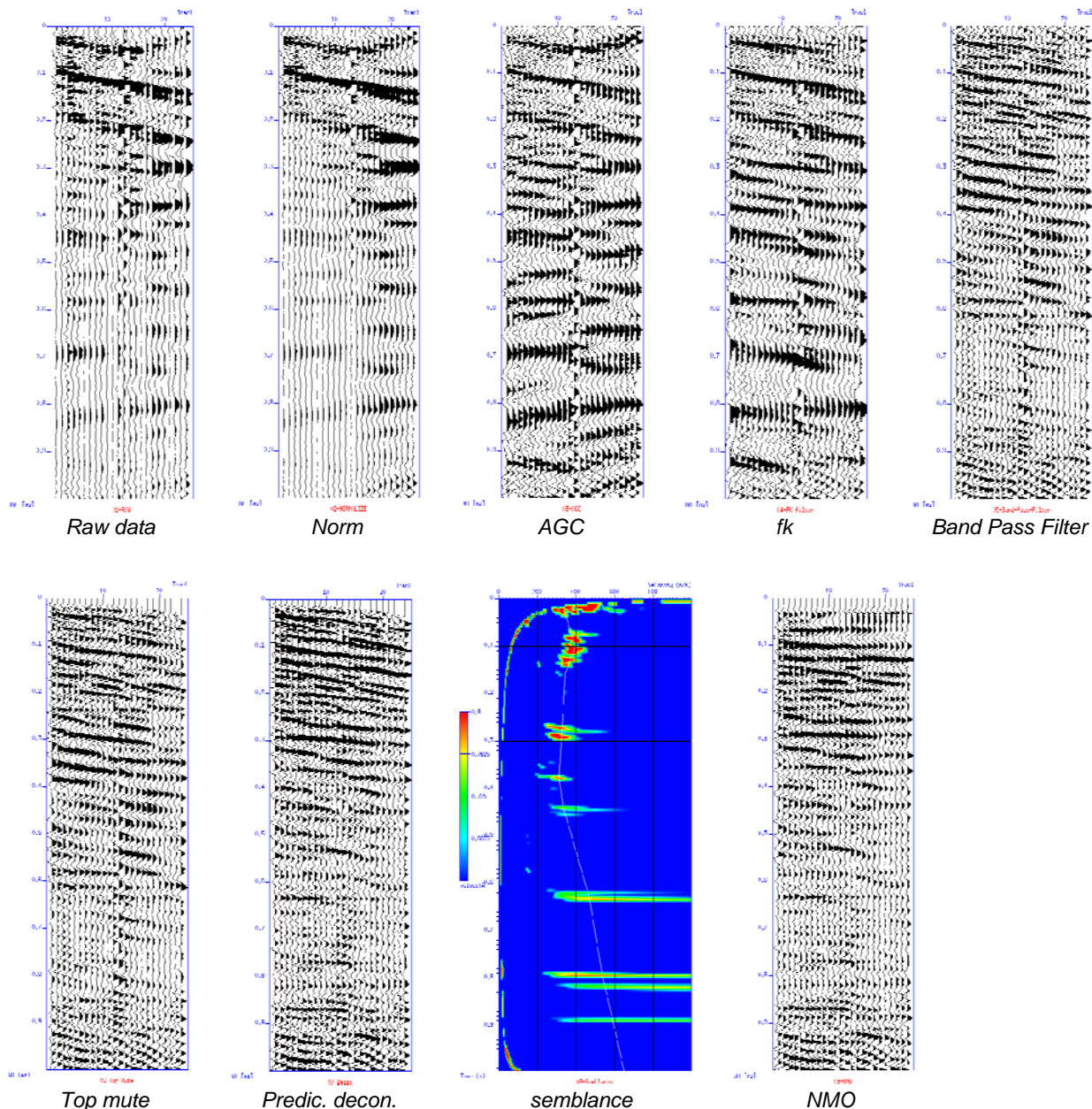


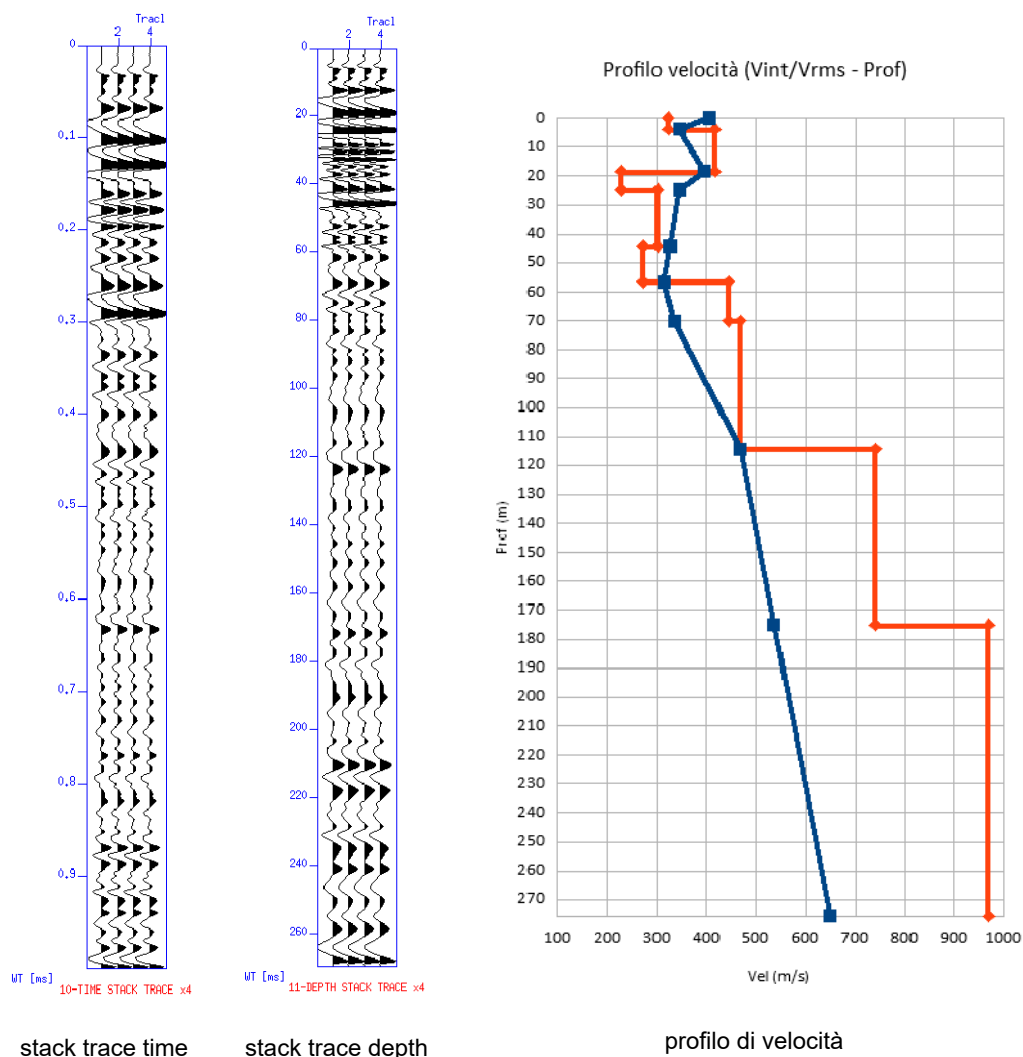
Figura 5.1.9: Sismogrammi ottenuti dalle varie operazioni di *Processing*.

Nella fase di analisi di velocità dei riflettori è stato eseguito il picking delle riflessioni fino a tempi dove è osservabile del segnale coerente. Oltre tale limite temporale il rumore ambientale e i limiti legati alla geometria utilizzata producono sul segnale incertezze tali che l'analisi di velocità perde di attendibilità.

Per un maggior dettaglio sul profilo di velocità (V_{SH}) della verticale analizzata si riporta di seguito la sintesi numerica dei risultati dove sono rappresentati i tempi T_0 di percorrenza dell'onda riflessa ad *offset* zero, la velocità di *stack* dei singoli riflettori (velocità quadratica media), la velocità intervallare dei domini litologici compresi tra due riflessioni continue e la profondità dei riflettori.

N.	Tempo 0 (sec)	Vstack (m/s)	Vint (m/s)	Profondità (m)
1	0.008	406	322	0.00
2	0.032	345	322	3.87
3	0.101	396	418	18.27
4	0.158	345	228	24.77
5	0.287	326	301	44.19
6	0.378	314	273	56.60
7	0.439	335	443	70.13
8	0.628	468	468	114.36
9	0.792	536	741	175.10 (non att.)
10	1.000	650	968	275.79 (non att.)

Tabella 5.1.2: Risultati analisi di velocità Misura - MARW.



Nella figura precedente è graficamente illustrata la sezione stack in tempi (a sinistra), con le varie discontinuità incontrate nel sottosuolo rappresentate dai picchi positivi e negativi, e in profondità (a destra).

Viene inoltre riportato il profilo delle velocità intervallari caratteristiche dei macro domini litologici incontranti in profondità dalla prospezione sismica. La conversione dei risultati da tempi in profondità è stata operata attraverso l'analisi delle velocità sulla *semblance* costruita sui sismogrammi elaborati.

Assumono, infine, rilevanza geologica le riflessioni incontrate a c.a. 4 m e 18 m, che sulla base dei dati di pozzo al contorno individuano il dominio di sabbie e ghiaie alluvionali più superficiale, e la riflessione a c.a. 115 m che potrebbe rappresentare il passaggio tra i depositi di copertura e il substrato.

5.2 – SONDAGGIO GEOGNOSTICO

Al fine di caratterizzare direttamente i terreni di superficie presenti nell'area d'intervento, si sono presi in considerazione i dati derivanti da un sondaggio geognostico a carotaggio continuo precedentemente realizzato nell'area e dal quale è stato estratto un campione indisturbato di terreno per le analisi di laboratorio.

Di seguito viene riportata una descrizione sintetica dei terreni emersi dal sondaggio geognostico realizzato;

S1	
da 0.0 a 0.5 metri:	soletta di cemento
da 0.5 a 1.5 metri:	riporto
da 1.5 a 1.7 metri:	sabbie fini e limi con ciottoli centimetrici.
da 1.7 a 2.3 metri:	limi sabbiosi a media consistenza
da 2.3 a 2.7 metri:	sabbie grossolane sciolte
da 2.7 a 4.0 metri:	sabbie limose fini mediamente compatte con ciottoli centimetrici
da 4.0 a 5.0 metri:	ghiaie medio fini
da 5.0 a 6.0 metri:	alternanza di sabbie ghiaiose e limi sabbiosi

Tabella 5.2.1: Descrizione dei terreni derivanti dal sondaggio.

5.3 – ANALISI DI LABORATORIO

Tra la profondità di circa 2.0-2.4 metri è stato prelevato un campione di terreno indisturbato che successivamente è stato sottoposto ad analisi di laboratorio per determinarne i parametri geotecnici efficaci.

Nella seguente tabella si riassumono i risultati di tutte le determinazioni di laboratorio eseguite sul campione di terreno prelevato entro la verticale S1.

PROGR	SOND	CAMP	Prof.	DESCRIZIONE GRANULOMETRICA	Parametri			
			z		f	c'	g	Um. nat
N	n°	n°	(m)		(°)	(Kg/cmq)	(Kg/dmc)	%
1	1	1	2,00 – 2,40	Limi argilloso-sabbiosi	26	0,11	1,9	18.2

Tabella 5.3.1: Risultati di laboratorio sui campioni indisturbati.

5.4 – DATABASE REGIONE TOSCANA – COMUNE DI FIRENZE

Ad integrazione dei dati geotecnici derivanti dal sondaggio geognostico presente nell'area si riportano le informazioni profonde presenti a supporto dei databases regionale e comunale per caratterizzare la parte di terreno che non è stato possibile investigare.

Il sondaggio SO-452 dal database della Regione, realizzato a circa 100 m a Est dell'intervento permette di estendere le informazioni stratigrafiche sino a circa 40 m di profondità.

SO-452	
da 0 a 4 metri:	limi sabbioso-argillosi
da 4 a 19 metri:	ghiaie
da 19 a 40 metri:	argille limose

Mentre le indagini geotecniche in foro eseguite nei sondaggi 357 e 358 a supporto del database comunale restituiscono valori di Nspt per caratterizzare il dominio ghiaioso:

SO-357		
7.5 metri:	ghiaie da fini a grossolane	Nspt=9
11 metri:	ghiaie da fini a grossolane	Nspt=20

SO-358		
7.5 metri:	ghiaie da fini a grossolane	Rifiuto
15 metri:	ghiaie da fini a grossolane	Nspt=14,5

Per il dominio ghiaioso-sabbioso, per cui si riporta un valore di P.U.V. dedotto dalla comparazione con altre indagini eseguite sugli stessi materiali, è quindi possibile prendere in considerazione un valore medio cautelativo di Nspt=14 a cui corrispondono i seguenti valori geotecnici:

$$g=1,95 \text{ Kg/dmc (stima comparativa)} \quad Dr=44\% \text{ (Skempton, 1986)} \quad fi=34^\circ \text{ (Schmertmann, 1975)}$$

$$Ed=185 \text{ Kg/cmq (Menzebach e Malcev)}$$

6 - CONCLUSIONI

Le indagini geognostiche già presenti e quelle geofisiche appositamente realizzate per caratterizzare l'area d'indagine hanno evidenziato la presenza, sotto lo strato di riporto/vegetale, di un terreno dotato di medio-alte caratteristiche geomeccaniche privo di indizi che riconducano a problematiche di carattere geologico morfologico.

Dott. Geol. Francesco Fiera

Corte Batano 15
55010 Altopascio (LU)

Tel. 393 9043743
e-mail francesco.fiera@alice.it

Inoltre, la falda idrica risulta attestarsi probabilmente in corrispondenza del livello granulare individuato dal sondaggio a circa 4,0 m di profondità, benché una leggera artesianità spinga il livello statico a posizionarsi alla quota di 3,5 m dal piano campagna.

In definitiva dalle risultanze delle analisi di sottosuolo eseguite e dal contesto urbanistico nel quale ricade il fabbricato è dunque possibile concludere che l'intervento proposto è compatibile con le caratteristiche geologiche del sito.

Altopascio, Giugno 2020

Dott. Geol. Francesco Fiera



The stamp is circular and contains the following text: "ORDINE DEI GEOLOGI DELLA REGIONE LIGURIA" around the top edge, "DOTT. GEOL. FRANCESCO FIERA" in the center, and "sez. A" at the bottom.

AI SENSI DELLA NORMATIVA VIGENTE IN MATERIA DI DIRITTI D'AUTORE, QUESTI ELABORATI NON POTRANNO ESSERE RIPRODOTTI O COMUNICATI AD ALTRE PERSONE O DITTE, ANCHE SOLO PARZIALMENTE, SENZA ESPlicitA AUTORIZZAZIONE DEL DOTT. FRANCESCO FIERA

Tavole Illustrative

**RICOSTRUZIONE SEZIONE AT CABINA PRIMARIA
"VARLUNGO"**

VIA P. GOBETTI, COMUNE DI FIRENZE

COMMITTENTE: e-distribuzione PROGETTISTA: Ing. Marco Petralli Giugno 2020



LEGENDA


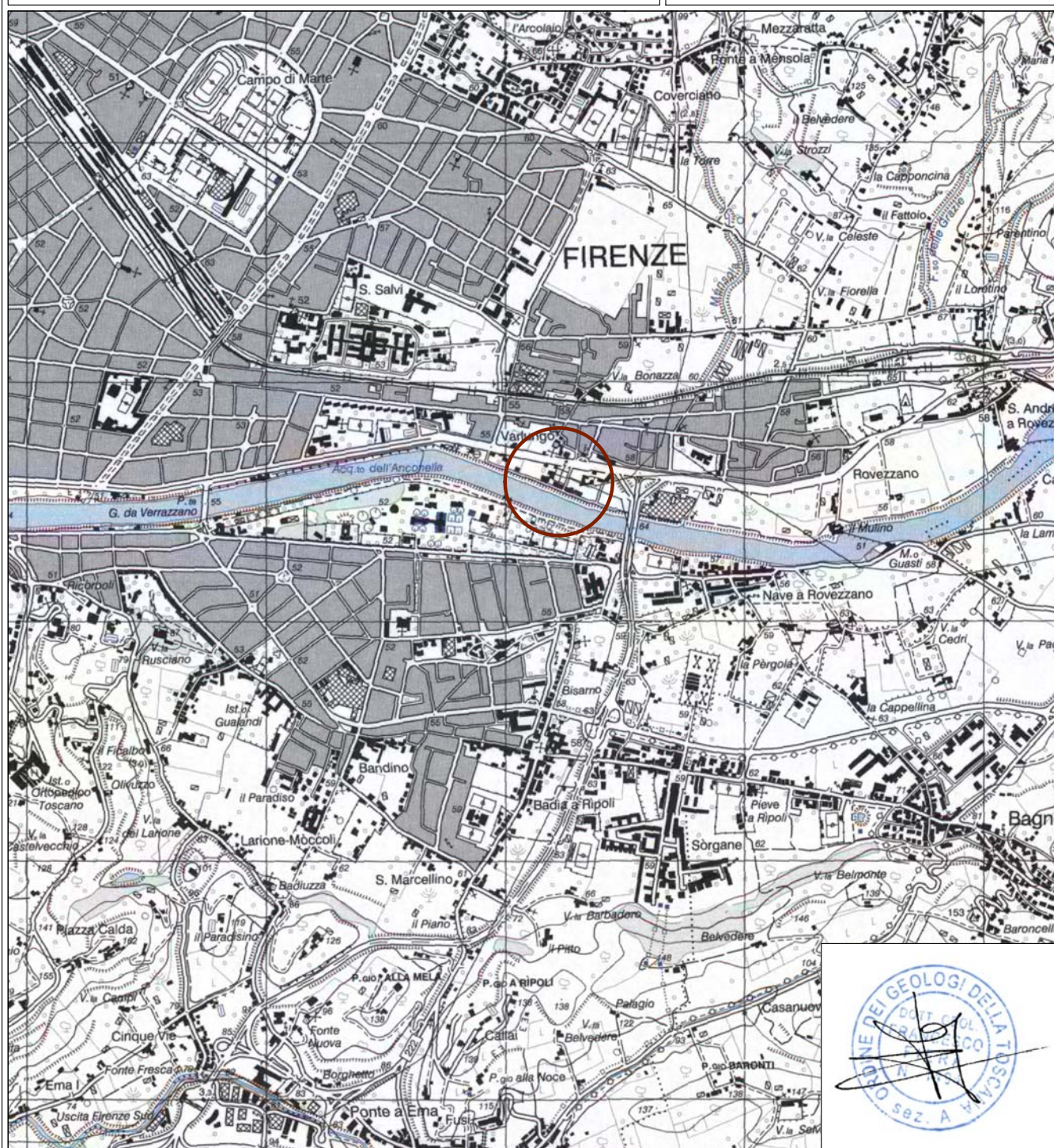
 Ubicazione area d'intervento

TAVOLA 1

Corografia

Estratto cartografia I.G.M.

Scala 1:25.000



**RICOSTRUZIONE SEZIONE AT CABINA PRIMARIA
"VARLUNGO"**

VIA P. GOBETTI, COMUNE DI FIRENZE

COMMITTENTE: e-distribuzione PROGETTISTA: Ing. Marco Petralli Giugno 2020



LEGENDA





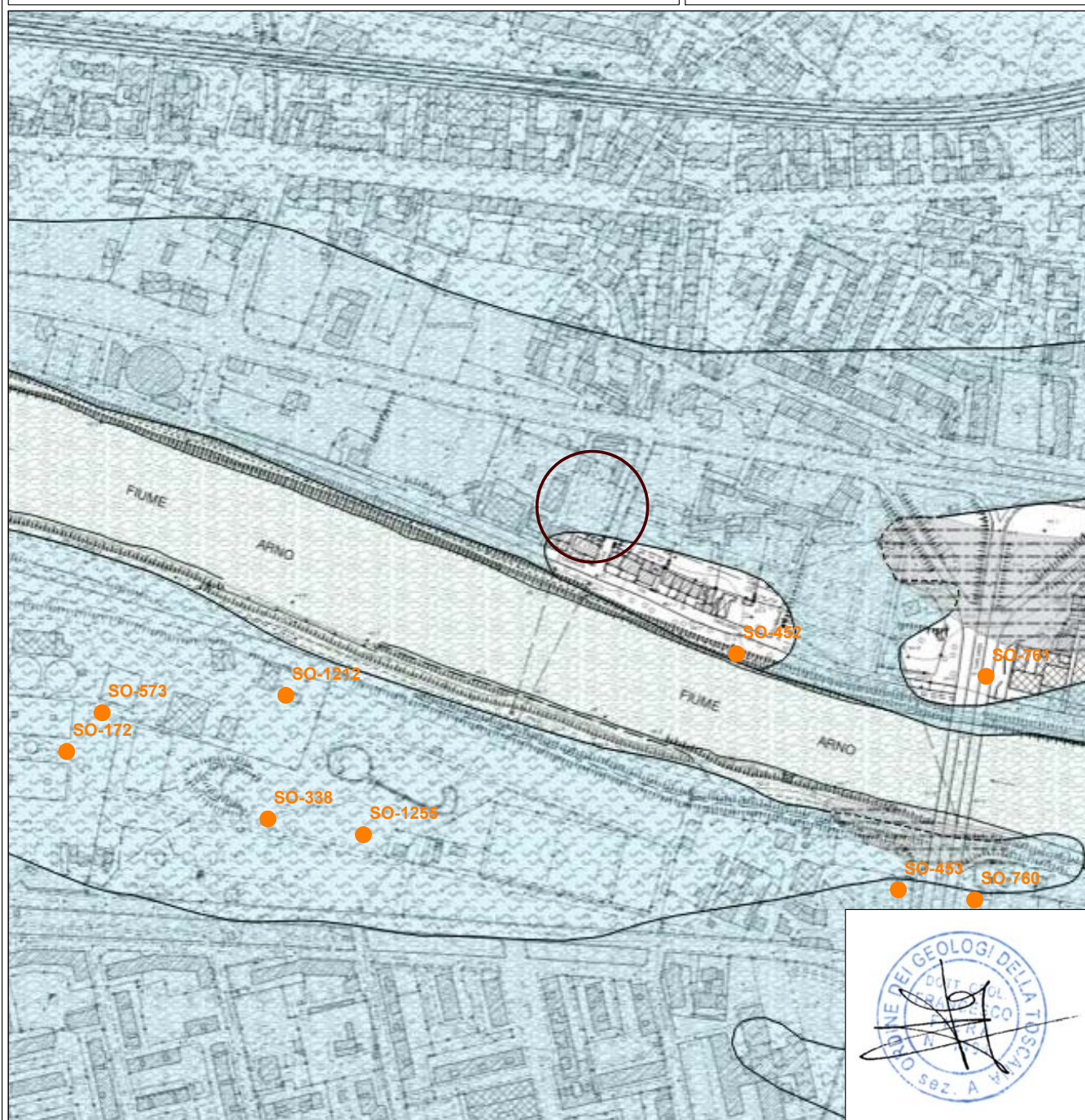
-  Alluvioni recenti (limi inorganici)
(Olocene)
-  Alluvioni recenti (ghiaie)
(Olocene)
-  Alluvioni recenti (granulometria indeterminata)
(Olocene)
- SO-452**
 Indagini puntuali (Database Regione Toscana)

TAVOLA 2

Carta geologica

Estratto da Continuum Geologico - Regione Toscana

Scala 1:5.000



**RICOSTRUZIONE SEZIONE AT CABINA PRIMARIA
"VARLUNGO"**

VIA P. GOBETTI, COMUNE DI FIRENZE

COMMITTENTE: e-distribuzione PROGETTISTA: Ing. Marco Petralli Giugno 2020



LEGENDA





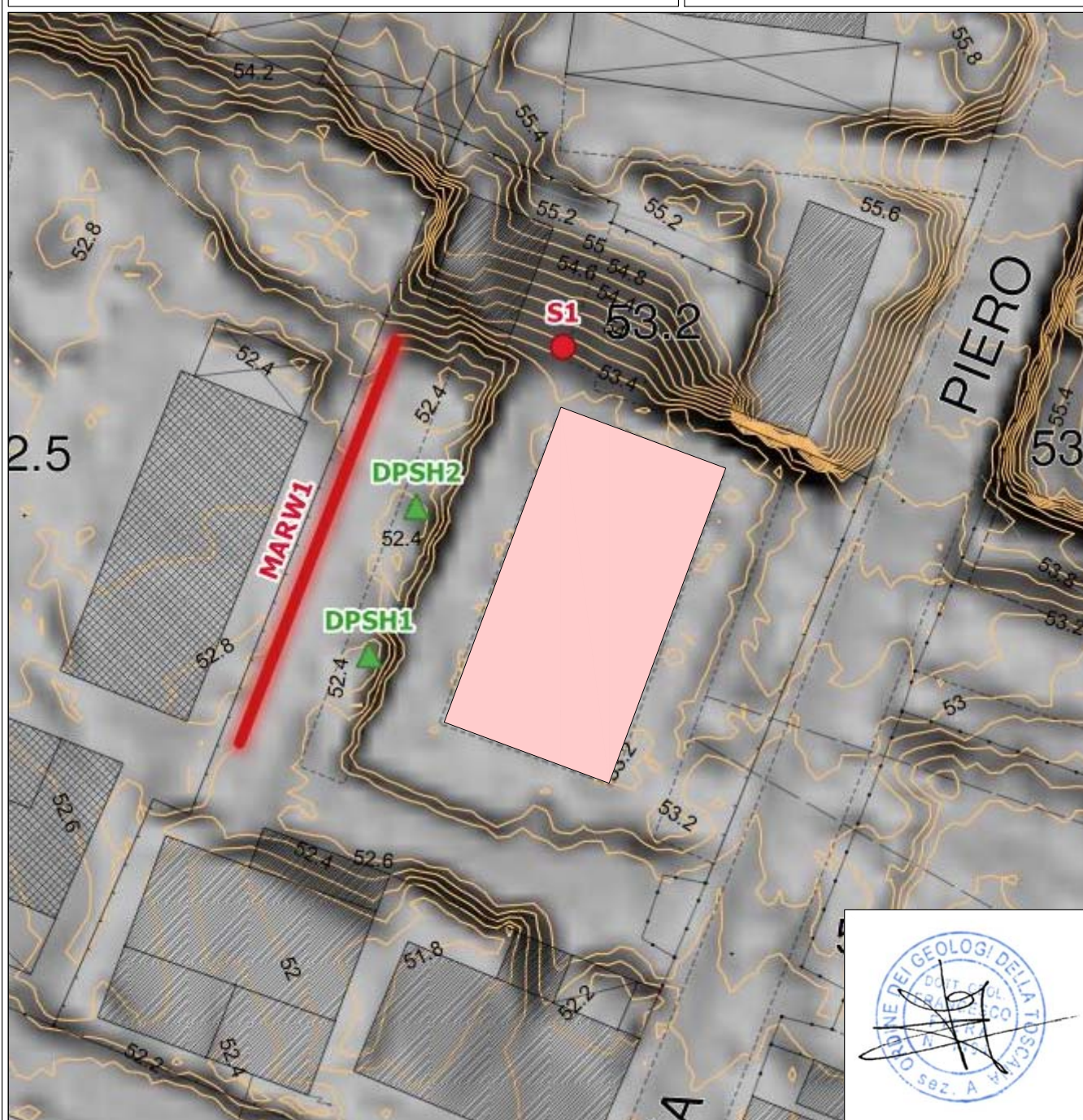
-  Area nuova cabina primaria
-  Linea sezione sismica MARW
-  Prova penetrometrica dinamica (a rifiuto)
-  Sondaggio a carotaggio continuo pregresso

TAVOLA 3

Dettaglio morfologico

*Estratto da Continuum Geologico RT
Base Lidar*

Scala 1:500



**RICOSTRUZIONE SEZIONE AT CABINA PRIMARIA
"VARLUNGO"**

VIA P. GOBETTI, COMUNE DI FIRENZE

COMMITTENTE: e-distribuzione PROGETTISTA: Ing. Marco Petralli Giugno 2020



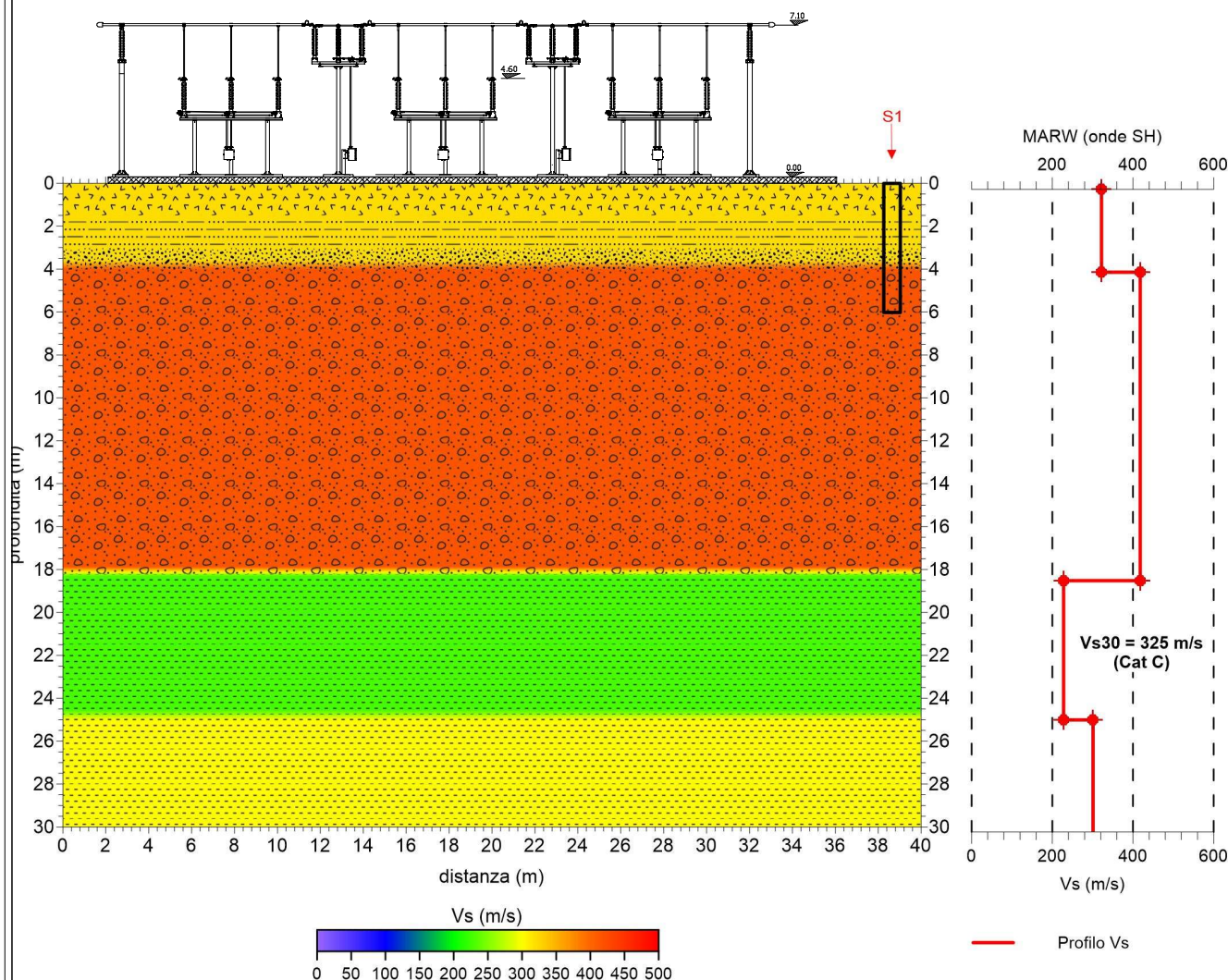
LEGENDA



TAVOLA 4

Sezione litotecnica derivata

Sezione
Scala 1:125



AI SENSI DELLA NORMATIVA VIGENTE IN MATERIA DI DIRITTI D'AUTORE, QUESTI ELABORATI NON POTRANNO ESSERE RIPRODOTTI O COMUNICATI AD ALTRE PERSONE O DITTE, ANCHE SOLO PARZIALMENTE, SENZA ESPlicitA AUTORIZZAZIONE DEL DOTT. FRANCESCO FIERA

Allegati

AI SENSI DELLA NORMATIVA VIGENTE IN MATERIA DI DIRITTI D'AUTORE, QUESTI ELABORATI NON POTRANNO ESSERE RIPRODOTTI O COMUNICATI AD ALTRE PERSONE O DITTE, ANCHE SOLO PARzialmente, SENZA ESPlicita AUTORIZZAZIONE DEL DOTT. FRANCESCO FIERA

Sondaggio Geognostico

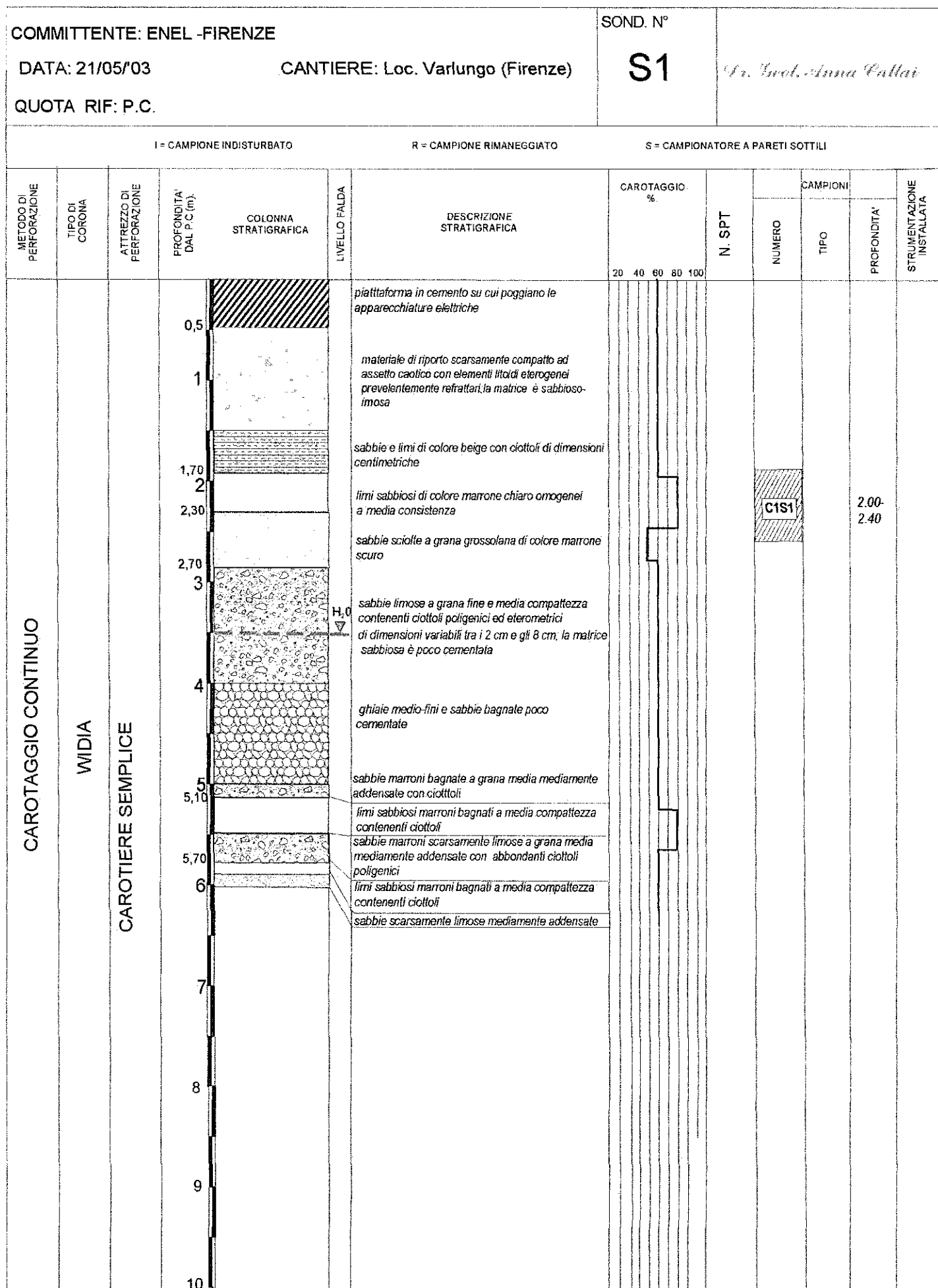


Fig. 5 Stratigrafia del sondaggio S1

AI SENSI DELLA NORMATIVA VIGENTE IN MATERIA DI DIRITTI D'AUTORE, QUESTI ELABORATI NON POTRANNO ESSERE RIPRODOTTI O COMUNICATI AD ALTRE PERSONE O DITTE, ANCHE SOLO PARZIALMENTE, SENZA ESPLICITA AUTORIZZAZIONE DEL DOTT. FRANCESCO FIERA

Analisi di Laboratorio



LABOTER s.n.c.
Laboratorio geotecnico
A.L.G.I. n. 89



**Associazione
Laboratori
Geotecnici
Italiani**

Via Nazario Sauro 440 - 51030 Pontelungo (PT) - Tel. 0573 570666 - Fax. 0573 910066 - e.mail : laboter@tin.it
P. IVA : 00615820474 - C.C.I.A.A. 139069

Comm.te : TECNA s.n.c. per ENEL - FIRENZE

Cantiere : Via Arefina - Firenze

Consegna campioni : 22/05/03

Termine analisi : 10/06/03

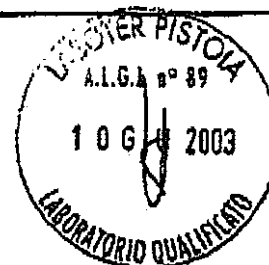
CAMPIONI PERVENUTI : 1
CAMPIONE TIPO : INDISTURBATO

Analisi e prove eseguite :

Apertura campioni (ASTM D2485-93)	X
Contenuto d'acqua (ASTM D2216-82)	X
Peso di volume (M.I. PT 09/03)	X
Analisi granulometrica (ASTM D422-63)	
Limiti di Atterberg (ASTM D4318-94)	
Peso specifico dei gran (ASTM D854-92)	
Prova di taglio diretto (ASTM D3080-72)	X
Prova di compressione ELL (ASTM D2165-85)	
Prova edometrica IL (ASTM D2435-90)	X
Prova triassiale (ASTM D2850-87)	
Prove di permeabilità (ASTM D2434-88)	
Classificazione U.S.C.S. (ASTM D2487-93)	X
Prova di compattazione (ASTM D2168-90)	

CERTIFICATO n° 05103

Pagina 7



Direttore Laboratorio
Dott. Geologo Paolo Tognelli


Dott. Paolo Tognelli
GEOLOGO

CARATTERISTICHE FISICHE

Committente..... TECNA s.r.l. per ENEL - FIRENZE
 Cantiere..... Via Aretina - Firenze
 Sond..... 1 Camp..... 1 da.....m.: 2,0-2,4
 CERTIFICATO n° 05102 Pagina 1
 Tipo di campione : Campione indisturbato Lunghezza (cm.) = 30

Note :

Pocket penetrometer (Kg/cm²) =

Scissometro (Kg/cm²) =

Caratteristiche fisiche del campione

Peso di volume γ (gr/cm ³) =	1,907
Umidità naturale w (%) =	18,2
Peso Specifico G_s (gr/cm ³) =	2,650
Densità secca G_d (gr/cm ³) =	1,614
Indice dei vuoti e =	0,642
Saturazione (%) =	75
Porosità n (%) =	39

Limiti di Atterberg

Limite Liquido WL % =
 Limite Plastico WP % =
 Indice di Plasticità IP =
 Indice di Consistenza Ic =
 Limite Ritiro WR % =

Analisi Granulometrica

% ghiaia % sabbia % limo % argilla

Taglio Diretto

ELL

TX CIU

ϕ' (°)	c' (kg/cm ²)	c_u (kg/cm ²)	ϕ' (°)	c' (kg/cm ²)
28	0,11			

Prova di compressione edometrica

Indice di compressibilità C_c =

0,237

INTERVALLO

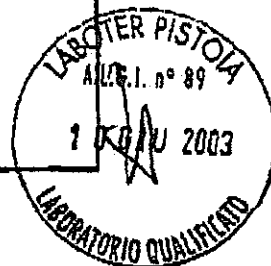
cv

k

E

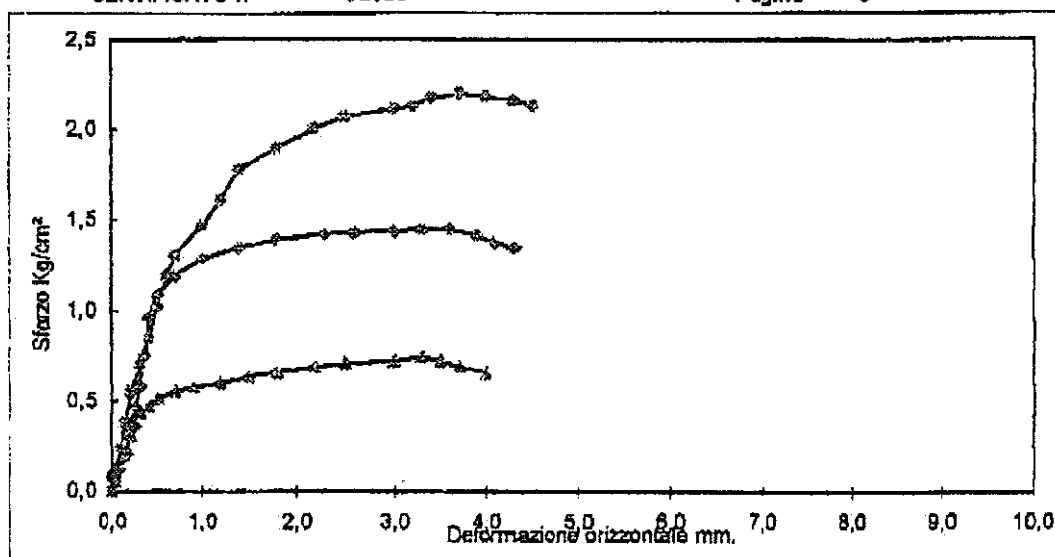
C_z

		cm ² /sec	cm/sec	kg/cm ²	
0,25-0,5 kg/cm ²		4,9E-04	2,7E-08	19	
0,5-1,0 kg/cm ²		7,5E-04	2,9E-08	26	
1,0-2,0 kg/cm ²		8,0E-04	1,8E-08	34	
2,0-4,0 kg/cm ²		7,8E-04	1,4E-08	56	
4,0-8,0 kg/cm ²		7,4E-04	7,5E-09	99	
8,0-16,0 kg/cm ²		8,8E-04	4,8E-09	184	
16,0-32,0 kg/cm ²					



PROVA DI TAGLIO DIRETTO
Consolidato non drenato CU

Committente..... **TECNA s.n.c. per ENEL - FIRENZE**
 Cantiere..... **Via Aretina - Firenze**
 Sond.... **1** Camp... **1** da..... **2,0-2,4**
CERTIFICATO n° 05103 **Pagina 3**

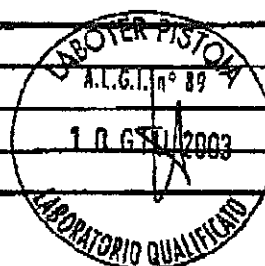


		PROVINO n. 1		PROVINO n. 2		PROVINO n. 3	
Velocità mm/min.	0,100	Iniziale	Finale	Iniziale	Finale	Iniziale	Finale
Altezza (mm)		20	19,35	20	18,99	20	18,52
Diametro (mm)		63		63		63	
Volume (cm³)		63,34		63,34		63,34	
γ umido (g/cm³)		1,907		1,907		1,902	
γ secco (g/cm³)		1,614		1,614		1,610	
Umidità (%)		18,2		18,2		18,2	

PARAMETRI A ROTTURA

Pressione verticale Kg/cm².....		1		2		3
Sforzo a rottura Kg/cm².....		0,743		1,448		2,199
Deform. verticale consolidazione mm.....		0,530		0,82		1,25
Deform. verticale mm....		0,660		1,010		1,480
Deformazione orizzontale mm....		3,300		3,300		3,700

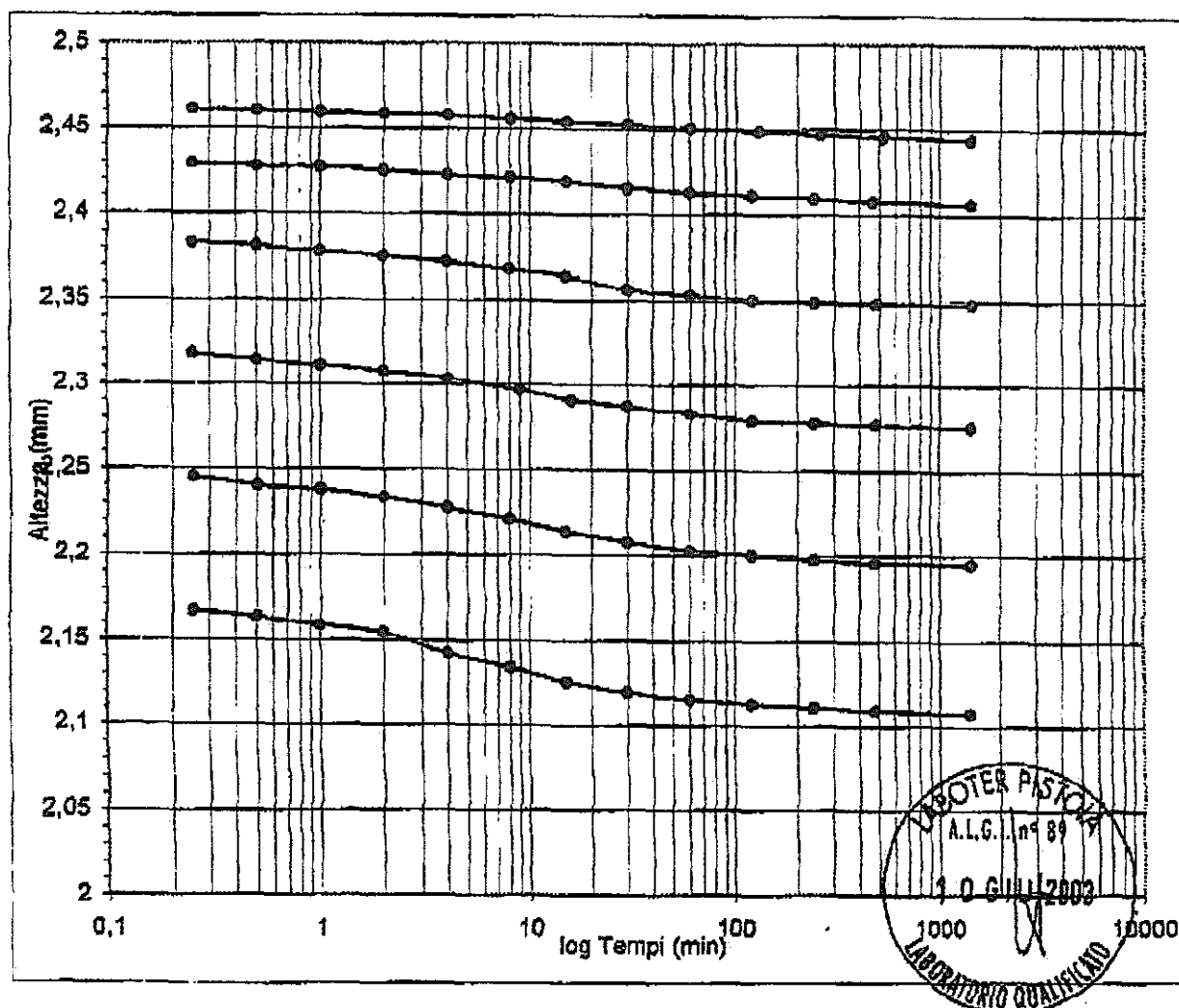
Coesione intercetta c' Kg/cm² =		0,44
Angolo di resistenza al taglio ϕ^o =		28
Coesione residua c_r Kg/cm² =		
Angolo di resistenza al taglio residuo ϕ^o =		



PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA

Committente..... TECNA s.n.c. per ENEL - FIRENZE
 Cantiere..... Via Aretina - Firenze
 Sond.... 1 Camp... 1 da..... 2,0-2,4
 CERTIFICATO n° 05103 Pagina 7

INTERVALLO	cv	k	mv	Ca
	cm ² /sec	cm/sec	cm ² /Kg	
0.25-0.5	4,9E-04	2,7E-08	0,0540	
0.5-1.0	7,5E-04	2,8E-08	0,0380	
1.0-2.0	6,0E-04	1,8E-08	0,0293	
2.0-4.0	7,8E-04	1,4E-08	0,0180	
4.0-8.0	7,4E-04	7,5E-08	0,0101	
8.0-16.0	8,8E-04	4,8E-08	0,0054	
16.0-32.0				



AI SENSI DELLA NORMATIVA VIGENTE IN MATERIA DI DIRITTI D'AUTORE, QUESTI ELABORATI NON POTRANNO ESSERE RIPRODOTTI O COMUNICATI AD ALTRE PERSONE O DITTE, ANCHE SOLO PARZIALMENTE, SENZA ESPlicitA AUTORIZZAZIONE DEL DOTT. FRANCESCO FIERA

Certificati indagine sismica

Report Indagine Sismica

INDAGINE GEOFISICA
MARW (Multichannel Analysis of Reflected Waves)



LOCALITA':
Via Gobetti, Firenze

RICHIEDENTE:
e-distribuzione

PROGETTISTA:
Ing. Marco PETRALI

DIREZIONE INDAGINI:
Geol. Francesco FIERA

DITTA ESECUTRICE:
Geo-Ernergizers snc

[Giugno 2020]

INDAGINE GEOFISICA
MARW (*Multichannel Analysis of Reflected Waves*)

Via Gobetti
Comune di Firenze (FI)

17.06.2020

RICHIEDENTE: **E-DISTRIBUZIONE**

PROGETTISTA: **ING. MARCO PETRALLI**

DIREZIONE INDAGINI: **GEOL. FRANCESCO FIERA**

DITTA ESECUTRICE: **GEO-ENERGIZERS SNC**

PREMESSA

Su incarico della committenza è stata condotta una campagna d'indagini geofisiche allo scopo di fornire indicazioni utili alla caratterizzazione sismica del sito in esame. La campagna, svolta in data 17.06.2020, si è articolata nell'esecuzione di n°1 stendimenti sismici a riflessione in Onde SH con tecnica MARW.

Nella figura seguente si riporta l'esatto sviluppo su CTR Regione Toscana.

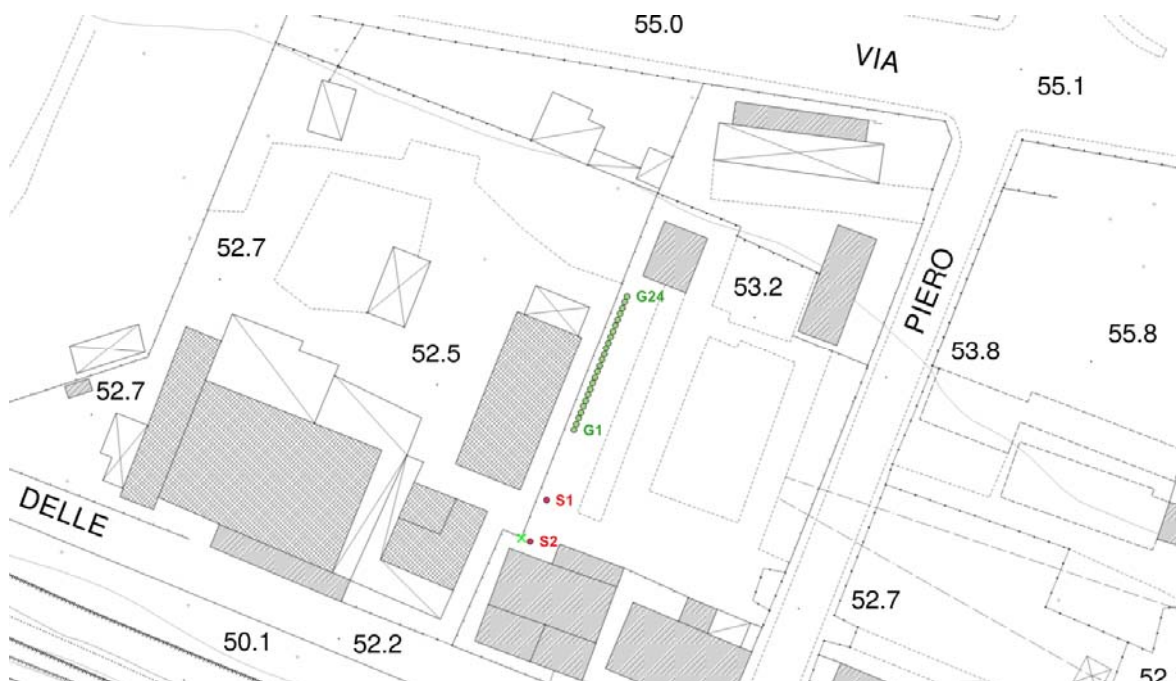


Figura. 1: Localizzazione stesa sismica

La tecnica MARW ha avuto lo scopo di individuare i riflettori principali e di ottenere informazioni circa il modello di velocità dei terreni costituenti il sottosuolo. Il modello di velocità ottenuto è stato quindi utilizzato per l'applicazione delle correzioni statiche e per la corretta trasformazione dei dati da tempi a profondità.

La prospezione è stata acquisita mediante energizzazione in *multistacking* facendo ricorso ad apposita mazza sismica da 12 Kg impattante lateralmente su traversina in legno resa solidale al terreno mediante contrappeso. La conformazione logistica dei luoghi ha permesso di realizzare gli scoppi e di posizionare tutti i geofoni nei punti previsti in fase di progettazione dell'indagine, ottenendo per la sezione (denominata MARW1) la totale copertura del segnale

STRUMENTAZIONE

La strumentazione utilizzata per l'acquisizione dei dati di campagna è la seguente:

Energizzatore	mazza da 12 Kg su traversina	generazione segnale
Geofoni orizz high sensitivity. (4,5 Hz)	24 – 3,4 KOhm 4,5Hz	conversione segnale sismico in elettrico

Geofono starter (100 Hz)	4kOhm 100Hz	start registrazione
Sismografo SARA Do.Re.Mi.	digitalizzatori - 24 bit	conversione segnale A/D e registrazione
Interfaccia Do.Re.Mi. master		alimentazione, collegamento PC,
Computer	Acer Aspire One D150-1Bw	visualizzazione, memorizzazione dati

Tabella. 1: Strumentazione di acquisizione per analisi Sismica.

La strumentazione è composta da una serie di geofoni (velocimetri ad oscillazione orizzontale che vengono attivati dal segnale di *input* generato dal geofono *starter*).

Ciascun sensore è collegato ad un canale di registrazione che converte istantaneamente il segnale analogico ricevuto dal geofono in segnale digitale, registrandolo nella sua unità di memoria interna e rendendolo disponibile per il successivo *download*. Il recupero dei dati, eseguito al termine di ciascuna acquisizione, è garantito dall'interfaccia *master* e dallo specifico *software* installato su PC portatile.

L'interfaccia *master* registra con precisione il segnale *start* proveniente dalla fonte di energizzazione e consente la corretta comunicazione tra il *personal computer* e i canali costituendo parte integrante del sistema di alimentazione dello strumento.

TECNICA MARW - (*Multichannel Analysis of Reflected Waves*)

La tecnica sismica a riflessione classica si basa sulla registrazione dei tempi che intercorrono tra l'istante in cui viene generato uno specifico impulso elastico in superficie e l'istante di ricezione dell'impulso generato da una o più riflessioni su altrettante superfici riflettenti poste al di sotto del piano di campagna.

A differenza della sismica a rifrazione tale metodologia non necessita dell'assunto che la velocità di propagazione dell'onda aumenti con la profondità. La riflessione sfrutta il solo contrasto di impedenza sismica (sia positivo che negativo) tra materiali di diversa natura; così una variazione delle caratteristiche tra litotipi differenti, o all'interno dello stesso litotipo, dà luogo a una riflessione delle onde elastiche in corrispondenza della superficie di separazione.

Il vantaggio significativo di questa tecnica d'esplorazione è la capacità di penetrazione nel sottosuolo e l'accuratezza con cui è possibile localizzare le superfici riflettenti associate alla geometria e all'ubicazione delle discontinuità d'impedenza ivi presenti.

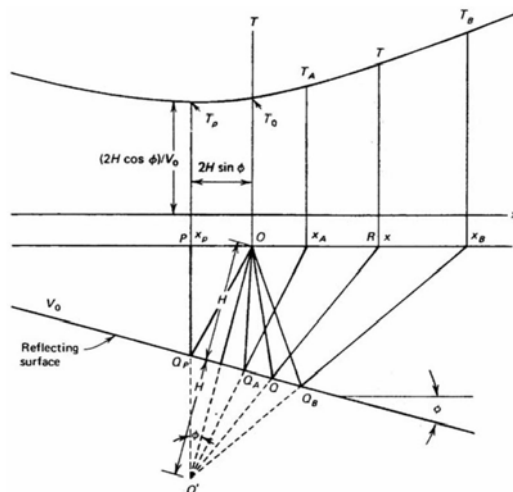
Per gli ambiti di indagine quale quello in oggetto, solitamente vengono impiegati sistemi di acquisizione a 24+48 canali con digitalizzatori a 24 bit.

Tramite appositi sistemi di energizzazione sono generate onde nel sottosuolo che vengono progressivamente registrate in superficie con una catena (*spread*) di ricevitori (geofoni).

L'equazione matematica che descrive la curva di un segnale riflesso è di tipo iperbolico (fig. successiva):

$$(V_1 \cdot t)^2 = 4H^2 + x^2 + 4H \cdot x \cdot \sin \varphi$$

dove V_1 rappresenta la velocità dell'onda che si propaga nel mezzo considerato omogeneo; t il tempo d'arrivo nel punto di ascissa generica x ; H lo spessore dello strato interessato; x la distanza del geofono dalla sorgente energizzante; ϕ l'inclinazione della superficie riflettente. Tramite appositi sistemi di energizzazione sono immesse onde sismiche (P o SH) nel sottosuolo le cui riflessioni vengono registrate in superficie con una catena (*spread*) di ricevitori (geofoni).

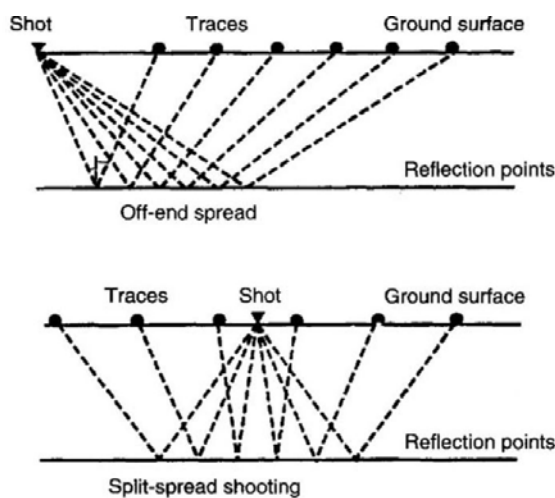


Traiettoria dei raggi sismici su un riflettore inclinato e relativo diagramma tempo-distanza.

In fase di acquisizione dei dati, i parametri fondamentali riguardanti la geometria dello stendimento sono:

- l'*offset* (distanza tra la sorgente energizzante e i sensori);
- il numero delle tracce registrate;
- la distanza tra le tracce.

La sorgente energizzante nella tecnica a riflessione può essere posta all'esterno dello stendimento geofonico (geometria *off-end spread*), oppure all'interno di esso (geometria *split-spread*).



Principali geometrie d'acquisizione.

Nelle acquisizioni 2D, solitamente vengono eseguite più misurazioni spostando la sorgente di energizzazione e lo stendimento geofonico in direzioni uguali oppure opposte, così da investigare una porzione più ampia di terreno.

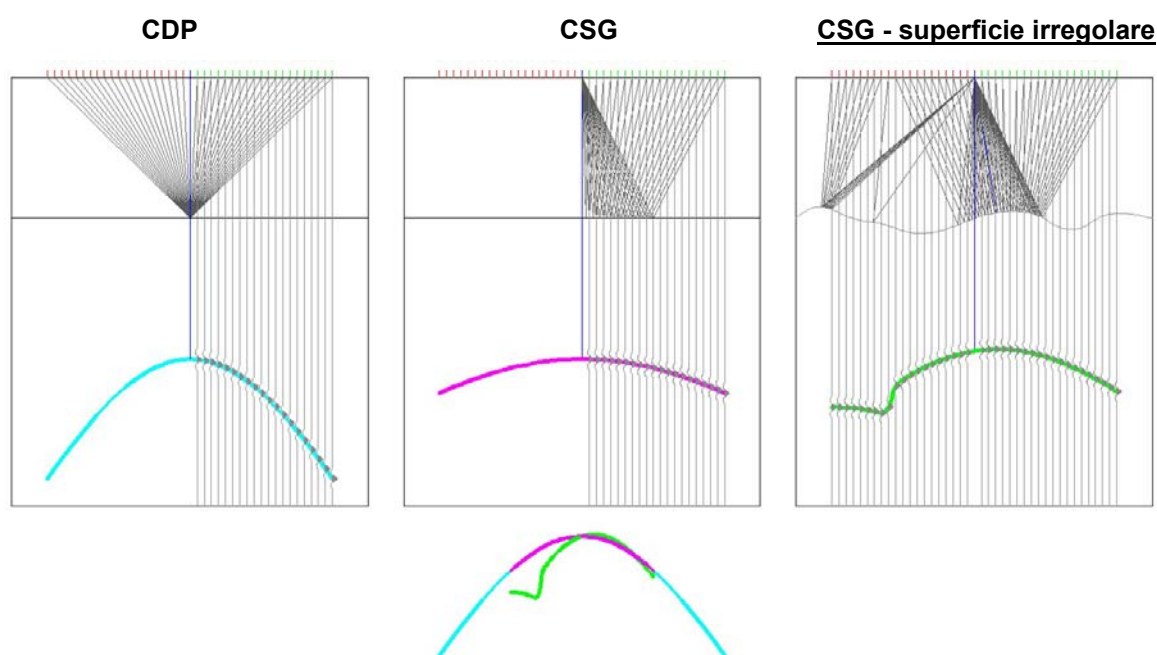
Su queste geometrie si basa la modalità di acquisizione del *common-depth-point* (CDP) che, energizzando in differenti posizioni permette di indagare (illuminare) più volte un dato punto in profondità ottenendo così più segnali associati. Tale processo consente d'incrementare il rapporto *segnale/rumore* rendendo il risultato finale più nitido in quanto filtrato degli effetti generati dal rumore random o coerente.

Tale modalità d'acquisizione prevede dunque almeno due coperture per ogni CDP conseguenza per cui risulta utile operare con tecniche multicanale (*multifold coverage*).

Infine, risulta di grande importanza la scelta dei valori di campionamento per evitare che si generi *aliasing* temporale e/o spaziale in fase di acquisizione.

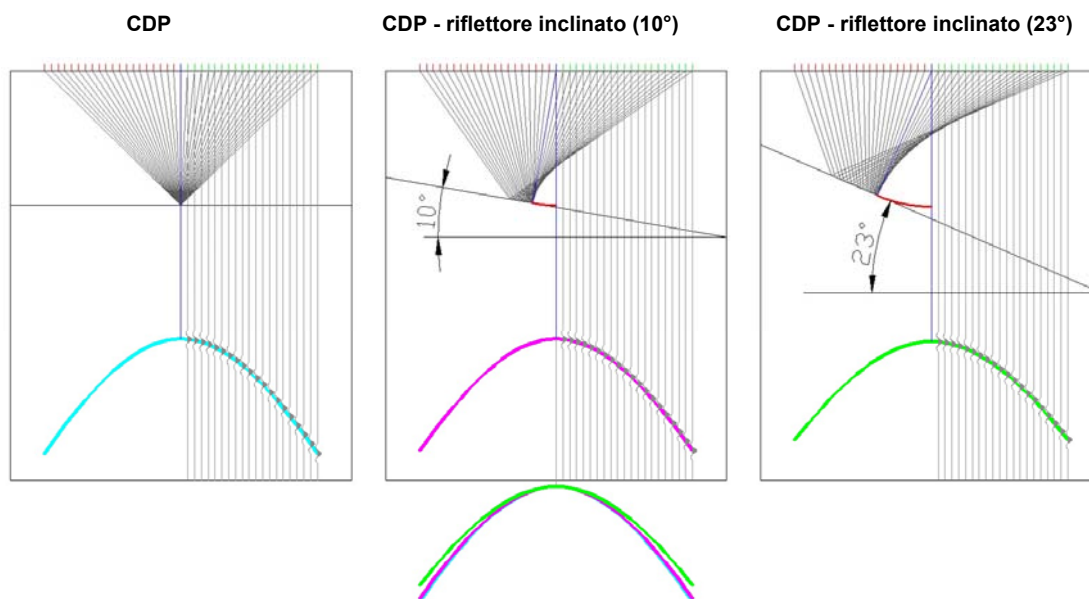
La tecnica **MARW** (*Multichannel Analysis of Reflected Waves*) è la semplificazione 1D della classica tecnica a riflessione 2D. Il vantaggio di tale tecnica deriva dalla semplificazione di acquisizione di un singolo CDP (*Common Depth Point*) o CSG (*Common Shot Gather*) da analizzare mediante il tradizionale *processing flow* della tecnica a riflessione 2D per ottenere una sismostratigrafia e un modello di velocità del sottosuolo su una verticale singola.

Acquisire un CDP o un CSG, nel caso si operi su superfici sub-pianeggianti e nel sottosuolo si abbiano contatti litologici continui con pendenze non superiori ai 10-15° è del tutto equivalente.



Metodologia di acquisizione Tecnica MARW.

Diversamente, se la superficie riflettente è molto irregolare o fortemente inclinata il solo metodo di acquisizione disponibile a garantire l'efficacia della tecnica è il CDP.



Metodologia di acquisizione Tecnica MARW.

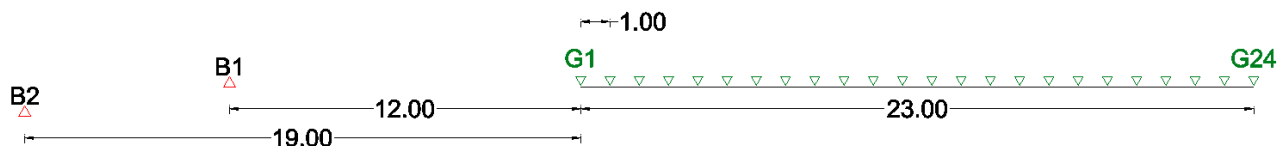
Infine, nel caso in cui la superficie riflettente superi una pendenza di 15° , in fase di elaborazione del dato, sarà necessario operare una correzione del DMO (*Dip Move Out*) per garantire una miglior rappresentazione grafica nella costruzione della *semblance* per l'analisi di velocità.

MODALITÀ E GEOMETRIA DI ACQUISIZIONE MARW

I parametri di acquisizione e la geometria dello stendimento adottato per l'acquisizione in oggetto sono di seguito specificati:

PARAMETRI DI ACQUISIZIONE	MARW1 (P)
Sismografo	Do.Re.Mi SARA
Numero canali	24
Numero geofoni per canale	1
Impedenza geofoni	3,4 K Ω
Frequenza naturale geofoni	4,5 Hz
Copertura nominale	100%
Passo campionamento	1 ms
Lunghezza registrazione	1 sec
GEOMETRIA STENDIMENTO	
Punti di energizzazione	2 punti all'estremità SUD stendimento
Passo geofoni	1,0 m
Offset minimo	12,0 m (S1) – 19,0 m (S2)
Offset massimo	35,0 m (S1) – 42,0 m (S2)
Spread	Off-end spread

Parametri e settaggi d'acquisizione ST-1.

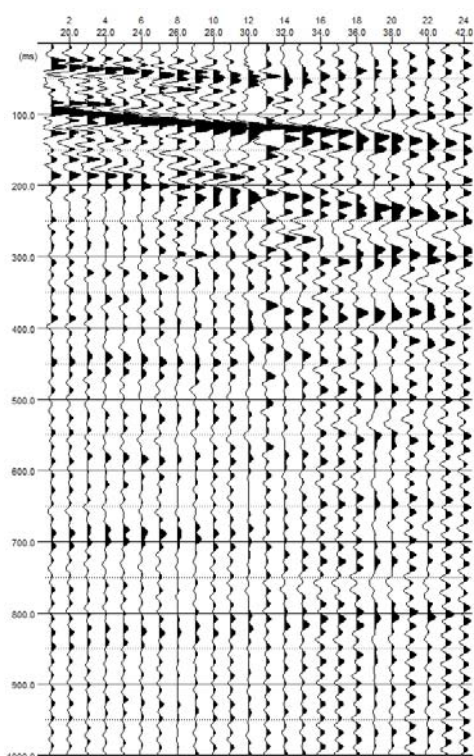


Caratteristiche di acquisizione stendimento a riflessione.

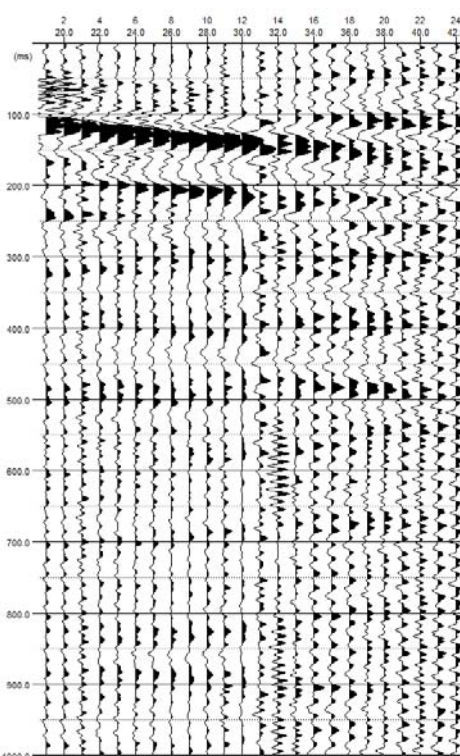
Per la realizzazione della stesa sismica è stata utilizzata una linea fissa (*fixed line*) con acquisizione *off-end* posizionando gli scoppi a una distanza di 12,0 e 19 m dal primo geofono.

Per la generazione delle onde di taglio polarizzate orizzontalmente si è fatto ricorso all'utilizzo di una mazza sismica da 12 kg impattante lateralmente su una traversina in legno ben accoppiata al terreno e resa solidale ad esso mediante sovraccarico costituito dall'avantreno di un automezzo. A causa delle condizioni di elevata rumorosità ambientale del sito, per i punti d'energizzazione (*shot-point*) si è scelto di procedere ad un numero minimo di 6 registrazioni (*multistacking*), a vantaggio di un'ulteriore riduzione della componente di rumore ambientale nelle tracce. In questo modo sono stati ottenuti sismogrammi in cui il segnale generato, essendo sempre in fase, è sommato n volte mentre il rumore (*random*) tende ad annullarsi, favorendo così il rapporto Segnale/Rumore di ciascuna traccia.

Le tracce acquisite nei due punti di battuta sono state sottoposte a Quality Check direttamente in sito per valutare l'effettiva visibilità dei segnali riflessi in profondità. Dopo un'attenta analisi del dato si è ritenuto opportuno procedere all'elaborazione del sismogramma relativo allo scoppio 1 che dava maggiori garanzie di attendibilità per il risultato finale.



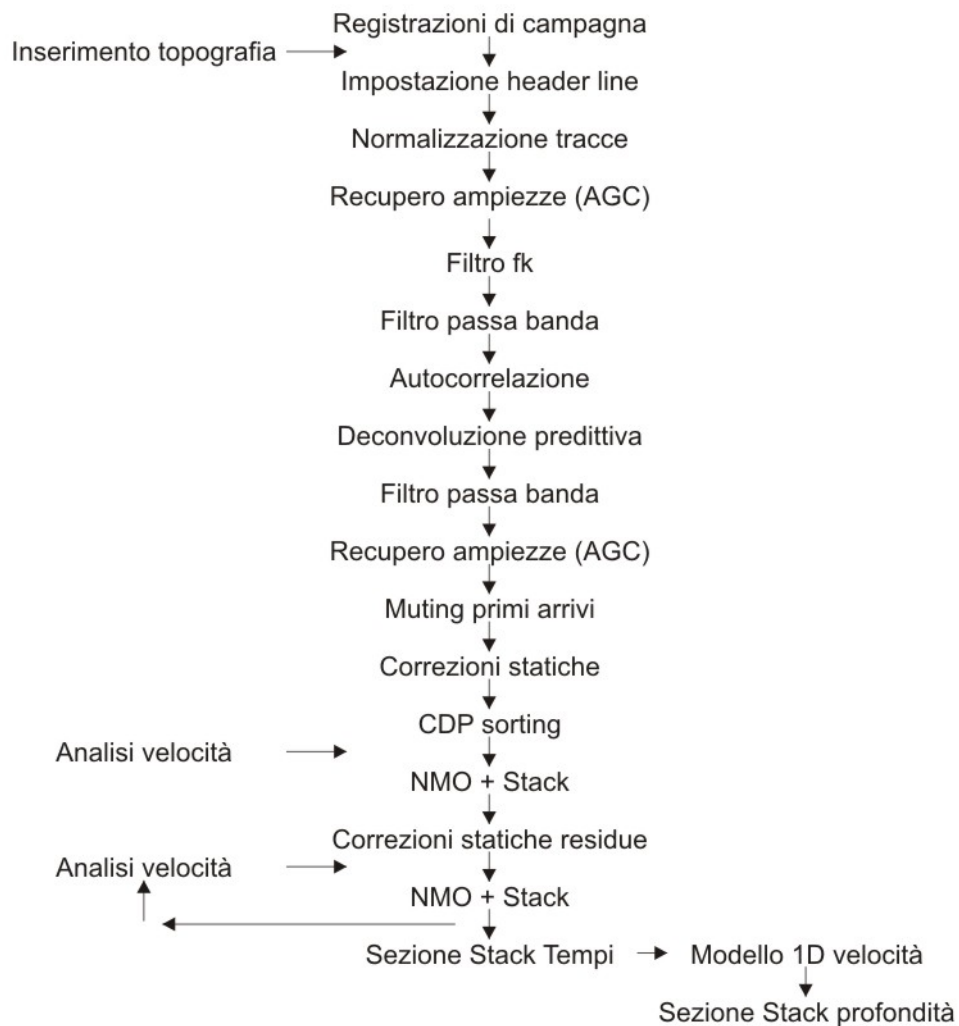
Sismogramma relativo allo scoppio S1



Sismogramma relativo allo scoppio S2

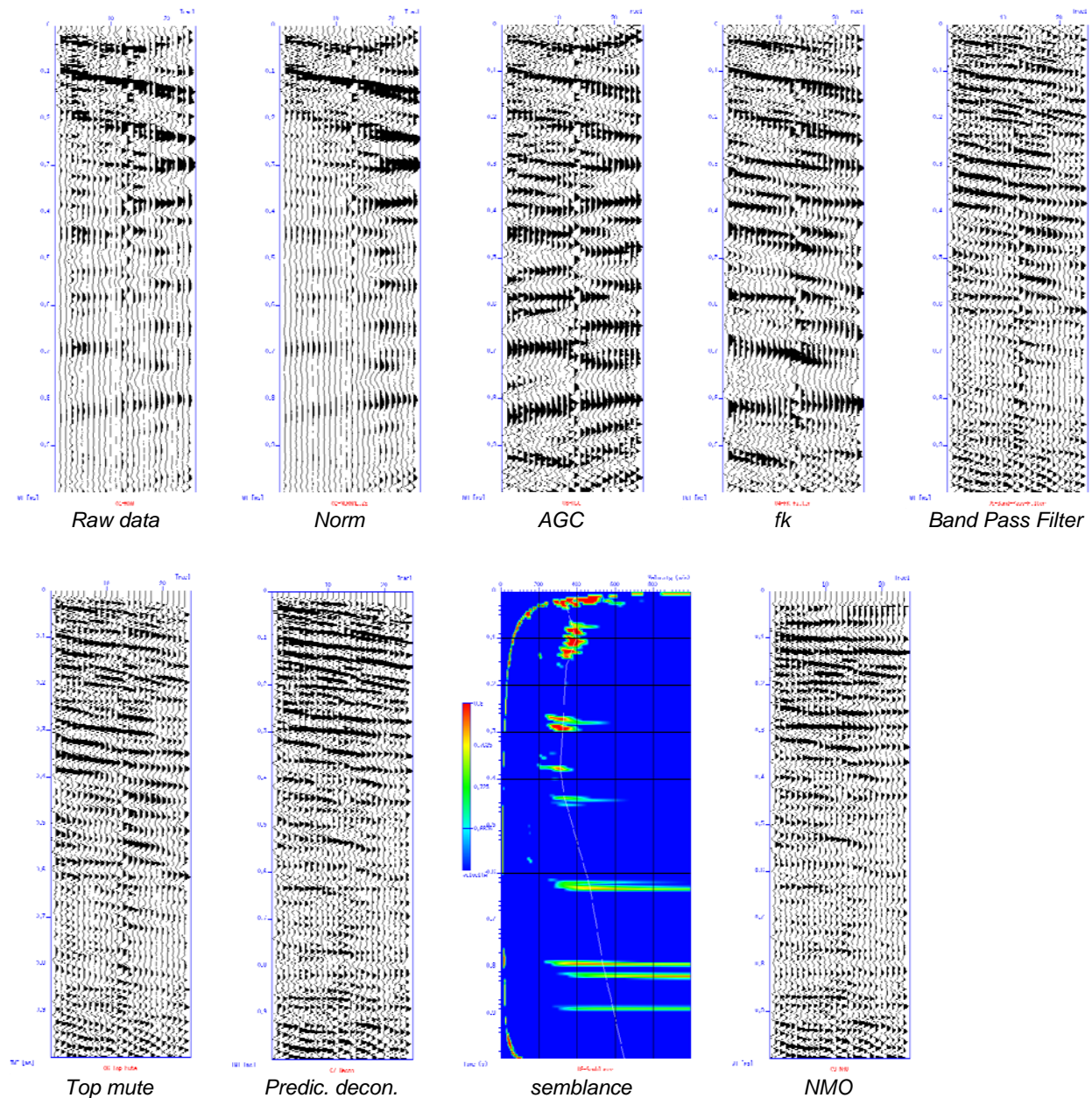
PROCESSING DEI DATI

I dati acquisiti con lo stendimento sono stati sottoposti alla sequenza di processing di indicata a fianco.



Flow-Chart delle operazioni di Processing.

Di seguito sono riportati i sismogrammi del *data-set* elaborato ai quali sono state applicate alcune delle funzioni di processamento presenti nella *Flow-Chart*.



Sismogrammi ottenuti dalle varie operazioni di *Processing*.

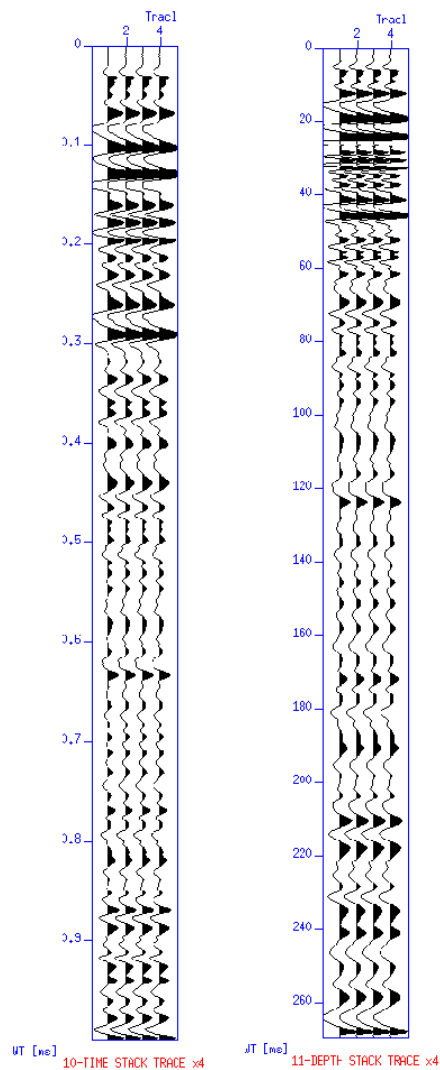
Nella fase di analisi di velocità dei riflettori è stato eseguito il picking delle riflessioni fino a tempi dove è osservabile del segnale coerente. Oltre tale limite temporale il rumore ambientale e i limiti legati alla geometria utilizzata producono sul segnale incertezze tali che l'analisi di velocità perde di attendibilità.

Per un maggior dettaglio sul profilo di velocità (V_{SH}) della verticale analizzata si riporta di seguito la sintesi numerica dei risultati dove sono rappresentati i tempi T_0 di percorrenza dell'onda riflessa ad *offset* zero, la velocità di *stack* dei singoli riflettori (velocità quadratica media), la velocità intervallare dei domini litologici compresi tra due riflessioni continue e la profondità dei riflettori.

N.	Tempo 0 (sec)	Vstack (m/s)	Vint (m/s)	Profondità (m)
1	0.008	406	322	0.00
2	0.032	345	322	3.87
3	0.101	396	418	18.27
4	0.158	345	228	24.77
5	0.287	326	301	44.19
6	0.378	314	273	56.60
7	0.439	335	443	70.13
8	0.628	468	468	114.36
9	0.792	536	741	175.10 (non att.)
10	1.000	650	968	275.79 (non att.)

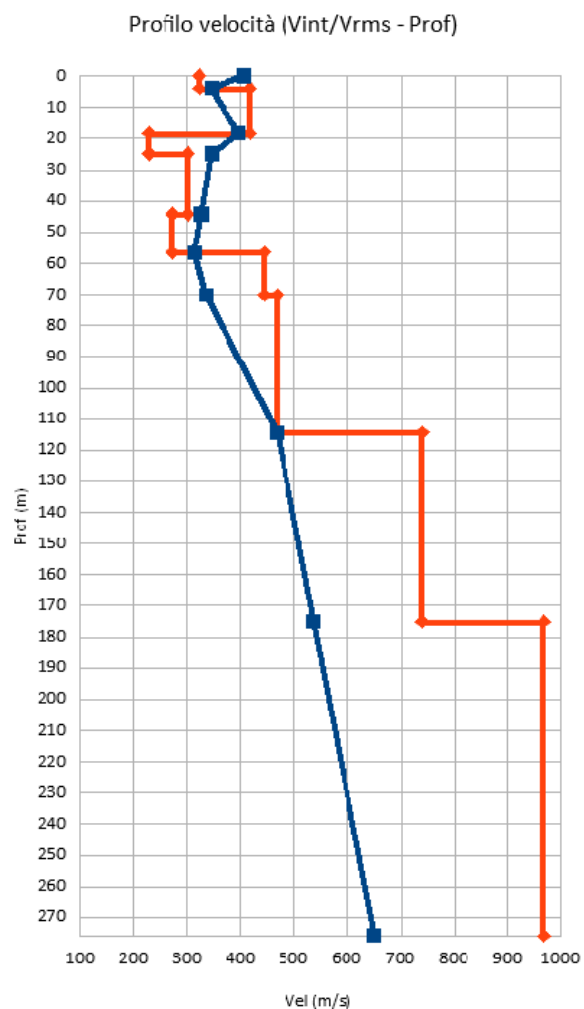
Risultati analisi di velocità Misura - **MARW**.

COMMENTO DEI RISULTATI



stack trace time

stack trace depth



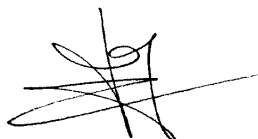
profilo di velocità

Nella figura precedente è graficamente illustrata la sezione stack in tempi (a sinistra), con le varie discontinuità incontrate nel sottosuolo rappresentate dai picchi positivi e negativi, e in profondità (a destra).

Viene inoltre riportato il profilo delle velocità intervallari caratteristiche dei macro domini litologici incontranti in profondità dalla prospezione sismica. La conversione dei risultati da tempi in profondità è stata operata attraverso l'analisi delle velocità sulla *semblance* costruita sui sismogrammi elaborati.

Assumono, infine, rilevanza geologica le riflessioni incontrate a c.a. 4 m e 18 m, che sulla base dei dati di pozzo al contorno individuano il dominio di sabbie e ghiaie alluvionali più superficiale, e la riflessione a c.a. 115 m che potrebbe rappresentare il passaggio tra i depositi di copertura e il substrato.

Documento verificato da:
Dott. Francesco Fiera



GEO-ENERGIZERS S.N.C.
Via C. Battisti, 38
56021 - CASCINA (Pisa)
C.F./P.I. 02044550503

Documento approvato da:
Dott. Massimiliano Perini

