



CITTA' METROPOLITANA DI MESSINA

3^ Direzione - Viabilità Metropolitana - 5° Servizio

PROGETTO ESECUTIVO

(Art. 23 comma 8 del D.Lgs. n° 50/2016)

****Patto per lo sviluppo della Città Metropolitana di Messina****

Lavori di ricostruzione del piano viabile particolarmente dissestato in alcuni tratti della S.P. 147 di S. Gregorio nel Comune di Capo d'Orlando.-

AGGIORNAMENTO PREZZIARIO 2019

Elaborati:

- | | |
|---------------------------------------|--------------------------------------|
| 1. RELAZIONE TECNICA | 7. ELABORATI DI CALCOLO |
| 2. RELAZIONE GEOLOGICA | 8. CRONOPROGRAMMA |
| 3. ELABORATI GRAFICI | 9. CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO |
| 4. ANALISI PREZZI | 10. P. S. C. E STIMA COSTI SICUREZZA |
| 5. ELENCO PREZZI | 11. PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA |
| 6. COMPUTO METRICO E QUADRO ECONOMICO | |

Messina li 21 maggio 2019

PROGETTISTI:

Ing. R. BONANNO

Geom. G. CASTANO

Geom. A. LETIZIA

VISTI E APPROVAZIONI:

Visto: Il Dirigente

VALIDAZIONE PROGETTO

Art. 26 del D.Lgs 50/2016

Verbale in data 11 LUG. 2019

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
ing. Giovanni LENTINI

APPROVAZIONE IN LINEA TECNICA

Art. 5, comma 3 L. R. N° 12/2011

PARERE N° 28 del 11 LUG 2019

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

ing. Giovanni LENTINI

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

ing. Giovanni LENTINI



CITTA' METROPOLITANA DI MESSINA

III DIREZIONE - VIABILITA' METROPOLITANA

**LAVORI DI RICOSTRUZIONE DEL PIANO
VIABILE PARTICOLARMENTE DISSESTATO IN
ALCUNI TRATTI DELLA DELLA S.P. 147 DI SAN
GREGORIO NEL COMUNE DI CAPO D'ORLANDO.**

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA



IL GEOLOGO

Dott. Rosario Riolo

Riolo

- Considerazioni geologico-tecniche;
- Conclusioni.

Allegati

- ✓ Stralcio planimetrico scala 1:10.000;
- ✓ Stralcio carta dei dissesti (P.A.I.);
- ✓ Carta geologica scala 1:10.000;
- ✓ Sezioni geologiche 26-28.

INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO E GEOMORFOLOGICO

La zona esaminata topograficamente ricade nella tavoletta "NASO" foglio 252 II N.O.; l'area sulla quale ricade la strada in esame è ubicata nel territorio del Comune di Capo d'Orlando, a nord della S.S.113 ai piedi della collina che va dal Promontorio del Santuario Maria SS. Di Capo d'Orlando verso le località di San Martino e Marmoro. Dal punto di vista geomorfologico, la zona predetta insiste su un'area a morfologia pianeggiante caratterizzata da minime pendenze con quote intorno ai 5-7 metri (s.l.m.).

La superficie topografica mostra un andamento morfologico tipico di terreni interessate dall'azione del mare con spianate orizzontali o sub-orizzontali a debolissima acclività, rispecchiando il risultato del processo di formazione di questi terreni che è prevalentemente di erosione e trasporto a monte, con copioso deposito a valle.

Geomorfologicamente parlando si può dunque esprimere un giudizio positivo circa la realizzazione di quanto in progetto.

GEOLOGIA

Il rilevamento geologico di campagna esteso anche ad aree limitrofe all'area direttamente interessata dalle opere in progetto, nonché le indagini geognostiche realizzate e, in particolare, il sondaggio geognostico profondo 20 mt., hanno permesso di ricostruire la successione litostratigrafica locale.

I litotipi direttamente interessati dall'opera progettuale sono rappresentati da terreni di natura terrigena, riferibili alla formazione del Flysch di Capo D'Orlando.

Lo studio litostratigrafico permette di individuare una successione litologica di facies Sedimentaria, nell'ambito della quale si possono distinguere più unità litologiche principali, legate tra di loro da rapporti di giacitura anomali, determinati dalla sovrapposizione tettonica per falda di ricoprimento (unità più antiche su quelle più recenti).

La parte basale della successione è rappresentata dal Flysch di Capo D'Orlando, il quale è ricoperto per falda di sovrascorrimento dalle argille varicolori. I terreni del Flysch sono costituiti, nella zona, da alternanze tra banchi arenacei-arkosiche di colore grigio-giallastro intervallati da sottili livelli argillo-siltosi grigiastri, a volte soprattutto nella parte bassa ma anche addizionati a vari livelli si ha la presenza di grossi livelli conglomeratici. La stratificazione è ben evidente, con pendenze del tutto variabili a causa dell'elevata attività tettonica che ha creato spesso delle fratturazioni in corrispondenza di faglie.

Per quanto riguarda il sito interessato dal progetto, si può fare una distinzione tra la parte superficiale del litotipo, che è costituito da terreno agrario e arenarie alterate e parzialmente trasformate in terreno agrario e la parte più profonda dove affiorano gli strati arenacei intervallati da sottili livelli pelitici.

Nella parte superficiale il terreno è composto essenzialmente da sostanze organiche che lo trasformano in un buon suolo agrario.

IDROGEOLOGIA

Dal punto di vista idrogeologico le rocce vengono classificate come impermeabili o permeabili. Quest'ultime possono avere una permeabilità per fessurazioni, per porosità o mista, che è una combinazione delle precedenti. I primi sono rappresentati dalle argille che presentano una permeabilità molto bassa o assente, infatti in questi terreni sono presenti limitate e locali infiltrazioni di acque sotterranee (in corrispondenza di zone fratturate) che alimentano sorgenti, spesso a carattere stagionale e di irrisorie portate.

I terreni della successione prevalentemente arenacea sono caratterizzati da permeabilità discontinua e di tipo variabile ed orientato in funzione della litologia degli strati cui si riferisce. Infatti nell'ambito della stessa alternanza si riscontrano situazioni estreme rappresentabili dai livelli siltitico-pelitici impermeabili e dagli orizzonti arenacei permeabili. Ne consegue che parallelamente alla stratificazione, in corrispondenza di livelli arenacei continui, il coefficiente di permeabilità può presentare valori medio-buoni, mentre in corrispondenza dei livelli siltitico-pelitici si hanno condizioni di bassa o bassissima permeabilità.

CATEGORIA DEL SUOLO DI FONDAZIONE

Per la valutazione della categoria del suolo di fondazione in base alla nuova normativa sismica sono stati presi in esame i risultati della campagna di indagini geognostiche e geofisiche propedeutiche alla redazione del progetto esecutivo svolte nell'area interessata, consistenti nell'esecuzione di:

- n. 1 sondaggio geognostico profondo 20 mt.;

- n° 1 sondaggio sismico in foro del tipo Down-Hole.

Per i risultati completi di tali indagini si rimanda alla relazione tecnica specifica.

La prova Down-Hole è stata eseguita all'interno del sondaggio S1 (profondità di 20 m dal p.c.), con intervalli di acquisizione di 1,0 m..

Essa ha permesso la valutazione del valore della velocità delle onde S nei primi 20 metri (VS20), ha definito, così come da NTC2018, mediante l'utilizzo della seguente espressione:

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

dove :

h_i è lo spessore dell'i-esimo strato;

$V_{S,i}$ è la velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;

N è il numero di strati;

H è la profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s.

V_{S20} equivalente medio pari a 470.53 m/s.

In sintesi secondo i risultati della prova Down-Hole il sito oggetto d'indagine può appartenere alla categoria "B" Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

CATEGORIA TOPOGRAFICA

Per quanto riguarda la categoria topografica, determinata in funzione delle caratteristiche della superficie topografica, l'area di progetto ricade nella categoria T1 (superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $\leq 15^\circ$). Il coefficiente di amplificazione topografica $ST = 1,0$.

CONSIDERAZIONI GEOLOGICO-TECNICHE

I terreni geotecnicamente interessati sono dati da:

- Coperture incoerenti superficiali:

- *Coltri detritiche*

- Substrato litoide:

- *Flysch di Capo d'Orlando*

Materiali incoerenti: coltri detritiche (orizzonte CD)

La definizione del comportamento meccanico degli accumuli detritici incoerenti, in studio, viene eseguita anche sulla scorta dei risultati delle indagini geognostiche. L'analisi dei risultati ha permesso la determinazione dei parametri geotecnici fondamentali dell'orizzonte più superficiale composto dalla coltre detritica. Tali sedimenti, incoerenti, esplicano le caratteristiche di resistenza al taglio mediante i valori dell'angolo di attrito interno.

Il grado di addensamento degli accumuli detritici migliora con la profondità, per cui migliorano le caratteristiche fisico-meccaniche dell'orizzonte superficiale.

In definitiva i parametri che possono considerarsi rappresentativi degli accumuli detritici incoerenti superficiali, sono i seguenti:

Parametri geomeccanici (valori minimi e massimi)	Coperture detritiche
Peso di Volume (γ)	1.70-1.80 t/mc
Angolo di attrito interno (ϕ)	24°-28°
Coesione (C)	0.0-0.50 kg/cmq

Substrato litoide: Flysch di Capo d'Orlando

Le arenarie del Flysch di Capo d'Orlando rappresentano il substrato roccioso dell'area come riscontrato nel corso delle indagini; questi litotipi interessano tutta la collina che va dal Promontorio del Santuario Maria SS. Di Capo d'Orlando verso monte.

Da quanto rilevato nel corso dei rilievi e delle indagini, l'ammasso risulta costituito dapprima da un livello limo-sabbioso e successivamente da alternanze di livelli pelitici con livelli arenacei poco cementati e livelli più compatti.

In conclusione, in base a quanto emerso nel corso degli accertamenti geognostici ed in base alle correlazioni suddette è possibile fornire i seguenti parametri fisico-meccanici per il substrato litoide riscontrabile nell'area:

Parametri geomeccanici (valori minimi e massimi)	Flysch di Capo d'Orlando
Peso di Volume (γ)	1.90 – 2.00 t/mc
Angolo di attrito interno (ϕ)	30°- 32°
Coesione (C)	0.50 -1.00 kg/cmq

CONCLUSIONI

- Il progetto prevede degli interventi di ristrutturazione e consolidamento della sede stradale esistente per il miglioramento delle condizioni di sicurezza nonché la rivalutazione dell'ambiente circostante e l'arresto dei fenomeni di degrado.
- L'area sulla quale ricade la strada in esame è ubicata nel territorio del Comune di Capo d'Orlando, a nord della S.S.113 ai piedi della collina che va dal Promontorio del Santuario Maria SS. Di Capo d'Orlando verso le località di San Martino e Marmoro.
- Le condizioni geologiche e stratigrafiche desunte dai rilievi di superficie e dalle indagini geognostiche indicano la presenza di terreni arenacei sovrastati da una coltre detritica superficiale.
- In ottemperanza alla nuova normativa sismica è stata effettuata la classificazione del suolo di fondazione al fine della definizione delle azioni sismiche di progetto;
- I terreni interessati dal progetto ricadono, secondo la normativa, nella categoria B.

Messina, 15/01/2019



Il Geologo

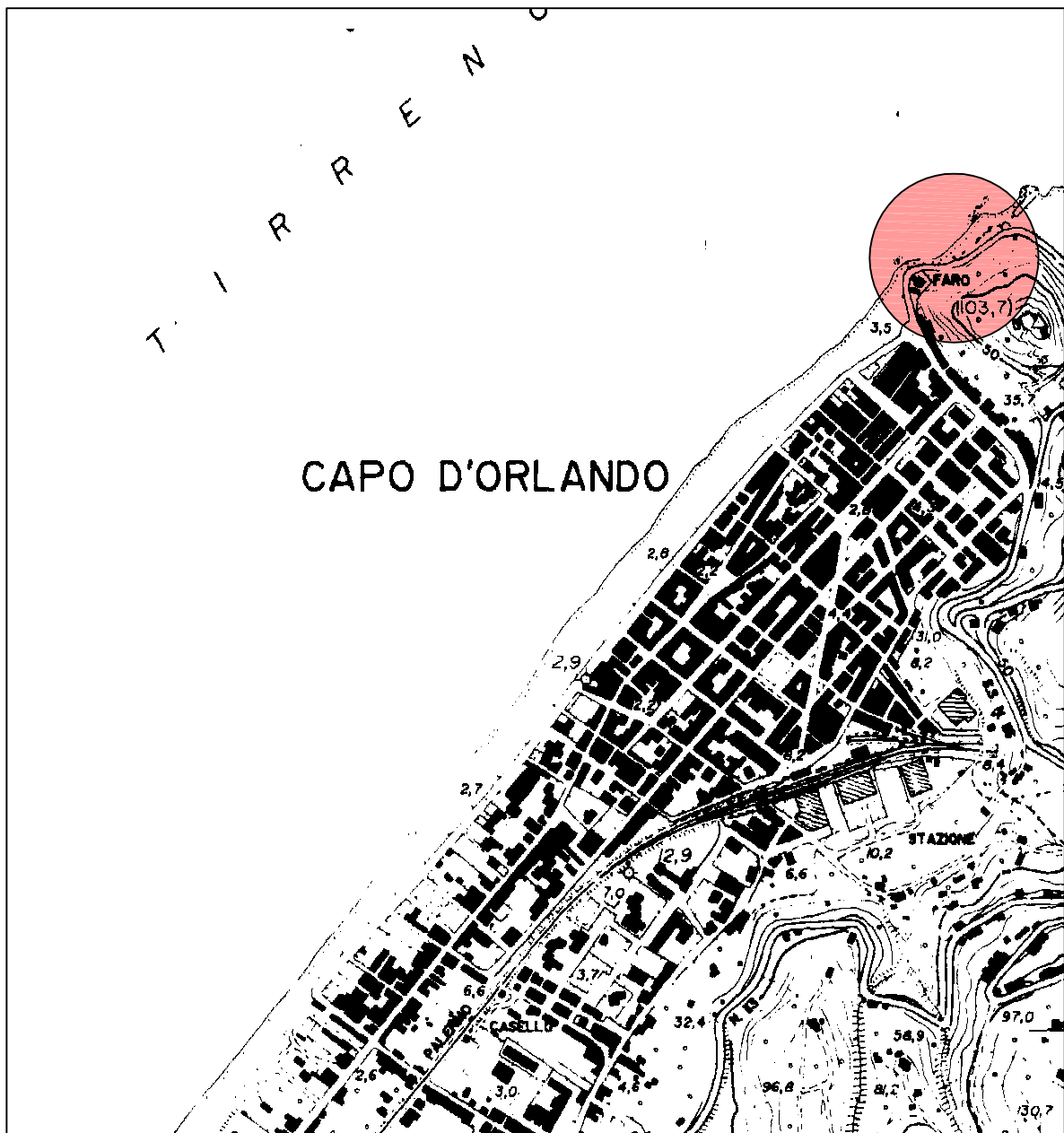
Dott. Rosario Riolo

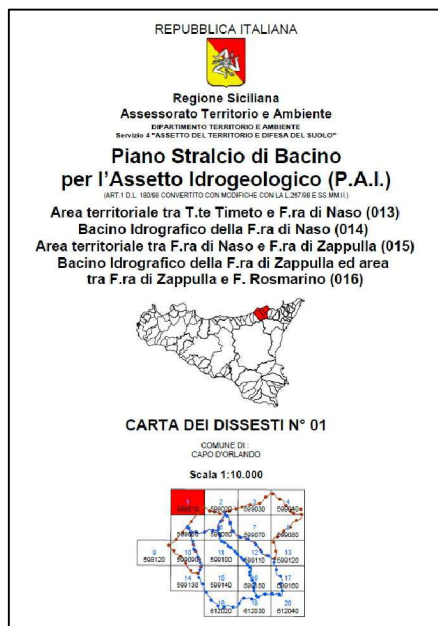
STRALCIO PLANIMETRICO

SCALA 1:10.000

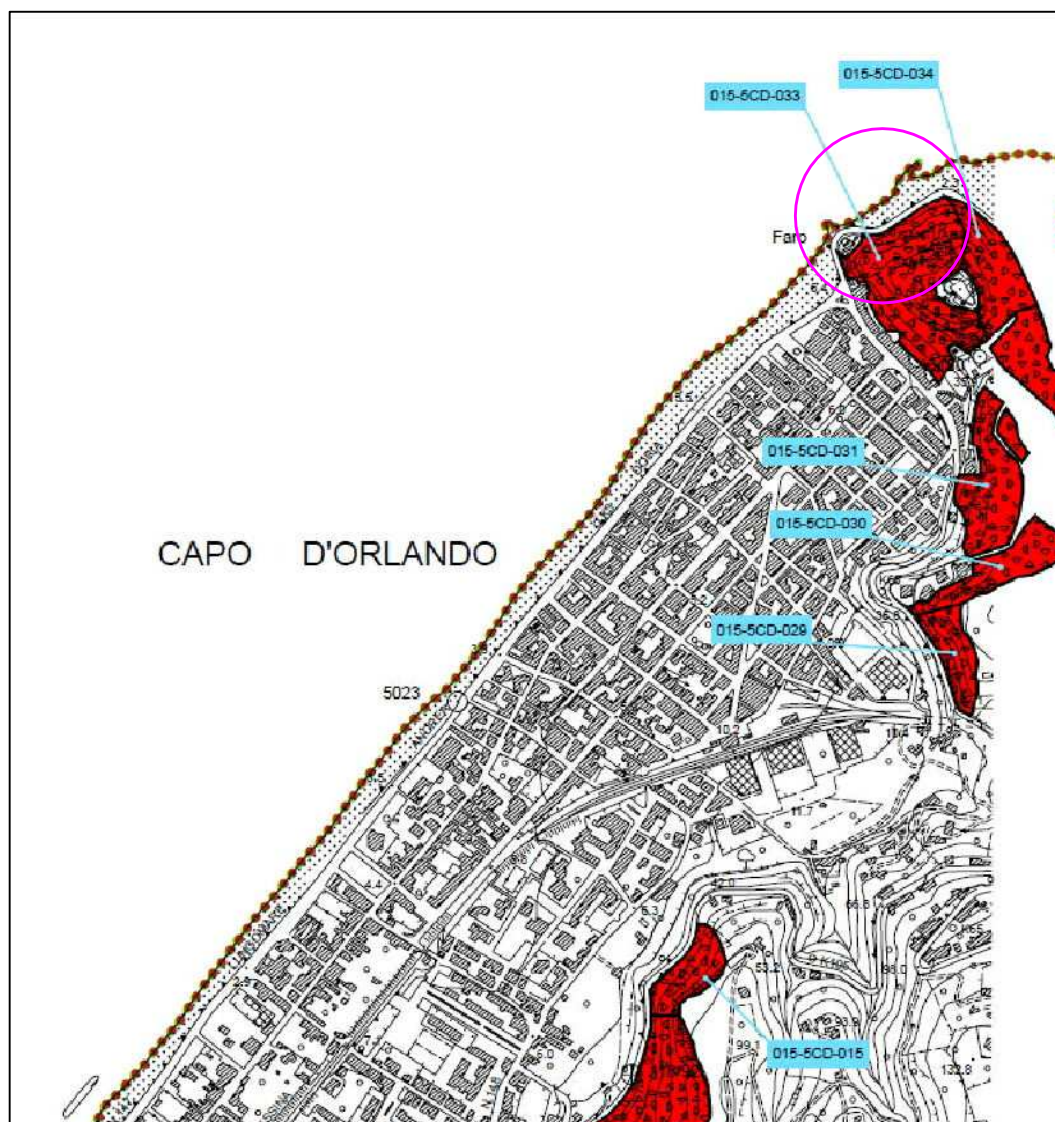
legenda

 Area in esame





 Area in esame

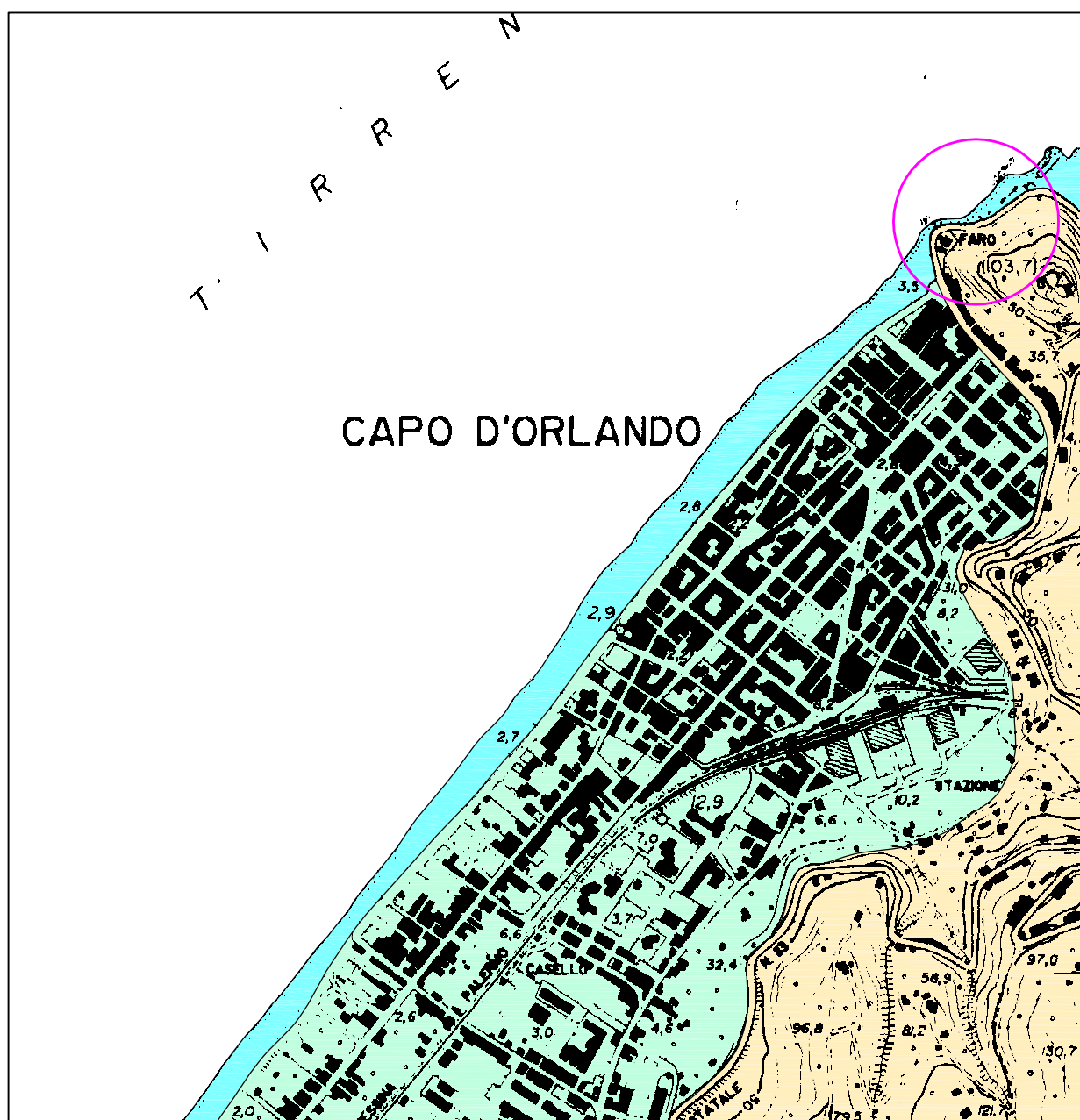


CARTA GEOLOGICA

SCALA 1:10.000

Legenda

-  Alluvioni attuali e spiagge
-  Alluvioni antiche e recenti
-  Flysch di Capo d'Orlando
-  Limiti stratigrafici
-  Area in esame



SEZIONE GEOLOGICA 26

SCALA 1:100

Legenda



Terreno di riporto costituito da ciottoli, sabbie e ghiaie



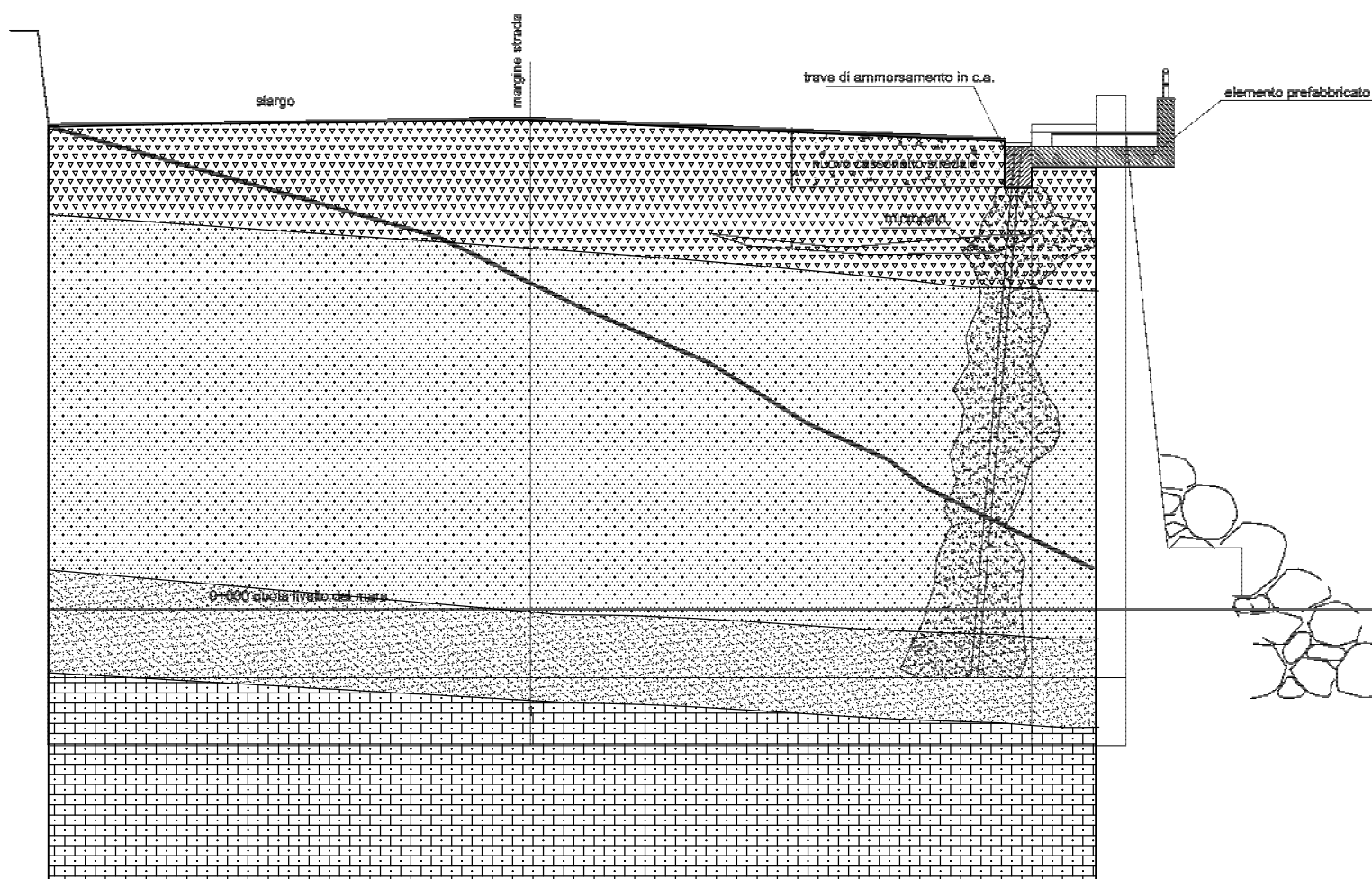
Elementi ciottolosi (trovanti) di natura arenacea in matrice sabbio-ghiaiosa



Livello limo-sabbioso



Substrato litoide arenaceo



SEZIONE GEOLOGICA 28

SCALA 1:100

Legenda



Terreno di riporto costituito da ciottoli, sabbie e ghiaie



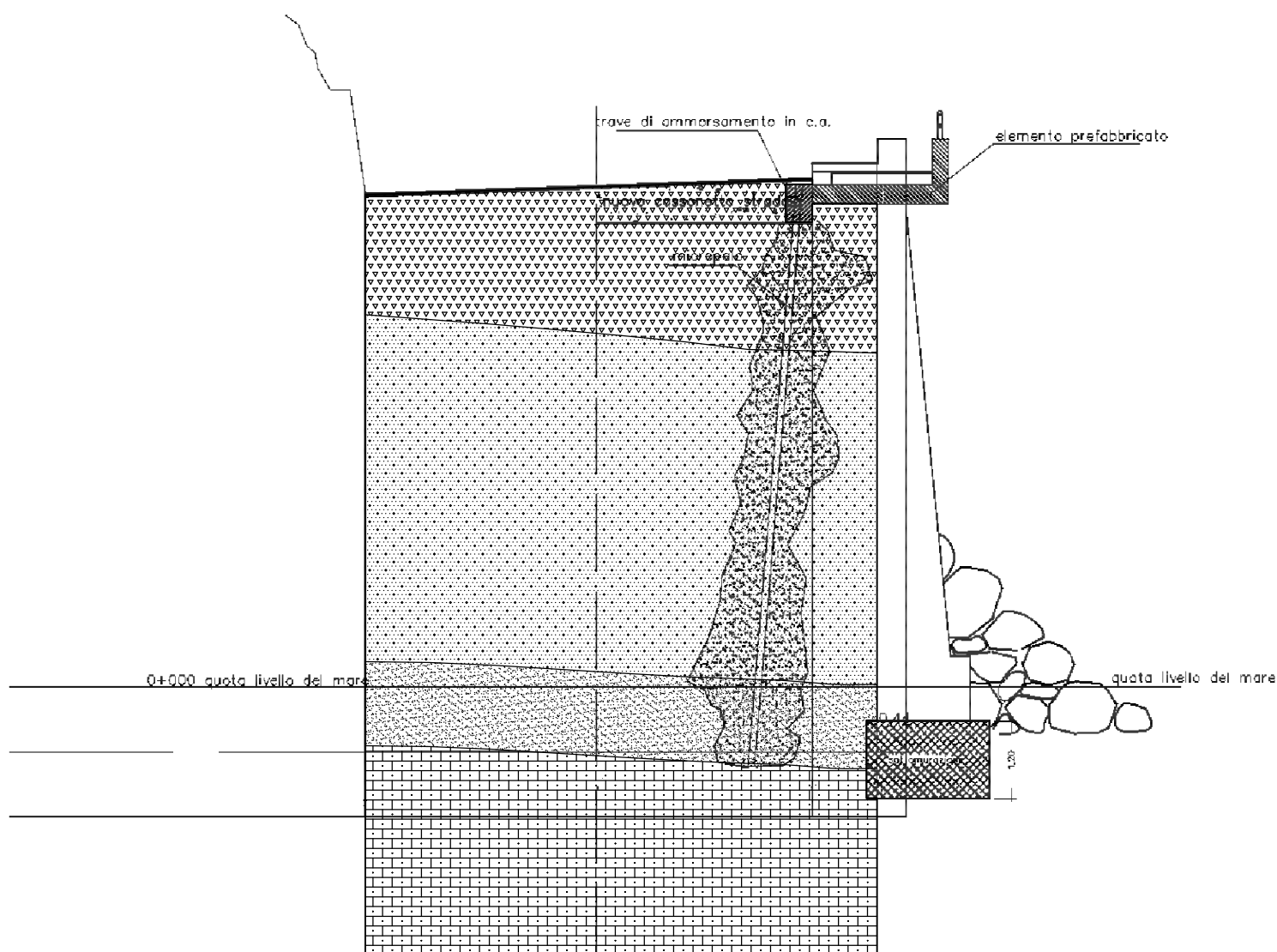
Elementi ciottolosi (trovanti) di natura arenacea in matrice sabbio-ghiaiosa



Livello limo-sabbioso



Substrato litoide arenaceo



GEODRILL di Santoro Maria

Via Umberto I°, 106 - 98063 GIOIOSA MAREA (ME)

P.IVA 02780950834 Cod.Fisc: SNTMRA69B61E043B

Tel/Fax 0941/302815 Cell. 338/9477935

E-mail: geodrill@virgilio.it



SOA RINA

Attestazione Cat. OS21 Class. II



UNI EN ISO 9001:2015

COMUNE DI CAPO D'ORLANDO

(Provincia di Messina)



Google Earth

RELAZIONE TECNICA

OGGETTO: Lavori di ricostruzione del piano viabile particolarmente dissestato in alcuni tratti della S.P. 147 di S.Gregorio nel Comune di Capo d'Orlando" - "Campagna di indagini geognostiche propedeutiche alla redazione del progetto esecutivo" - CUP: B17H17000700001.

COMMITTENTE: Città Metropolitana di Messina - 3^ Direzione - Viabilità Metropolitana.
Direttore dei lavori: Dott. Geol. Rosario Riolo.

Il Direttore Tecnico
Dott. Geol. Giuseppe Bellardita

PREMESSA

La presente relazione espone i risultati della campagna di indagini geognostiche propedeutiche alla redazione del progetto esecutivo avente in oggetto i “Lavori di ricostruzione del piano viabile particolarmente dissestato in alcuni tratti della S.P. 147 di S.Gregorio nel Comune di Capo d’Orlando” - CUP: B17H17000700001.

In particolare, come da indicazioni ricevute dal direttore dei lavori Dott. Geol. Rosario Riolo, sulla base del progetto, sono state eseguite le seguenti indagini geognostiche e geofisiche lungo la SP 147, nei pressi del faro di Capo D’Orlando (ME):

- n. 1 sondaggio geognostico profondo 20 mt.;
- n° 1 sondaggio sismico in foro del tipo Down-Hole.

Allegati

All. 1 - Colonna litostratigrafica sondaggio;

All. 2 - Documentazione fotografica.

DESCRIZIONE SONDAGGIO GEOGNOSTICO

Il sondaggio, denominato S1, è stato eseguito a partire dal 19/11/2018 mediante perforatrice CASAGRANDE C6, adoperando utensili di perforazione di diametro minimo di mm. 101; la perforazione ha raggiunto la profondità di 20,00 mt. dal p.c. ed è stata eseguita a carotaggio continuo, per poter investigare la stratigrafia di dettaglio dell’area, adottando la tecnica della conservazione delle carote estratte per tutto lo spessore indagato, in idonee cassette catalogatrici (vedi documentazione fotografica).

Inoltre sono state eseguite n. 2 prove penetrometriche S.P.T. che hanno restituito i risultati seguenti:

N° PROVA S.P.T.	PROFONDITA'	N° COLPI PER 15 CM.		
S1- S.P.T.n. 1	Da 3,00 a 3,45 mt.	Rifiuto 40 cm.	-	-
S1- S.P.T.n. 2	Da 6,00 a 6,45 mt.	Rifiuto	-	-

Durante la perforazione è stato necessario il rivestimento provvisorio tramite camicia in acciaio del diametro di 127 mm.. per una profondità di circa 7,50 mt.. Successivamente è stato predisposto il foro per la prova Down-Hole con rivestimento e cementazione ed infine, a protezione dell'opera, è stato posto in opera idoneo pozzetto di protezione con botola carrabile.

INDAGINI GEOFISICHE

Le indagini geofisiche in situ sono state effettuate il giorno 30 del mese di novembre 2018, mediante esecuzione di prova Down-Hole, all'interno del foro geognostico opportunamente attrezzato, lungo la SP 147 nei pressi del faro di Capo D'Orlando (ME).

Più in particolare la prova Down-Hole è stata eseguita all'interno del sondaggio S1 (profondità di 20 m dal p.c.), con intervalli di acquisizione di 1,0 m..

1. DOWN-HOLE

La prospezione di sismica in foro down-hole, è fra i metodi più semplici ed economici per definire la velocità di propagazione in senso verticale (media e d'intervallo) delle onde sismiche di compressione (P) e di quelle trasversali o di taglio (S). Tali grandezze ed il peso di volume degli strati, consentono di calcolare le proprietà elasto-dinamiche e geosismiche dei terreni interessati. La sorgente sismica è posizionata in superficie ad una distanza fissa dalla bocca del foro, mentre, i tempi di percorso dei primi arrivi delle onde sismiche generate sono misurati ad intervalli di profondità regolari tramite un geofono spostato gradualmente all'interno del foro.

1.1 STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

La strumentazione utilizzata si compone di un sensore a 5 accelerometri di cui uno verticale e 4 orizzontali quest'ultimi disposti a 45° tra loro (due S_x e due S_y), dotato di un sistema di ancoraggio pneumatico e di un acquisitore sismico computerizzato MAE A6000S-24bit a memoria incrementale per sismica a rifrazione e riflessione della MAE, modello A6000S a 24 bit.



FIG. 01 – SISMOGRAFO UTILIZZATO MAE A6000S

Le caratteristiche tecniche del sistema sopra descritto sono:

- ✓ campionamento: da 125 a 50.000 c/s;
- ✓ campioni per canale 15.000;
- ✓ Processore 500 Mhz;
- ✓ Hard Disk on C.F. 2 Gb;
- ✓ Risoluzione: 24 bit –largh. Di banda da 0 a 25 KHz –max segnale IN: 2V;
- ✓ sistema di comunicazione e di trasmissione del “tempo zero” (time break);
- ✓ filtri High Pass e Band Reject;
- ✓ “Automatic Gain Control”;
- ✓ convertitore A/D a 16 bit;
- ✓ periodo proprio sensore 4.5 Hz;

Per le operazioni di campo, inerenti l'esecuzione dell'indagine geofisica, del tipo Down-Hole, sono stati inoltre utilizzati i seguenti accessori:

- ✓ N. 1 geofono starter
- ✓ N. 1 geofono pentadimensionale da foro a frequenza di 4,5 Hz con cavo da 40 m.
- ✓ Piastra di battuta e massa battente da 6 kg per l'energizzazione del terreno.

L'energizzazione del terreno è effettuata eseguendo tre “scoppi” mediante massa battente, sollecitando il terreno verticalmente (onde P) e tangenzialmente (onde S), con l'esecuzione di una battuta verticale e di due orizzontali tra loro contrapposte, utilizzando una piastra di legno ed acciaio solidamente posizionata ad una distanza di 2.00 metri dall'asse del foro in modo da ridurre la dissipazione in fase di energizzazione. Si sono campionati in questo modo delle terne di files per ogni profondità; uno corrispondente alla battuta verticale (relativo al geofono P_w), e due relative alle battute orizzontale (geofoni S_x ed S_y).

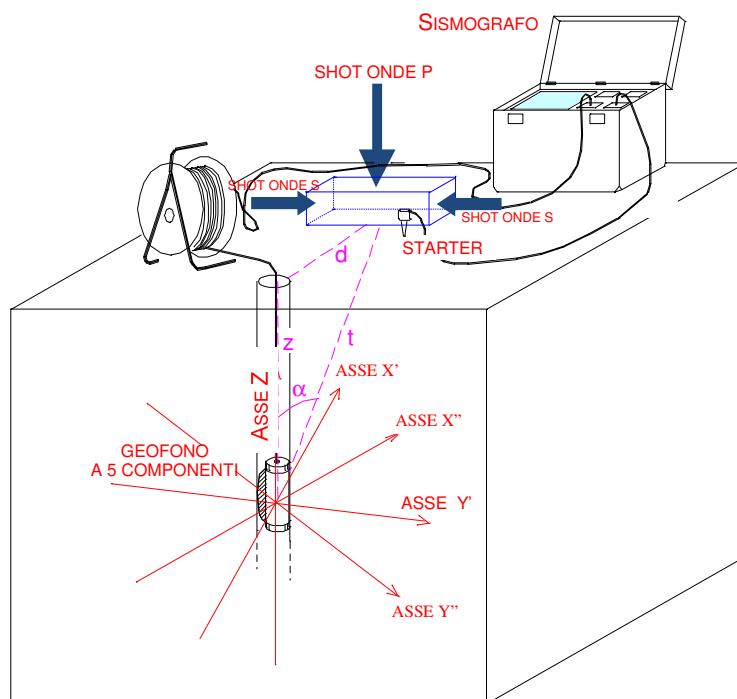


FIG. 02 – SCHEMA DI ACQUISIZIONE DOWN-HOLE

1.2 METODO ED INTERPRETAZIONE DEI DATI

I segnali sismici registrati in formato digitale sono stati analizzati tramite software dedicato (Intersism della Geo&Soft International), per la stima del primo arrivo delle onde sismiche generate (P ed S).

L'elaborazione dati consiste nella determinazione della velocità di propagazione delle onde sismiche P ed S., tra il punto di scoppio ed il punto di arrivo (geofono pentadimensionale). Tale velocità si ottiene conoscendo il tempo d'arrivo dei treni d'onda analizzati, la distanza tra il punto di energizzazione ed il sensore posto in foro. In dettaglio, considerando la figura precedente, se "d" è la distanza della sorgente energizzante "S" dall'asse del perforo, "z" è la profondità cui è fissato il sistema di rilevazione "G" ed "α" è l'angolo tra la congiungente G-S e la verticale (corrispondente all'asse del perforo) il tempo verticale o corretto " t_v ", cioè il tempo di propagazione dell'onda elastica secondo l'asse del perforo, è uguale a :

$$t_v = t \cos \alpha$$

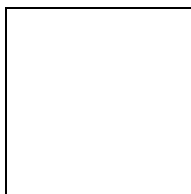
dove " t " è il tempo di ricezione del primo impulso rilevato e dove " α " è dato da :

$$\alpha = \arctan d/z$$

La correzione che si effettua è di tipo equazionale e trascura le deviazioni dei percorsi dei raggi generate dalla rifrazione lungo eventuali superfici di discontinuità, approssimando le grandezze geometriche e fisiche in gioco. Tale approssimazione è tanto più accettabile quanto

più deboli sono i contrasti di velocità e quanto più prossimi all'asse del perforo, mantenendo costanti la profondità dei sensori e la sorgente energizzante. I tempi corretti t_v sono diagrammati rispetto alla profondità z in modo da individuare le dromocrone relative ai litotipi incontrati nella perforazione, determinandone le velocità e gli spessori.

Infatti, se v_j è la velocità dello strato j -esimo di spessore h_j e z è la profondità del geofono, posto all'interno dello strato j -esimo, il tempo verticale o corretto $t_{v(z)}$ è dato dalla seguente relazione teorica :



che è l'equazione di una retta con coefficiente angolare pari all'inverso della velocità dello strato i -esimo.

Allo scopo di avere una valutazione del grado di disomogeneità dei sismostrati riscontrati nella perforazione, si determina la velocità intervallo vera v_i , cioè la velocità cui viaggierebbe il fronte d'onda, lungo l'asse verticale, tra due posizioni consecutive dell'apparato geofonico ; calcolando le distanze parziali $s_z = z_n - z(n-1)$, le velocità intervallo date da :

$$v_i = s_z / s \ t_v \quad (4)$$

I tempi scaturiti, consentono in funzione della distanza tra il punto d'energizzazione e la ricezione dei segnali, di definire, per i singoli intervalli, le velocità delle onde P (V_P) e delle onde S (V_S) (4), e di calcolare, inoltre, i rapporti V_P/V_S e V_S/V_P , per la stima del coefficiente di Poisson (ν) e quindi il calcolo dei moduli elasto-dinamici.

I moduli elastici esprimono le caratteristiche elastiche di un corpo quando sottoposto ad uno sforzo e sono:

- **E** (modulo d'elasticità o di Young) esprime il rapporto tra uno sforzo σ e la corrispondente deformazione ε che si genera lungo la direzione di applicazione dello sforzo medesimo:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} ;$$

- ν (Coefficiente di Poisson) esprime il rapporto tra la deformazione ε' perpendicolare alla direzione di applicazione dello sforzo e quella longitudinale ε .

$$\nu = \frac{\varepsilon'}{\varepsilon} ;$$

- **G** (modulo di taglio o modulo di rigidità) esprime il rapporto tra lo sforzo di taglio esercitato parallelamente alla superficie di taglio e la deformazione corrispondente.

Nell'interpretazione di prospezioni sismiche in foro il software utilizzato estrae i dati di campagna esclusivamente da file in formato S_{EG2} , richiedendo quindi esclusivamente l'inserimento dei dati mancanti (distanza della sorgente energizzante e profondità del geofono in corrispondenza delle diverse letture).

Anche in questo caso la prima fase dell'elaborazione consiste nella determinazione dei primi arrivi sia delle onde P che delle onde S, le cui registrazioni sono automaticamente raggruppate dal programma in tre diversi file.

Il programma utilizza in modo integrato diverse metodologie, dalla cross-correlation alla wavelet-analysis, reiterando il procedimento per raffinare i risultati ottenuti con continui controlli della compatibilità tra i tempi identificati e quelli derivati dall'interpolazione dei geofoni adiacenti. I primi arrivi possono quindi essere verificati, ed eventualmente corretti manualmente, operando direttamente sui segnali originali.

La seconda fase consiste nel calcolo delle dromocrone, il programma individua le dromocrone e determina velocità e spessori degli strati incontrati.

Successivamente alla costruzione delle dromocrone ed alla determinazione della velocità di propagazione del segnale sismico nei diversi strati di terreno, avendo inserito l'indicazione sulla densità dei litotipi incontrati durante la perforazione – espressa in Kg/m^3 , calcola i moduli elastici caratteristici.

1.3 ELABORAZIONE DOWN-HOLE (S1)

DENOMINAZIONE PROVA DOWN-HOLE		DATA PROVA 30 NOVEMBRE 2018		MODELLO GEOFONO Pentadimensionale da foro con frequenza di 4,5 Hz	
		TIPOLOGIA DI ACQUISIZIONE letture con steep ogni metro			
		QUOTA P.C. IN M.	DISTANZA SPARO BOCCA FORO IN M. 1.20	LUNGHEZZA IN M. 20.15	INCLINAZIONE --

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



FIG. 03 - ESECUZIONE DELLA PROVA DOWN-HOLE

Coordinate (approssimate) della prova :
N 38° 09' 53.83" E 14° 44' 49.29"

Sistema geodetico di riferimento utilizzato : **WGS84 (World Geodetic System, 1984)**

N° Geof.	Profondità [m]	Onde P [ms]	Onde S x [ms]	Onde Sy [ms]	Onde P (corretti) [ms]	Onde Sx (corretti) [ms]	Onde Sy (corretti) [ms]
1	0.15	5	8.5	8.3	0.62	1.05	1.03
2	1.15	6.3	10.8	10.6	4.36	7.47	7.33
3	2.15	7.6	13.1	12.9	6.64	11.44	11.26
4	3.15	8.45	14.68	14.74	7.90	13.72	13.77
5	4.15	9.3	16.5	16.8	8.93	15.85	16.14
6	5.15	10.25	18.75	18.86	9.98	18.26	18.37
7	6.1	11.2	21	20.9	10.99	20.61	20.51
8	7.15	12.15	23.39	23.05	11.98	23.07	22.73
9	8.15	13.1	25.9	25.2	12.96	25.62	24.93
10	9.15	14.05	27.7	27.2	13.93	27.46	26.97
11	10.15	15	29.5	29.26	14.90	29.30	29.06
12	11.15	15.8	31	30.86	15.71	30.82	30.68
13	12.15	16.6	32.46	32.41	16.52	32.30	32.25
14	13.15	17.35	33.82	33.8	17.28	33.68	33.66
15	14.15	18.1	35.14	35.18	18.04	35.01	35.05
16	15.15	18.7	36.4	36.51	18.64	36.29	36.40
17	16.15	19.3	37.7	37.86	19.25	37.60	37.76
18	17.15	19.9	38.95	39.13	19.85	38.86	39.03
19	18.15	20.5	40.2	40.44	20.46	40.11	40.35
20	19.15	21.1	41.45	41.69	21.06	41.37	41.61
21	20.15	21.69	42.7	42.96	21.65	42.62	42.88

TAB. 01 – TABELLA DI RESTITUZIONE DEI TEMPI IN FUNZIONE DELLA PROFONDITÀ - INTERVALLO DI LETTURE = 1.00 [M]

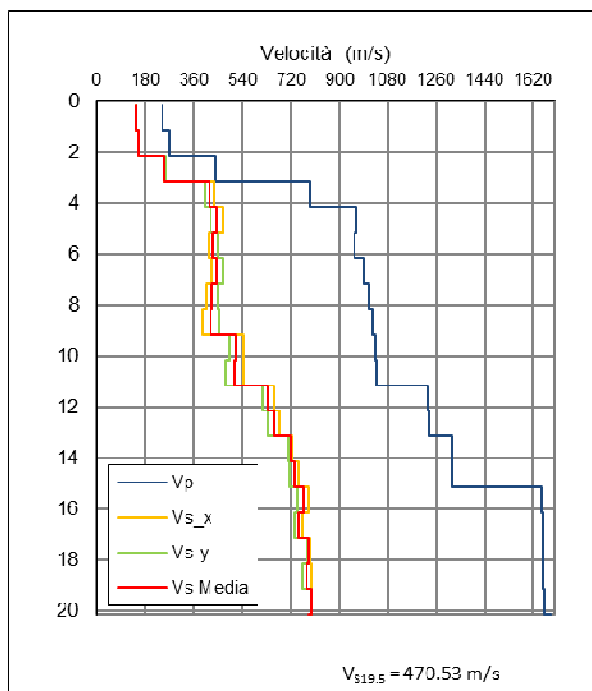


FIG. 04 – ANDAMENTO DELLE VELOCITÀ V_p E V_{sj} .

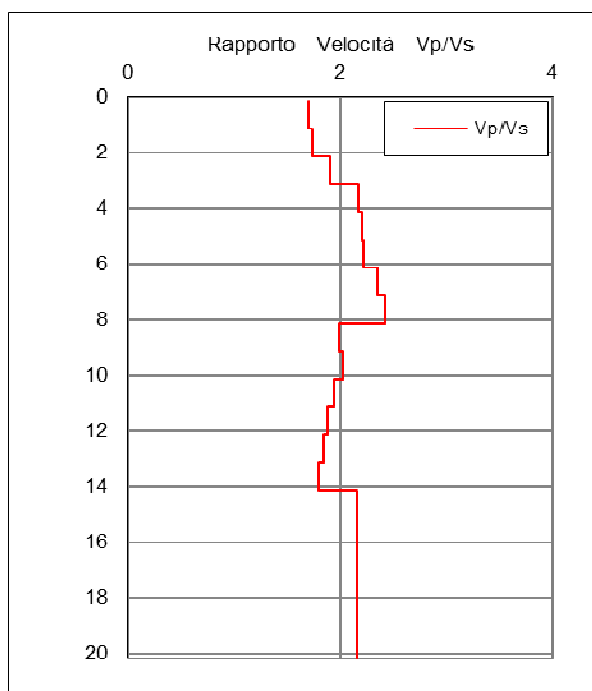


FIG. 05 – ANDAMENTO DEL RAPPORTO V_p / V_s CON LA PROFONDITÀ.

N° Geof.	Profondità [m]	V_p [m/s]	V_{sx} [m/s]	V_{sy} [m/s]	$V_s \text{ medie } ((V_{sx}+V_{sy})/2)$ [m/s]	V_p/V_s [–]	Poisson [–]
1	0.15	241.87	142.28	145.70	143.99	1.68	0.23
2	1.15	267.46	155.80	158.61	157.21	1.70	0.24
3	2.15	439.12	252.12	254.45	253.29	1.73	0.25
4	3.15	793.58	438.71	398.39	418.55	1.90	0.31
5	4.15	963.78	468.96	422.92	445.94	2.16	0.36
6	5.15	953.67	414.91	448.61	431.76	2.21	0.37
7	6.1	989.99	425.45	466.16	445.80	2.22	0.37
8	7.15	1010.39	407.15	450.67	428.91	2.36	0.39
9	8.15	1022.65	391.18	454.72	422.95	2.42	0.40
10	9.15	1030.46	543.16	490.71	516.94	1.99	0.33
11	10.15	1035.68	546.10	478.80	512.45	2.02	0.34
12	11.15	1229.97	655.29	615.31	635.30	1.94	0.32
13	12.15	1234.05	675.30	636.84	656.07	1.88	0.30
14	13.15	1318.25	726.10	710.70	718.40	1.83	0.29
15	14.15	1320.91	749.48	717.34	733.41	1.80	0.28
16	15.15	1649.21	786.14	745.25	765.69	2.15	0.36
17	16.15	1652.00	763.35	735.34	749.35	2.20	0.37
18	17.15	1654.20	794.51	782.08	788.29	2.10	0.35
19	18.15	1655.97	795.28	759.11	777.19	2.13	0.36
20	19.15	1657.40	795.90	795.87	795.89	2.08	0.35
21	20.15	1686.5	796.42	783.92	790.17	2.13	0.36

TAB. 02 – TABELLA DI RESTITUZIONE DELLE VELOCITÀ IN FUNZIONE DELLA PROFONDITÀ.

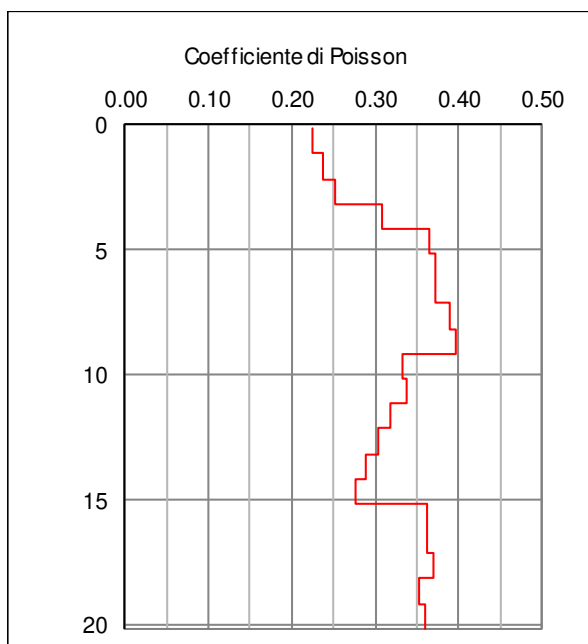


FIG. 06 – ANDAMENTO DEL COEFFICIENTE DI POISSON.

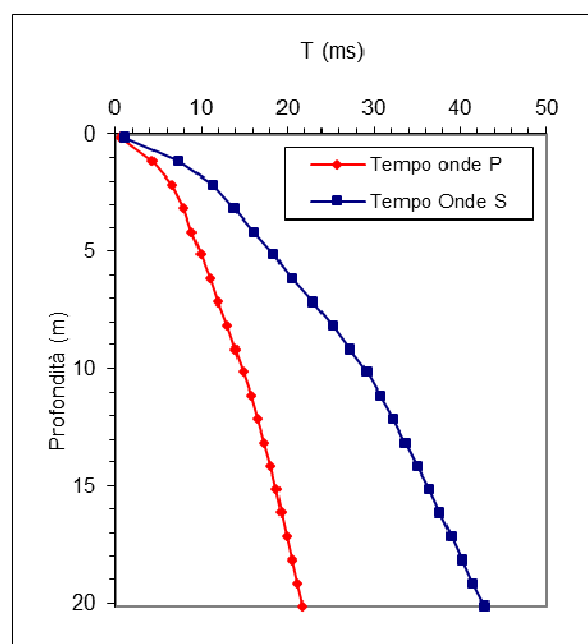


FIG. 07 – ANDAMENTO DEI TEMPI IN FUNZIONE DELLA PROFONDITÀ.

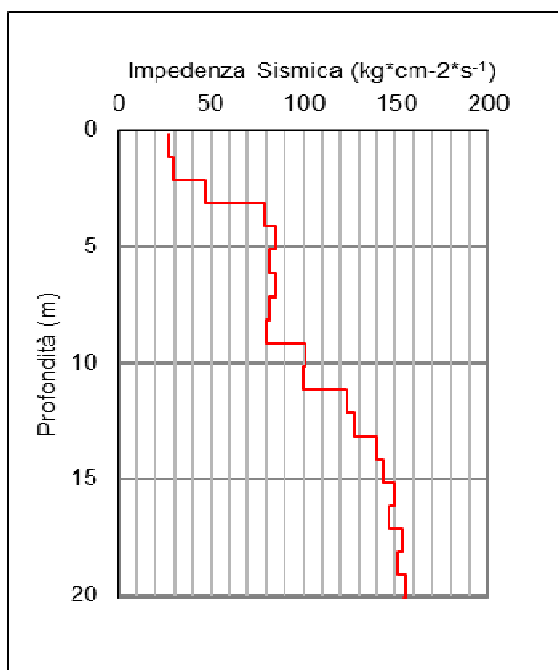


FIG. 08 – ANDAMENTO DELL'IMPEDENZA SISMICA CON LA PROFONDITÀ.

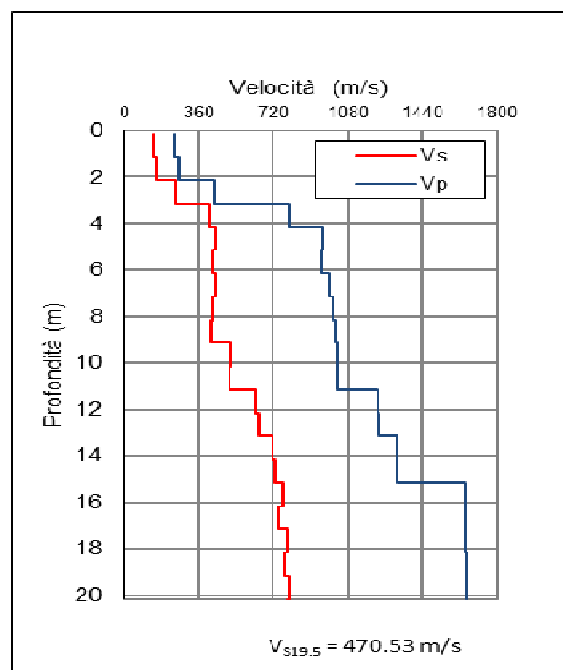


FIG. 09 – ANDAMENTO DELLE VELOCITÀ V_p E V_s -MEDIE CON LA PROFONDITÀ.

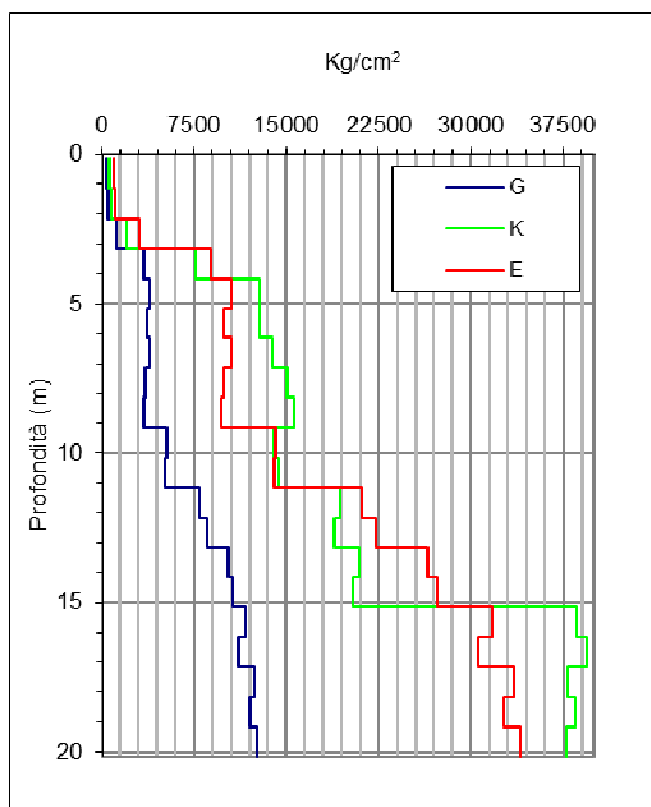


FIG. 10 –RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DEI MODULI G, K ED E, CON LA PROFONDITA

γ (cm ³)	Imped.S.	Prof. (m)	G (Kg/cm ²)	K (Kg/cm ²)	E (kg/cm ²)
1.85	26.64	0.15	391.12	582.09	958.651
1.85	29.08	1.15	466.23	727.88	1152.601
1.85	46.86	2.15	1210.25	2023.90	3027.323
1.90	79.52	3.15	3394.16	7675.86	8874.430
1.90	84.73	4.15	3852.92	12859.26	10509.167
1.90	82.03	5.15	3611.72	12805.25	9904.008
1.90	84.70	6.15	3850.50	13854.79	10572.117
1.90	81.49	7.15	3564.26	15026.87	9909.307
1.90	80.36	8.15	3465.91	15640.90	9682.542
1.95	100.80	9.15	5313.58	14029.48	14153.841
1.95	99.93	10.15	5221.77	14366.52	13972.454
1.95	123.88	11.15	8025.53	19381.00	21156.350
1.95	127.93	12.15	8558.82	18869.81	22304.265
1.95	140.09	13.15	10262.30	20871.65	26451.598
1.95	143.02	14.15	10695.72	20433.52	27320.319
1.95	149.31	15.15	11658.04	38539.34	31770.601
1.95	146.12	16.15	11165.56	39379.10	30604.186
1.95	153.72	17.15	12356.32	37936.33	33438.515
1.95	151.55	18.15	12010.74	38513.36	32639.274
1.95	155.20	19.15	12595.52	37828.13	34011.633
1.95	154.08	20.15	12415.28	40003.33	33753.928

TAB. 03 –TABELLA RIASSUNTIVA DEI MODULI G, K ED E, CON LA PROFONDITA'.

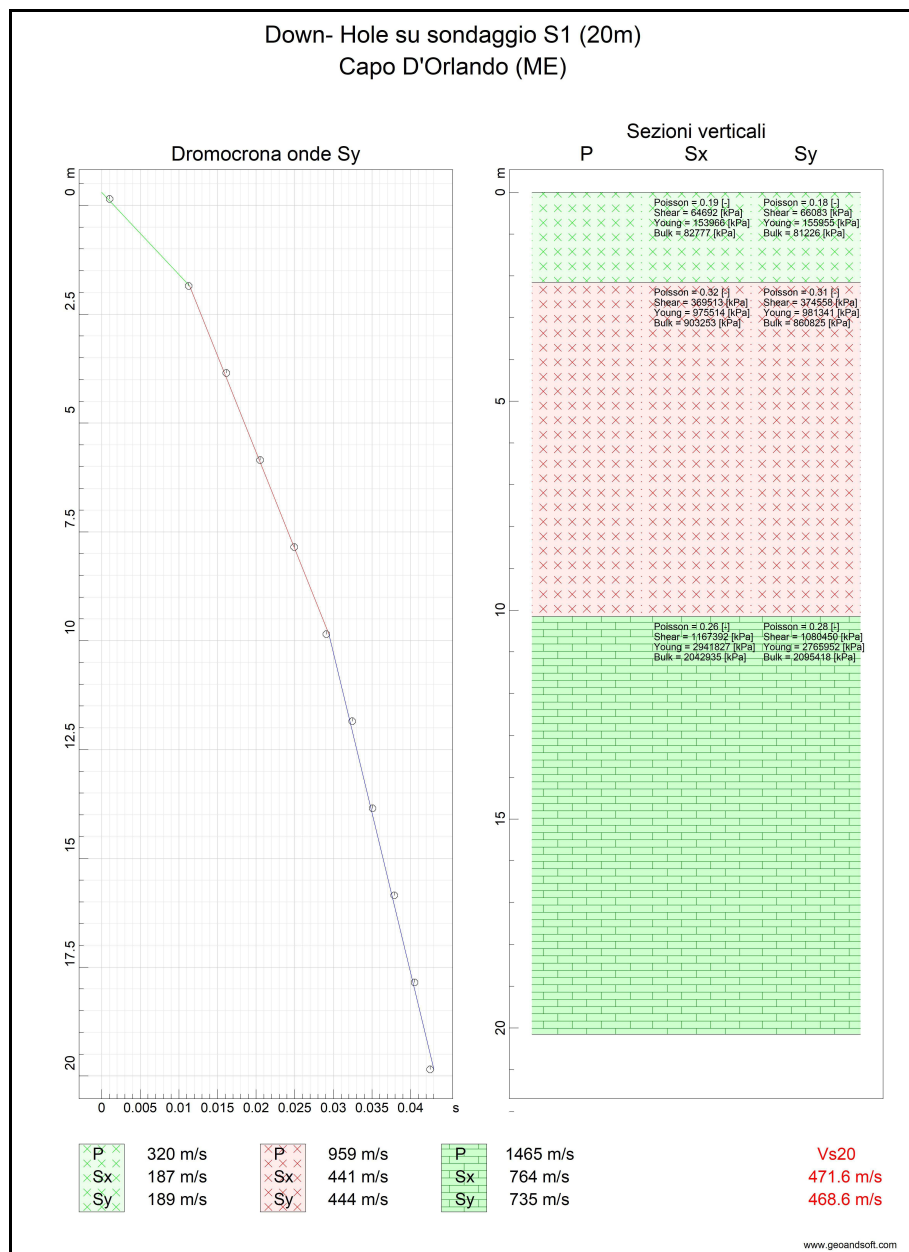


FIG. 11 – ANDAMENTO DELLE VELOCITÀ VP-MEDIE IN FUNZIONE DELLA PROFONDITÀ UTILIZZANDO LA RAPPRESENTAZIONE DELL'ANDAMENTO DELLE DROMOCRONE UTILIZZANDO INTERVALLI 2 M PER SEMPLIFICARE.

VELOCITA' ONDE P

Strato	Profondità [m]	Velocità [m/s]
1	2.15	320
2	10.15	959
3	20.15	1465

PARAMETRI ONDE SX

Strato	Profondità [m]	Velocità [m/s]	Poisson [-]	Shear [kPa]	Young [kPa]	Bulk [kPa]
1	2.15	187	0.19	64692.0	153966	82777.0
2	10.15	441	0.32	369513.5	975514	903253.5
3	20.15	764	0.26	1167392.0	2941827	2042935.0

PARAMETRI ONDE SY

Strato	Profondità [m]	Velocità [m/s]	Poisson [-]	Shear [kPa]	Young [kPa]	Bulk [kPa]
1	2.15	189	0.18	66083.0	155955	81226.0
2	10.15	444	0.31	374558.5	981341	860825.5
3	20.15	735	0.28	1080450.0	2765952	2095418.0

VELOCITA' MEDIE V_{S20}

Geofono	V_{S20} [m/s]
orizzontale Sx	471.6
orizzontale Sy	468.6

TAB. 04 – ANDAMENTO DELLE VELOCITÀ V_S -MEDIE NELLE DUE DIREZIONI, CON LA PROFONDITA'.

La prova Down Hole eseguita per la valutazione del valore della velocità delle onde S nei primi 20 metri (V_{S20}), ha definito, così come da NTC2018, mediante l'utilizzo della seguente espressione:

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

dove :

h_i è lo spessore dell'i-esimo strato;

$V_{S,i}$ è la velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;

N è il numero di strati;

H è la profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_S non inferiore a 800 m/s.

V_{S20} equivalente medio pari a 470.53 m/s.

Per quanto non menzionato nella presente relazione, si rimanda agli allegati indicati in Premessa, che descrivono in modo dettagliato l'indagine e i relativi risultati inerenti la stratigrafia dei terreni attraversati.

Gioiosa Marea, 03/12/2018

Il Direttore Tecnico

Dott. Geol. Giuseppe Bellardita



Sondaggio a rotazione S1	Committente: Città Metropolitana di Messina
Cantiere: SP 147 di S.Gregorio - Capo d'Orlando	Direttore dei Lavori: Dott. Geol. Rosario Riolo
Impresa esecutrice: GEODRILL di Santoro Maria	Direttore tecnico impresa: Dott. Giuseppe Bellardita

Scala 1:200	Stratigrafia	Descrizione	Profondita'	Potenza	S.P.T.			
					10	20	30	40
		Terreno di riporto costituito da elementi ciottolosi	0.60	0.60				
2		Terreno di riporto costituito da sabbie e ghiaie sciolte	1.60	1.00				
		Sabbie sciolte non costipate, parzialmente vuote	2.60	1.00	3			
4		Elementi ciottolosi (trovanti) di natura arenacea alterati immersi in matrice sab- bio-ghiaiose		5.10	3.15			R
6					6			R
8					6.15			
		Livello limo-sabbioso alterato	7.70					
			9.00	1.30				
10		Livello arenaceo compatto	9.90	0.90				
		Alternanze di livelli pelitici con livelli arenacei poco cementati o livelli arenacei più compatti		10.10				
12								
14								
16								
18								
20			20.00					



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

OGGETTO: Lavori di ricostruzione del piano viabile particolarmente dissestato in alcuni tratti della S.P. 147 di S.Gregorio nel Comune di Capo d'Orlando" - "Campagna di indagini geognostiche propedeutiche alla redazione del progetto esecutivo" - CUP: B17H17000700001.

COMMITTENTE: Città Metropolitana di Messina - 3^ Direzione - Viabilità Metropolitana.

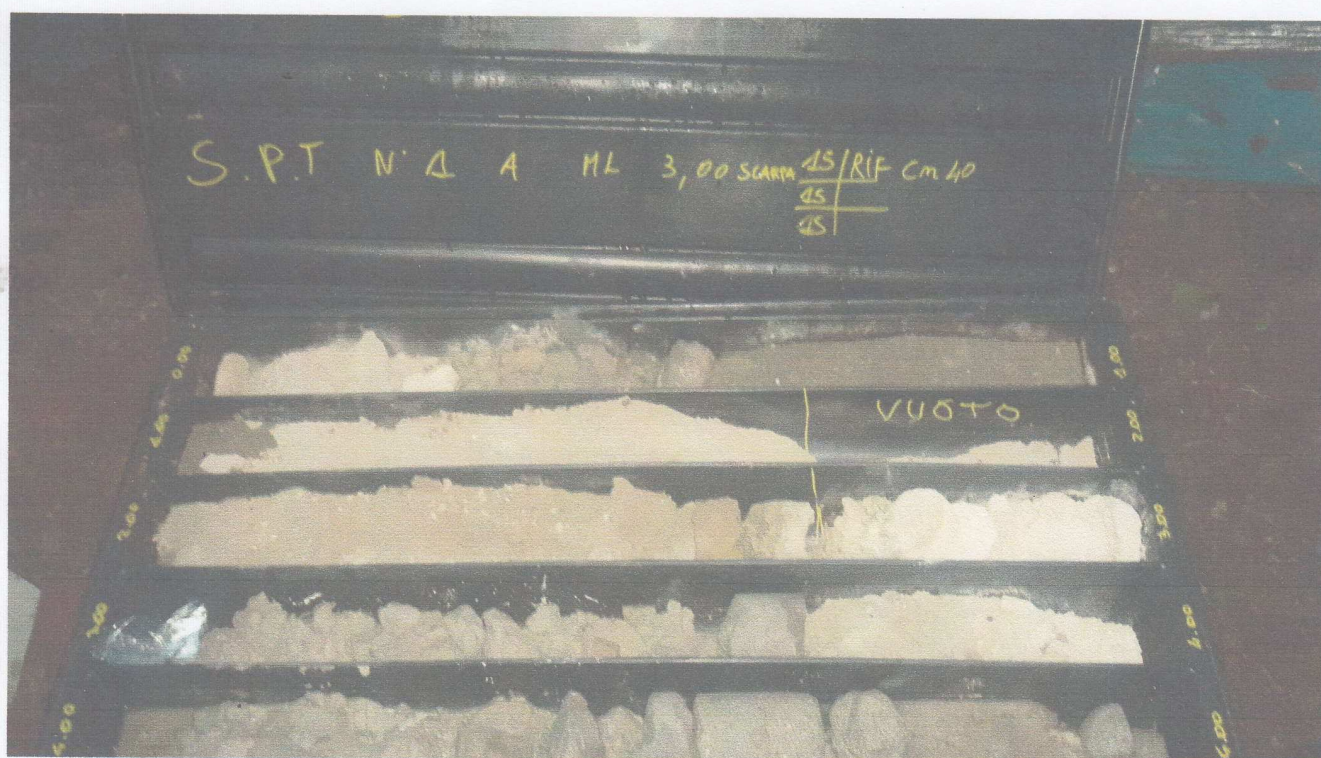


Fasi esecutive sondaggio n. 1 (denominato S1)





Fasi esecutive sondaggio n. 1 (denominato S1)



Sondaggio n° 1– Cassetta n° 1 (da mt. 0,00 a mt.5,00)





Sondaggio n° 1– Cassetta n° 2 (da mt. 5,00 a mt.10,00)



Sondaggio n° 1– Cassetta n° 3 (da mt. 10,00 a mt.15,00)





Sondaggio n° 1– Cassetta n° 4 (da mt. 15,00 a mt.20,00)



Fasi esecutive della prova Down-Hole

