



# COMUNE DI SAPRI (SA)

Villa Comunale - 84073 Sapri (Sa)  
Tel. 0973/605511 – PEC: protocollo.sapri@asmepec.it



## Progetto definitivo - esecutivo

“Completamento ed adeguamento della rete fognaria acque nere e bianche nel centro urbano-stralcio 8° lotto sub1 (zona ospedale-impianto depurazione)”

CUP F52G18000000002 - CIG: ZEB3A9ABDA



IL PROGETTISTA  
ADVANCED ENGINEERING2020 S.r.l  
Amministratore Unico Ing. Nicola Onofrio

Visto :  
(il Responsabile Unico del Procedimento)  
Arch. Rocco Pugliese

## RELAZIONE GEOLOGICA

Il Geologo  
Dott. Francesco Mileo



Data 03/07/2023

Geologo Dott. Francesco Mileo - via Marinella n.9, Sapri (Sa) - fone: 3393917326;  
E-mail : francomileo@alice.it – Pec : francescomileo.geo@pec.epap.it



## INDICE

1)	<b>PREMESSA</b> ○ Aerofotogrammetrie ○ Sezioni topografiche del tracciato	Pag. 3
2)	<b>INQUADRAMENTO TERRITORIALE E CLIMATICO</b> ○ Corografia (scala 1:25000)	Pag. 8
3)	<b>VINCOLISTICA</b> ○ Carta vincolo archeologico	Pag. 9
4)	<b>INQUADRAMENTO GEOLOGICO GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO</b> ○ Carta geologica 1:5000 ○ Carta dei complessi idrogeologici (1:5000)	Pag. 10
5)	<b>CONSIDERAZIONI SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO DI PSAI E DI PSEC</b> ○ Cartografie tematiche di PSAI (1:5000) ○ Cartografie tematiche di PSEC (1:5000)	Pag. 16
6)	<b>PROVE PREGRESSE IN AREE LIMITROFE</b>	Pag. 23
7)	<b>PROVE ATTUALI IN AREA DI PROGETTO</b>	Pag. 36
8)	<b>MODELLAZIONE LITOSTRATIGRAFICA E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE</b>	Pag. 61
9)	<b>CONSIDERAZIONI SUL RISCHIO SISMICO</b> ○ Modello di pericolosità sismica ○ Carta delle MOPS	Pag. 67
10)	<b>CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE</b>	Pag. 83

## ALLEGATI

- 1) Documentazione Fotografica
- 2) Elaborati prove in situ (INGEO Sas)



## 1) PREMESSA

Il comune di Sapri (SA) intende realizzare la "PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED ESECUTIVA DEI LAVORI DI COMPLETAMENTO ED ADEGUAMENTO DELLA RETE FOGNARIA NEL CENTRO URBANO - 8° LOTTO sub 1 (zona Ospedale impianto di depurazione) - CUP F52G1800000002 CIG: ZEB3A9ABDA.

Il Progetto di che trattasi è stato approvato con delibera di Giunta Comunale n. 71 del 11/06/2020.

L'area interessata riguarda l'asse viario della ex S.S. 18 (Tirrena Inferiore), tra l'Ospedale Immacolata di Sapri e la Località San Francesco/Largo dei Trecento (vedi mappa Google e planimetrie di seguito riportate).

Il sottoscritto Geologo Dott. Francesco Mileo, nato a Sapri (SA) il 23/06/1950 ed ivi residente alla via Marinella, n° 5, P. I.V.A. 02689080659, regolarmente iscritto all'AP dell'Ordine Regionale geologi della Campania, al n. 560, mediante Bando ad affidamento diretto del Comune di Sapri, è stato incaricato a fornire i servizi tecnici di redazione relazione geologica e sondaggi geognostici per il progetto di che trattasi, giusta determina di incarico n. 418 del 08/05/2023.

Per la realizzazione dei servizi geologici richiesti, oltre alla consultazione di dati bibliografici e studi pregressi (tra cui quello per il PUC, per la Microzonazione sismica di 1° livello svolti per il Comune di Sapri, quello relativo ai sondaggi svolti per interventi di edilizia sanitaria presso l'Ospedale di Sapri a cura di Toccaceli e Ferrigno -1995, quelli svolti per la realizzazione del muro su pali sulla 2ª passeggiata zona campi da tennis ed un'indagine privata in via Camerelle), sono state eseguite una serie di indagini in situ, ritenute fra le più compatibili ai fini della caratterizzazione Geologica, geomorfologica, idrogeologica geotecnica e sismica, dell'ambito di territorio comunale interessato dal progetto.

Le indagini in situ sono state concentrate in corrispondenza delle aree laddove, il particolare assetto idro-geo-morfologico, richiedeva una maggiore attenzione investigativa.

Dette indagini hanno riguardato n.2 prove penetrometriche continue pesanti (DPSH) e 3 prospezioni sismiche a rifrazione al fine di una idonea scelta di eventuali opere di presidio

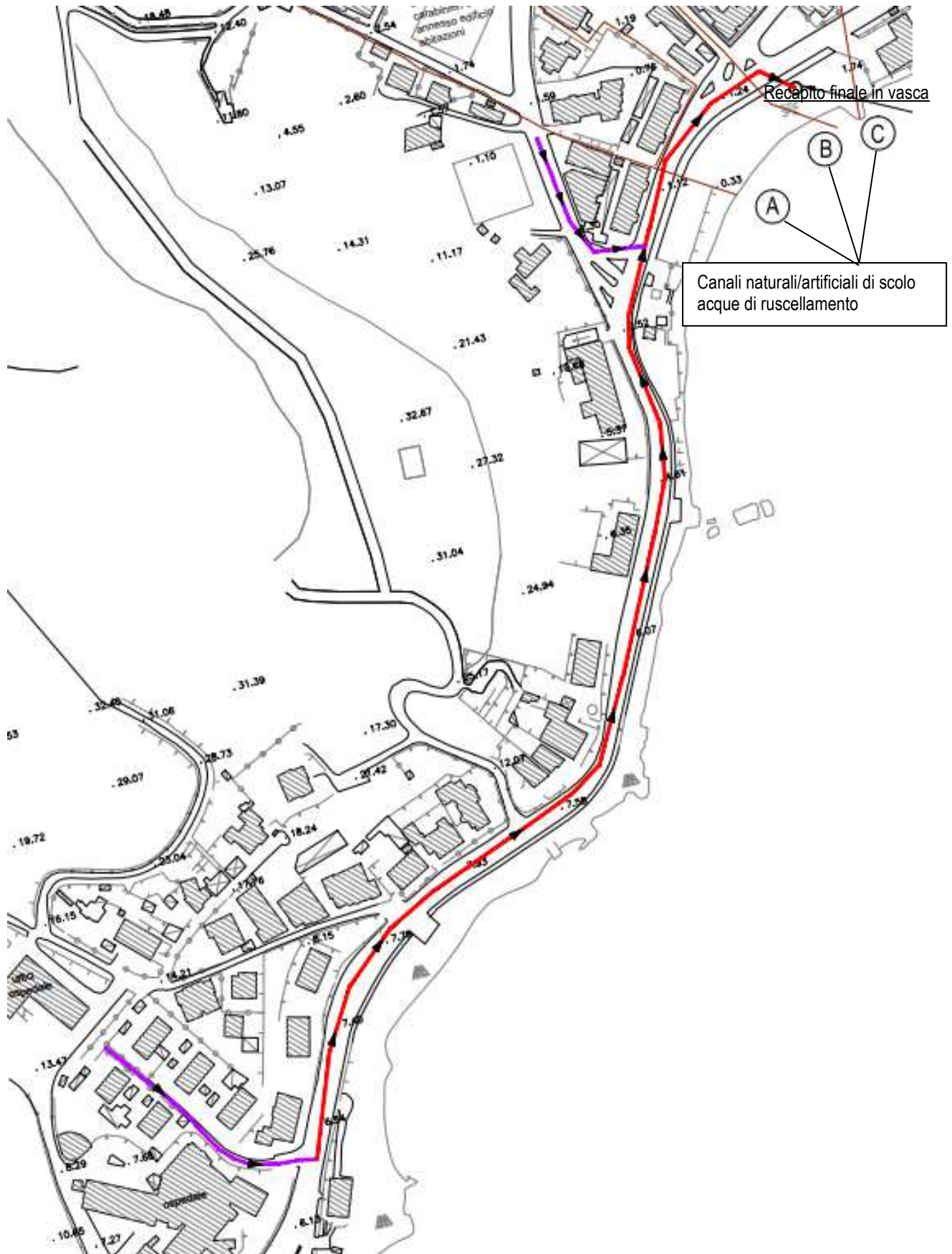
Le fasi di esecuzione delle prove in situ, svolte da ditte specializzate, sono state seguite personalmente dal sottoscritto.

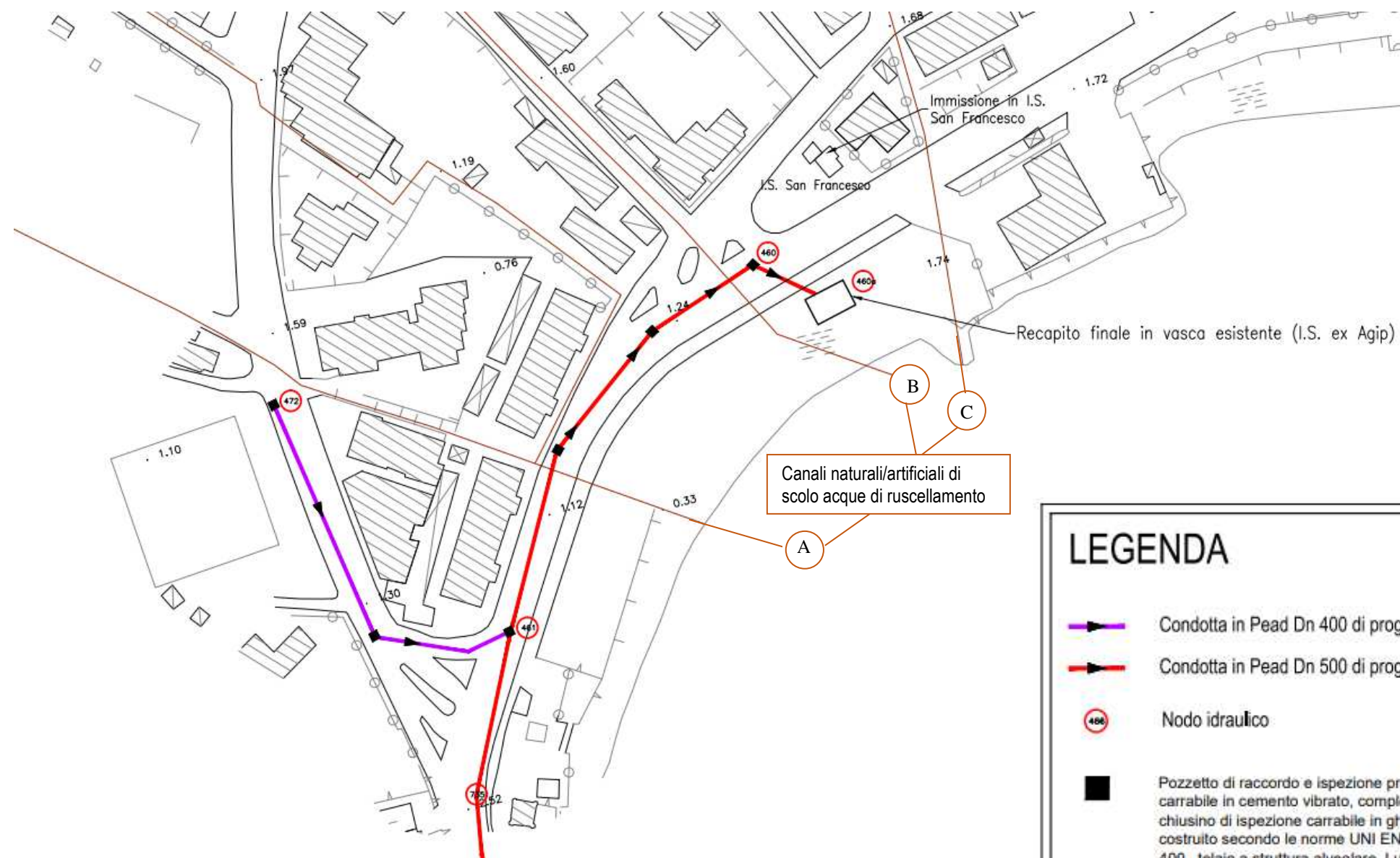
Le prove pregresse sono riportate al paragrafo 6, mentre le prove eseguite sono riportate a paragrafo 7.

In allegato si riporta la documentazione fotografica dei luoghi e l'elaborato prove penetrometriche e sismiche eseguite, rilasciato dalla ditta esecutrice INGEO Sas del Dott. Geologo Nicola Donadio.

La presente relazione, completa di tutti gli elaborati tematici in materia di indagini geologiche, è conforme alla normativa tecnica vigente.

### Planimetrie condotta fognaria in progetto





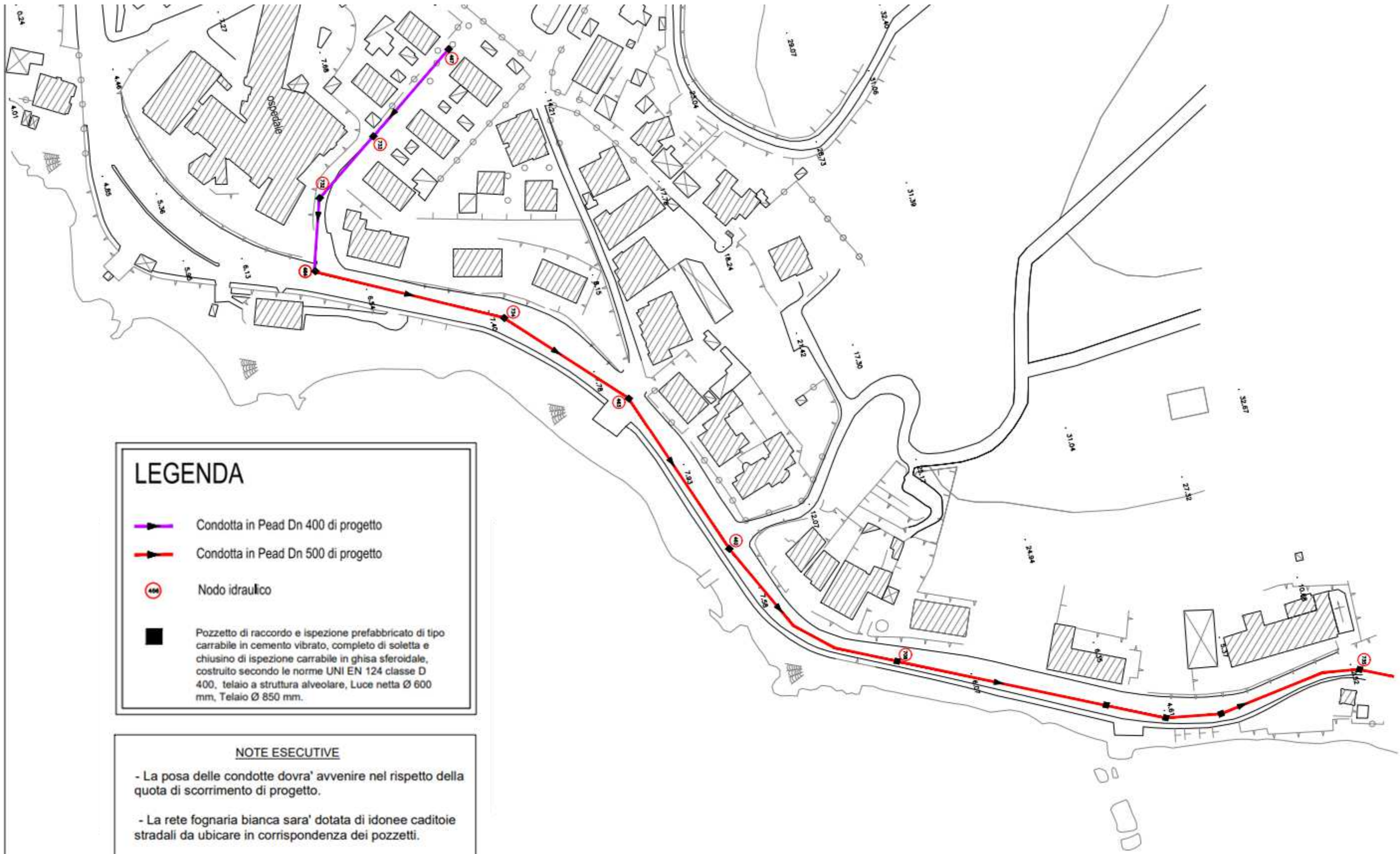
### LEGENDA

- Condotta in Pead Dn 400 di progetto
- Condotta in Pead Dn 500 di progetto
- Nodo idraulico
- Pozzetto di raccordo e ispezione prefabbricato di tipo carrabile in cemento vibrato, completo di soletta e chiusino di ispezione carrabile in ghisa sferoidale, costruito secondo le norme UNI EN 124 classe D 400, telaio a struttura alveolare, Luce netta Ø 600 mm, Telaio Ø 850 mm.

### NOTE ESECUTIVE

- La posa delle condotte dovrà avvenire nel rispetto della quota di scorrimento di progetto.
- La rete fognaria bianca sarà dotata di idonee caditoie stradali da ubicare in corrispondenza dei pozzetti.





Profili rete fognaria di progetto  
Tratto 464 – 460° (ex S.S. 18)

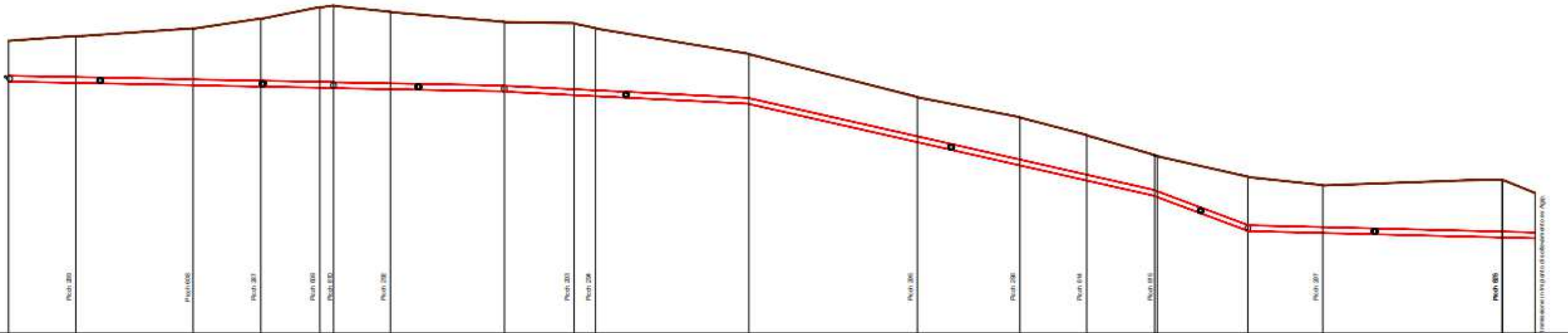
Tratto 464-460a

Scala X 1:1000

Scala Z 1:100



Quota Rif. -5.00 m. slm



N.NODO	464		734		463		462		708		735		461		460		460a	
QUOTA PIANO DI CAMPAGNA (m s.l.m.)	7.94	7.73	8.00	8.48	8.97	9.04	8.77	8.34	8.28	8.07	5.12	4.25	3.49	2.63	1.70	1.55	1.00	1.00
QUOTA CERVELLO CONDOTTA (m s.l.m.)	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
QUOTA SCORRIMENTO (m s.l.m.)	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
QUOTA SCAVO (m)	1.95				3.73		3.18			2.34				1.95	2.62		2.68	1.95
RICOPRIMENTO (m)	5				5		5			5				5	5		5	5
DISTANZA PARZIALE PICCHETTI (m)	28.94	50.40	29.05	25.38	7.47	22.93	53.65	25.24	9.20	65.93	72.42	44.06	28.72	30.38	38.91	68.85	14.00	
DISTANZA PARZIALE NODI (m)		79.34		60.37		73.40			105.08		174.38				40.06	100.44		14.00
DISTANZA PARZIALE POZZETTI (m)										713.28								
PROGRESSIVA (m)	0.00	28.94	79.34	109.39	135.31	138.11	164.17	217.82	227.02	292.95	365.37	409.43	438.15	468.53	507.44	576.29	640.29	654.29
TIPO CONDOTTO		PEAD DN 500		PEAD DN 500		PEAD DN 500		PEAD DN 500		PEAD DN 500		PEAD DN 500		PEAD DN 500		PEAD DN 500		PEAD DN 500
PENDENZA		0.002		0.002		0.002		0.005		0.023		0.037		0.003		0.001		0.001

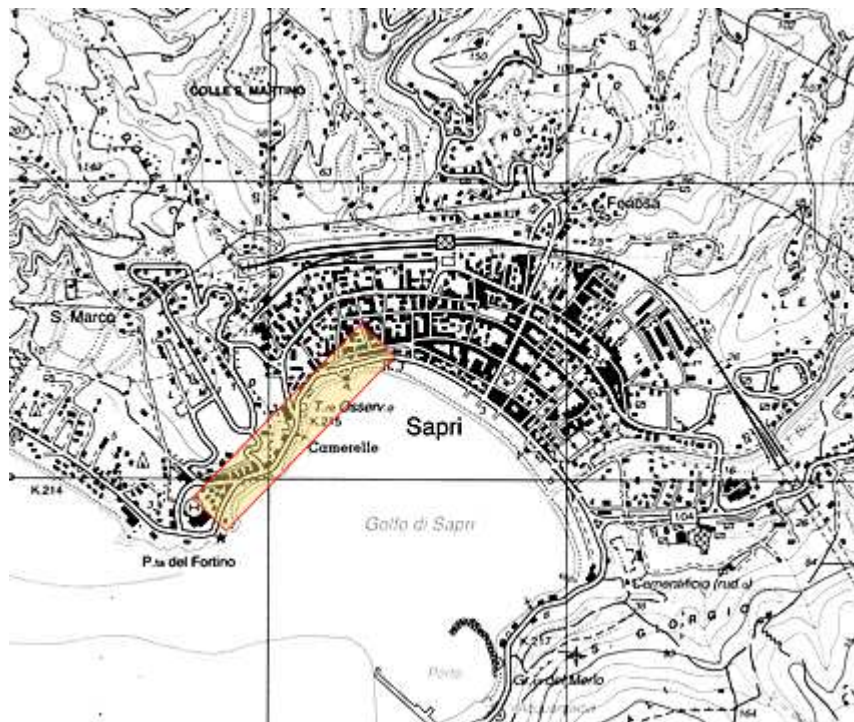


N.NODO	467		733		732		464		472		461	
QUOTA PIANO DI CAMPAGNA (m s.l.m.)	13.32	11.00	11.24	10.01	8.62	7.54	7.54	1.80	1.79	1.77	1.70	1.70
QUOTA CERVELLO CONDOTTA (m s.l.m.)	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18
QUOTA SCORRIMENTO (m s.l.m.)	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18
QUOTA SCAVO (m)	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	2.35	1.95
RICOPRIMENTO (m)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
DISTANZA PARZIALE PICCHETTI (m)	30.51	18.31	29.59	10.01	11.95			9.19	58.99	27.94		
DISTANZA PARZIALE NODI (m)		48.82		33.42		20.81			96.12			
DISTANZA PARZIALE POZZETTI (m)									96.12			
PROGRESSIVA (m)	0.00	30.51	48.82	88.23	99.24	110.05		0.00	9.19	68.23	96.12	
TIPO CONDOTTO		PEAD DN 400		PEAD DN 400		PEAD DN 400			PEAD DN 400			
PENDENZA		0.044		0.037		0.083			0.005			



## 2) INQUADRAMENTO TERRITORIALE E CLIMATICO

Il territorio comunale di Sapri ricade nel foglio 520 della Carta Topografica d'Italia (scala 1:25000) alla sezione II Sapri.



Il tracciato della condotta fognaria in progetto ricade all'estremo ovest del territorio comunale saprese, lungo la strada provinciale ex S.S. 18 che perimetra il golfo di Sapri, dalla località "Largo dei Trecento" fino al confine con il Comune di Vibonati. Topograficamente rimarca per la gran parte il piedimonte di una dorsaletta morfo-strutturale caratterizzata da un ampio crinale riconducibile ad un antico terrazzo marino, mentre i tratti estremi rimarcano da un lato il margine est della piana alluvionale costiera dell'Oliveto e dall'altro il margine ovest della piana alluvionale costiera di Sapri.

Il territorio in esame è caratterizzato nel suo complesso da clima mediterraneo temperato-umido, la cui temperatura media annuale è di circa 18° C., si hanno sbalzi di temperatura fra estate e inverno di media entità, con minime che arrivano poche volte al disotto dello zero. Riguardo alle precipitazioni meteoriche, prendendo come riferimento i dati raccolti, si osserva che l'area presenta valori delle precipitazioni compresi tra i due estremi di 500 e i 1.500 mm annui, con una media di circa 700 mm; questi valori stanno a significare una minore concentrazione di piogge, rispetto alle aree più interne situate alla base dei maggiori rilievi montuosi. Attraverso la formula di L. Turc, che garantisce discreti risultati per qualunque latitudine, è stato calcolato il valore dell'evapotraspirazione reale intorno al 50 ÷ 60% delle precipitazioni medie. Si fa presente tuttavia che negli ultimi tempi, nei periodi di pioggia intensa, i massimi locali di precipitazioni hanno superato anche i 50mm. in poche ore, provocando in tali occasioni e soprattutto in concomitanza delle mareggiate di Libeccio, l'esondazione dei vari valloni che attraversano la piana costiera fino al mare, fatta eccezione del Torrente Brizzi all'estremo settore est della piana costiera, che è l'asta idraulica più importante con un ampio bacino idrografico.



### 3) VINCOLISTICA

#### Carta del vincolo archeologico

Vasca di immissione IS San Francesco esistente con pompaggio reflui al depuratore  
Vasca esistente I.S. ex Agip



#### Legenda

----- Tracciato condotta fognaria in progetto

 Vincolo Archeologico

Altro vincolo che grava nell'area interessata dal progetto è quello della tutela Coste e Laghi.

#### 4) INQUADRAMENTO GEOLOGICO GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO

L'area in esame riguarda un tratto di strada dalla s.s. Tirrena Inferiore che perimetra la punta del Fortino dall'Ospedale e fino a alla località Largo dei Trecento dove è ubicata la vasca di accumulo e pompaggio dei reflui al depuratore; inoltre riguarda due brevi tratti di cui uno interessa la strada comunale che costeggia da est l'Ospedale e l'altro interessa circa 100 ml. dell'estremo tratto ovest di via Kennedy. Dall'Ospedale gli assi viari si snodano a quote sopraelevata su livello del mare a partire da circa 13 m. (strada comunale zona ospedale) fino a circa m. 1,70 nel settore di piana costiera località Largo dei Trecento.

In scala morfostrutturale regionale il comprensorio territoriale Saprese è il risultato dell'evoluzione di un piccolo graben costiero con gli alti strutturali dei m.ti Olivella e Coccovello e dalle colline Limito e Santa Domenica, ribassati verso il mare da una gradinata di faglie dirette distensive formando una depressione successivamente colmata a seguito delle oscillazioni gladio-eustatiche del livello del mare. Allo stato attuale l'area interessata si presenta geomorfologicamente stabile sia per caratteristiche litostratigrafiche che idrogeologiche, inoltre non sono stati rilevati al suolo segni di dissesto in atto e/o potenziale, interessando in prevalenza settore di territorio con substrato litoide. Per quanto concerne la geolitologia, limitatamente all'area di progetto, si rilevano in affioramento successioni calcaree appartenenti all'Unità carbonatica di piattaforma "Alburno-Cervati-Pollino" (mesozoico). Queste litologie costituiscono il substrato geologico competente su cui si rinvengono localmente i complessi detritici di copertura, sia di origine marina (sabbie) che continentale (alluvionali, eluvio-colluviali e antropici), sciolti ovvero debolmente addensati e/o debolmente coerenti. Sulla scorta dei rilievi eseguiti e dei dati geognostici a disposizione sono stati distinti, per semplicità di rappresentazione in carta geologica e idrogeologica, 2 complessi litologici dall'alto verso il basso:

- **Detriti di copertura** - sono stati raggruppati in questo complesso litologico i detriti eluvio-colluviali e sterro/riporto – si tratta di terreni sciolti e/o debolmente addensati costituiti da miscele irregolari delle frazioni limosa, argillosa, sabbiosa e ghiaiosa eterometrica. In particolare i terreni di sterro e riporto comprendono frazioni eterogranulari in prevalenza sabbioso-clastiche mentre i terreni eluvio-colluviali presentano una matrice pelitico sabbiosa prevalente ed un subordinato scheletro clastico.

- **Alluvioni di Piana costiera** - i terreni detritici di piana costiera sono caratterizzati essenzialmente da frazioni sabbiose e/o ghiaiose a grana medio-fine, prevalentemente sciolti ed in falda a partire da circa 0,50÷1 metro dal piano campagna nel settore interessato dal progetto di largo dei trecento/via Kennedy.

- **Unità Alburno-Cervati** - si tratta di Calcilutiti grigie e avana con intercalazioni marne verdognole, breccie in matrice argillosa da verdastra a rossastra (*formazione di Trentinara*) che passano verso il basso, per stratificazione para-concordante, a calcareniti e calcilutiti grigie e talora fetide alla percussione con Rudiste (*formazione dei Calcari a Radiolariti e Rudiste*). tali formazioni si presentano in strati e banchi di spessore fino al metro, frequentemente carsificati anche in profondità e fratturati superficialmente anche con fratture beanti; al tetto di questa successione calcarea si rinvengono lembi della successione fliscioide miocenica arenacea-pelitico-mornosa "Bifurto" (*Flysch dei calcari*) che costituisce l'unità terrigena che chiude il ciclo sedimentario di piattaforma carbonatica.

Tale formazione non si intercetta lungo il settore di progetto, (un lembo si rileva a NW dell'ospedale).

Dai dati dei carotaggi relativi a pregressa indagine (1996) risulta che nel complesso calcareo, nell'area del piazzale dell'ospedale (punta del Fortino), si intercetta una falda acquifera superficiale tra mt. 8 e 10 di profondità che si correla circa alla quota del livello mare.

### Carta Geolitologica da rilevamento di campagna



#### Coperture

- Detriti indifferenziati: colluvioni a matrice limo-sabbiosa e scheletro clastico e/o di sterro e colmata
- Sabbie e ghiaie sabbiose di spiaggia attuale (piana costiera)
- Cordone dunare costiero a prevalenti frazioni sabbioso-ghiaiose (piana costiera)
- Alluvioni deltizio-litorali di piana costiera miscele irregolari di sabbia limo e ghiaie (piana costiera)

#### Substrato (Unità Alburno-Cervati-Pollino)

- Flysch (formazione del Bifurto) – Marne, arenarie e calcareniti in strati sottile e medi.
- Complesso Calcareo - Calcilutiti, marne e brecce intraformazionali, (Formazioni di Trentinara), passante in basso a calcari, calcari dolomitici e dolomie (Formaz. dei calcari a Radiolariti e Rudiste) –

lineamento tettonico

Per quanto concerne le caratteristiche idrogeologiche, nell'area dove affiorano le rocce flyschoidi coesive (non sono presenti lungo il tracciato della condotta in progetto), la permeabilità primaria è praticamente nulla, mentre quella secondaria risulta di basso grado e limitata agli strati superficiali alterati e scompaginati con formazione di modesti acquiferi circoscritti.

Nell'area di affioramento dei calcari la roccia, soggetta a dissoluzione carsica e fratturata anche in blocchi a luoghi disarticolati con fratture beanti, si ha una permeabilità secondaria di grado elevato, ma lateralmente tale permeabilità viene notevolmente abbattuta per la presenza di una frazione sottile che tende a riempire e occludere tutta la rete di fratture (vedi faglie in carta geologica) che si sono andate a formare durante gli eventi tettonogenetici succedutisi nell'area, con il risultato di ottenere una permeabilità "in grande" da media a scarsa. L'idrogeologia in questo settore è piuttosto complessa ed è difficile ricostruire un quadro completo e preciso.

Meno complicato e con una maggiore uniformità, si presenta la zona di piana alluvionale costiera, dove la circolazione idrica sotterranea si può associare ad un'unica grossa ed estesa falda con deflusso idrico verso il mare. Il livello piezometrico di questa falda superficiale, nel settore di litorale, si raccorda con la linea di costa.

Nel settore di costa alta (tra l'Ospedale e Santa Croce) per le caratteristiche idrogeologiche strutturali presenti, i volumi di acque presenti nel sottosuolo non vengono restituiti all'esterno tramite sorgenti, ma si infiltrano in profondità nel complesso carbonatico, andando a defluire direttamente nel mare.

Per poter eseguire una valutazione quantitativa dei volumi di acque piovane che si infiltrano e che ruscellano, è stata eseguita una schematizzazione dei valori, in percentuale, del C.I.P. (Coefficiente di Infiltrazione Potenziale), vedasi la allegata tavola. Tale parametrizzazione è stata eseguita in considerazione del grado di permeabilità delle formazioni superficiali in esame.

Sebbene le litologie di substrato posseggono un alto grado di C.I.P., la rete fognaria in progetto ricade interamente in sede stradale, dove la superficie risulta quasi del tutto impermeabile per la presenza di pavimentazioni e asfalti.

Di seguito si inquadrano, per una analisi di maggior dettaglio idrogeologico, le aree interessate direttamente dalle opere in progetto nei settori estremi del tracciato della condotta fognaria (tra l'Ospedale e largo dei Trecento (settore ovest della piana Saprese).

Nel settore ospedaliero del tracciato (zona a costa alta) fino alla località Santa Croce l'orizzonte acquifero si può intercettare nel complesso calcareo a profondità correlabile con il livello del mare più basso della quota di scavo della trincea di posa della condotta di progetto.

Il tratto di condotta che interessa il settore ovest di piana alluvionale costiera (località "Largo dei Trecento"), va ad interferire, nell'ambito della profondità di scavo della trincea di posa, con la falda superficiale il cui livello si intercetta intorno a 1 metro di profondità.

Nel settore della vasca IS San Francesco esistente è stata eseguita una prova penetrometrica dinamica continua (DPSH) che ha intercettato la falda acquifera alla profondità di metri  $1,70 \div 2,0$ .

Tale profondità, che risulta maggiore rispetto al settore più interno (tra largo dei Trecento e via Kennedy), si giustifica in quanto ci troviamo nel settore di duna costiera a quota topografica poco più alta (circa 2 metri sul livello del mare).

I sedimenti detritici alluvionali presenti in questo settore di piana costiera (largo dei Trecento) presentano una permeabilità primaria per porosità variabile, in prevalenza da medio/alta a medio/bassa in relazione alle frazioni predominanti della miscela granulometrica; in genere la permeabilità diminuisce dalla costa verso l'interno (dove si hanno frazioni granulometriche fini – settore con facies lagunare di retroduna).

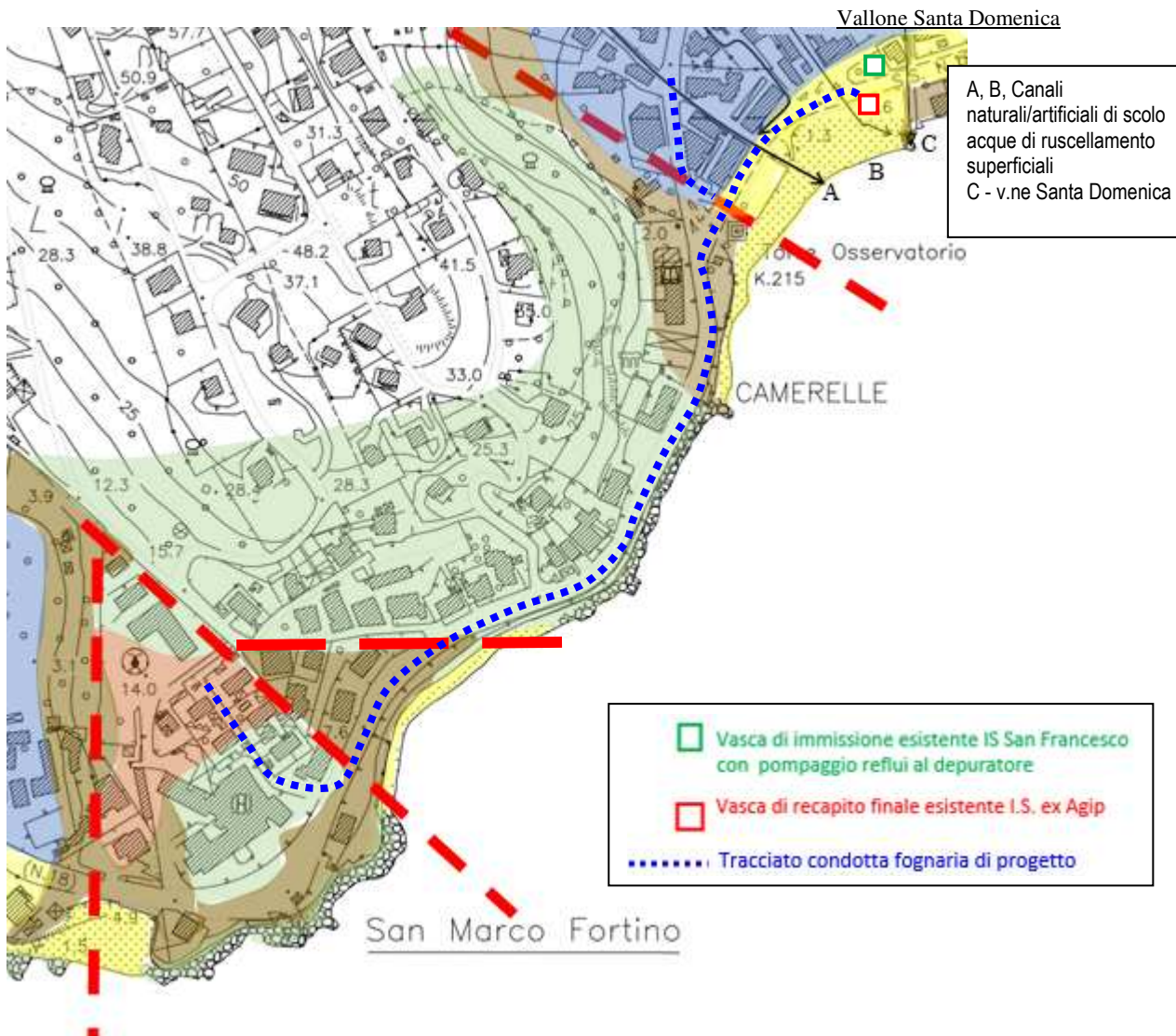
In merito si precisa che la profondità della falda è influenzata direttamente dalle maree, in quanto la densità dell'acqua di mare è maggiore di quella dell'acqua continentale, a causa del minore contenuto salino che caratterizza quest'ultima.

Pertanto lungo le fasce costiere si assiste al fenomeno del galleggiamento dell'acqua dolce sull'acqua salata, lungo una superficie fisica reale, chiamata interfaccia. Conseguentemente, le variazioni del livello del mare, dovute alle maree si ripercuotono sulla falda facendola oscillare verticalmente.

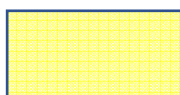
La perturbazione si risente in leggero ritardo anche a distanza nell'entroterra, laddove non vi sono interruzioni e/o forti variazioni di permeabilità tra i litotipi costieri e quelli interni. Tale fenomenologia di galleggiamento delle acque dolci su quelle salmastre tende a far rialzare la piezometrica rispetto alla quota di riferimento del livello del mare. In questo settore della piana costiera, il carattere di sub affioramento della piezometrica è esasperato anche dalla diminuita permeabilità delle formazioni idrogeologiche ivi presenti, che tendono, per poter conservare un gradiente idraulico positivo in direzione della linea di costa, ad innalzare la piezometrica con un andamento a parabola, incrementandone la pendenza.



### Carta dei complessi idrogeologici



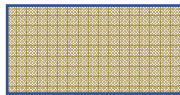
#### LEGENDA



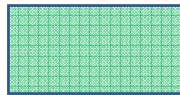
Complesso di spiaggia e duna costiera (miscela di sabbie e ghiaie)  
Permeabilità primaria per porosità medio-alta



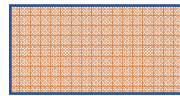
Complesso alluvionale deltizio-litorale di piana costiera (miscela pelitico-sabbiose-con inclusi ghiaiosi)  
(permeabilità primaria per porosità da media a medio-bassa)



Complesso di copertura detritica indifferenziata (eluvio- colluviale e/o di riporto) pelitico-sabbioso-clastica  
(permeabilità primaria per porosità bassa e/o medio-bassa)



Complesso calcareo/calcareo dolomitico,  
(permeabilità primaria per fratturazione e carsismo da media ad elevata)



Complesso flyschoid con marne arenarie e calcareniti (permeabilità primaria per fratturazione bassa)



Lineamento tettonico certo/incerto



I terreni presenti lungo il tracciato della condotta fognaria di progetto, sono stati distinti e raggruppati in complessi idrogeologici, come di seguito riportati, sulla base della loro litologia e dei caratteri strutturali che ne influenzano la permeabilità e la circolazione idrica sotterranea.

Complesso flyscioide: coesiva pelitico-marnosa-arenacea e calcarenitica: impermeabile negli orizzonti compatte, ma permeabile negli orizzonti arenaceo-calcarenitici fratturati, con le fratture a luoghi riempite dalla frazione sottile trasportata dalle acque di filtrazione; si può instaurare una limitata percolazione nella rete di fratture, originatesi per le fasi tettogenetiche che hanno interessato la formazione geologica, dando origine a piccole falde idriche intrappolate laddove le condizioni geometriche di giacitura lo consentono. La permeabilità è piuttosto variabile, da scarsa/nulla a media. Coefficiente di permeabilità pari a:  $1 > K > 10^{-7}$  cm/s.

A. Complesso calcareo: calcari e calcari dolomitici fratturati e carsificati con frattura a luoghi riempite da frazione terrosa prodotta dall'alterazione chimica degli stessi calcari. La permeabilità primaria è praticamente nulla, mentre si ha una permeabilità secondaria per fratturazione e carsismo abbastanza alta. Coefficiente di permeabilità  $K > 1$  cm/s

B. Complesso di spiaggia e duna costiera: terreni sciolti a granulometria ghiaiosa, sabbiosa +/- fine e ghiaioso-sabbiosa. Tale complesso è quello rappresentato nel settore costiero di largo dei Trecento. In essi è presente un notevole moto delle acque per filtrazione nei pori della formazione. La formazione è caratterizzata da un alto grado di permeabilità per porosità, con alti coefficienti di infiltrazione; presenta valori una permeabilità, secondo la classifica di Castany, medio/alti, a cui corrisponde un coefficiente di permeabilità  $K \geq 10^{-2}$  cm/s.

C. Complesso alluvionale deltizio-litorale: sedimenti sciolti costituiti da miscele granulometriche composte in prevalenza dalle frazioni pelitico-sabbiose (matrice), mentre lo scheletro ghiaioso, eterogeneo per pezzatura e litologia, è sempre subordinato. La variabilità della granulometria non consente una esatta parametrizzazione idrogeologica, sia in senso verticale che orizzontale, tuttavia si possono considerare valori di permeabilità medio/bassi. Si può considerare un Coefficiente di permeabilità variabile tra i valori:  $1 > K > 10^{-4}$  cm/s.

D. Complesso dei detriti indifferenziati): in questo complesso sono stati raggruppati i detriti di riporto e i detriti eluvio-colluviali in quanto lungo il tracciato sono presenti tratti dove è difficile darne distinzione, generalmente i primi ricoprono i secondi. La permeabilità per porosità è piuttosto variabile, bassa nelle zone eluvio colluviali con tendenza ad aumentare nei tratti dove sono presenti i materiali di riporto. Riguardo ai terreni eluvio-colluviali il grado di permeabilità complessivo è basso, ma si sovrappongono e spesso ed in modo discontinuo orizzonti con grado di permeabilità che raggiunge valori medi; il Coefficiente di permeabilità oscilla tra:  $1 > K > 10^{-4}$  cm/s.

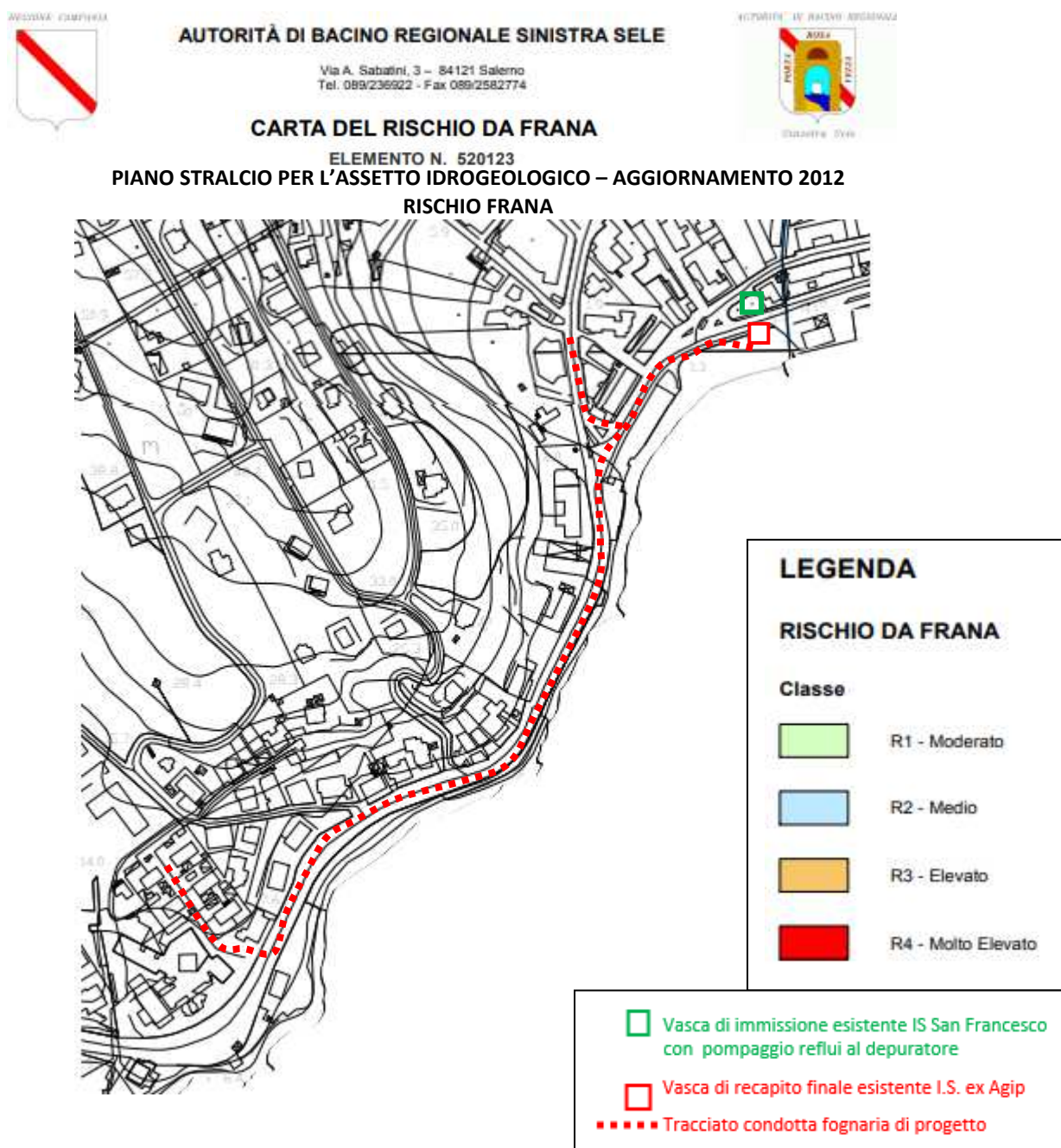
Per uno schema esemplificato di tali strutture idrogeologiche vedi la allegata carta idrogeologica, realizzata accorpando le diverse litologie in base alle loro caratteristiche idrogeologiche.

## 5) CONSIDERAZIONI SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO DI PSAI E PSEC

Per quanto concerne il Piano Stralcio Assetto Idrogeologico (PSAI) le carte tematiche dell'ex Autorità di Bacino Regionale "Sinistra Sele (oggi Autorità di Bacino distrettuale dell'Appennino Meridionale), non evidenziano alcun grado di rischio frana e/o idraulico, ma solo una pericolosità d'ambito di grado moderato (Pa1) che è compatibile con la problematica progettuale di che trattasi.

Nei pressi della vasca di raccolta e pompaggio al depuratore dei reflui fognari, passa il tratto terminale del vallone Santa Domenica il cui rischio R4 è limitato solamente all'alveo scatoato.

Di seguito si riportano le carte tematiche di PSAI relative al rischio/pericolosità da frana e idraulico.





**AUTORITÀ DI BACINO REGIONALE SINISTRA SELE**

Via A. Sabatini, 3 – 84121 Salerno  
Tel. 089/236922 - Fax 089/2582774



**CARTA DELLA PERICOLOSITA' DA FRANA**  
ELEMENTO N. 520123

**PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO – AGGIORNAMENTO 2012**  
**PERICOLOSITÀ DA FRANA**



**LEGENDA**





**Pericolosità da Frana**




**Classe**

-  P1 - Moderata
-  P2 - Media
-  P3 - Elevata
-  P4 - Molto Elevata

**Pericolosità d'Ambito**

**Classe di Pericolosità d'Ambito**

-  Pa1 - Moderata
-  Pa2 - Media
-  Pa3 - Elevata
-  Pa4 - Molto Elevata

-  Vasca di immissione esistente IS San Francesco con pompaggio reflui al depuratore
-  Vasca di recapito finale esistente I.S. ex Agip
-  Tracciato condotta fognaria di progetto





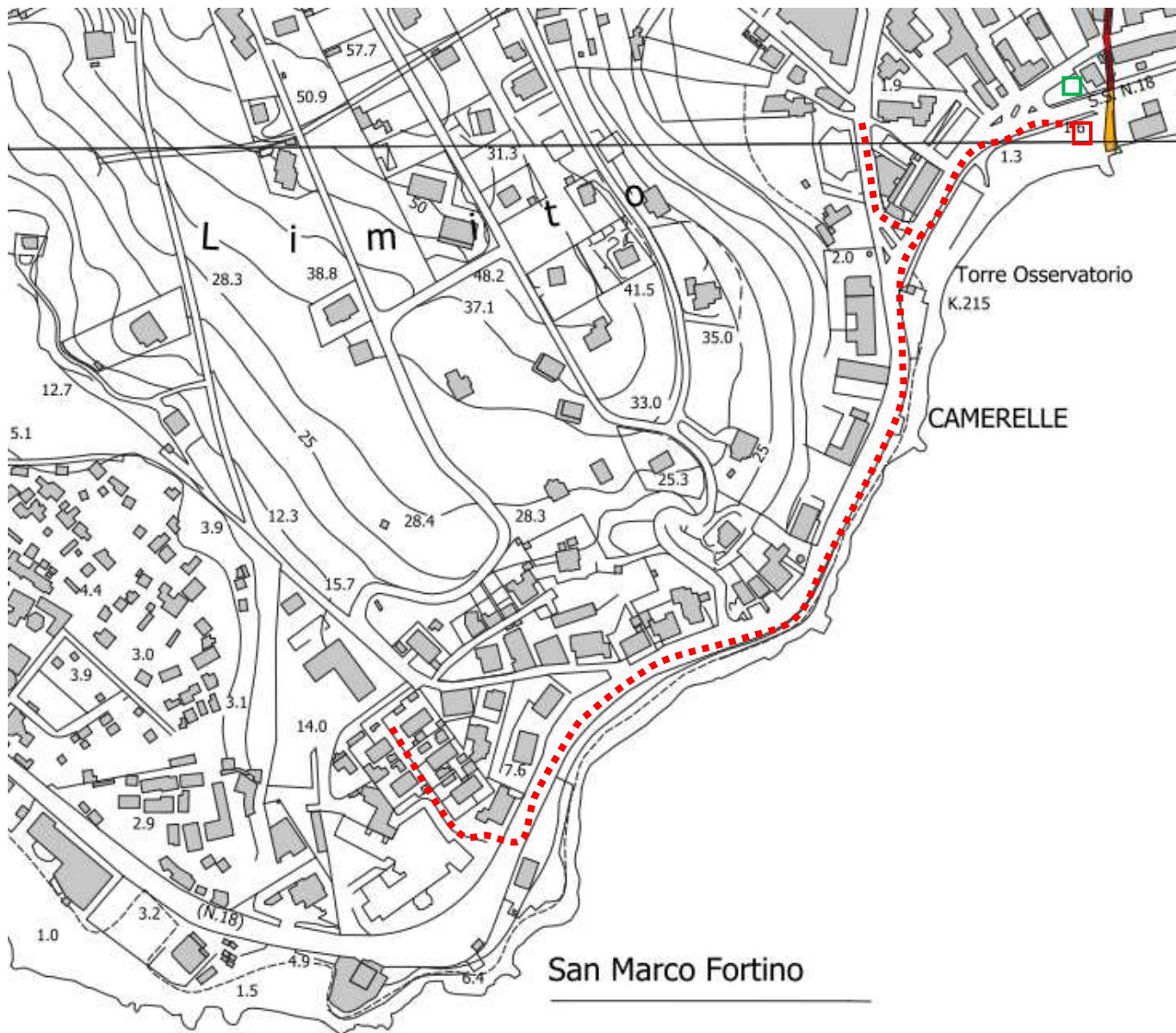
**AUTORITÀ DI BACINO REGIONALE SINISTRA SELE**

Via A. Sabatini, 3 - 84121 Salerno  
Tel. 089/236922 - Fax 089/2582774



**CARTA DEL RISCHIO** | **QUADRANTE 53-54 SCALA 1:5000**

**PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO – AGGIORNAMENTO (2012)  
RISCHIO IDRAULICO**



**LEGENDA**  
Classi di Rischio

- R1
- R2
- R3
- R4

Corso d'acqua

- Vasca di immissione esistente IS San Francesco con pompaggio reflui al depuratore
- Vasca di recapito finale esistente I.S. ex Agip
- Tracciato condotta fognaria di progetto



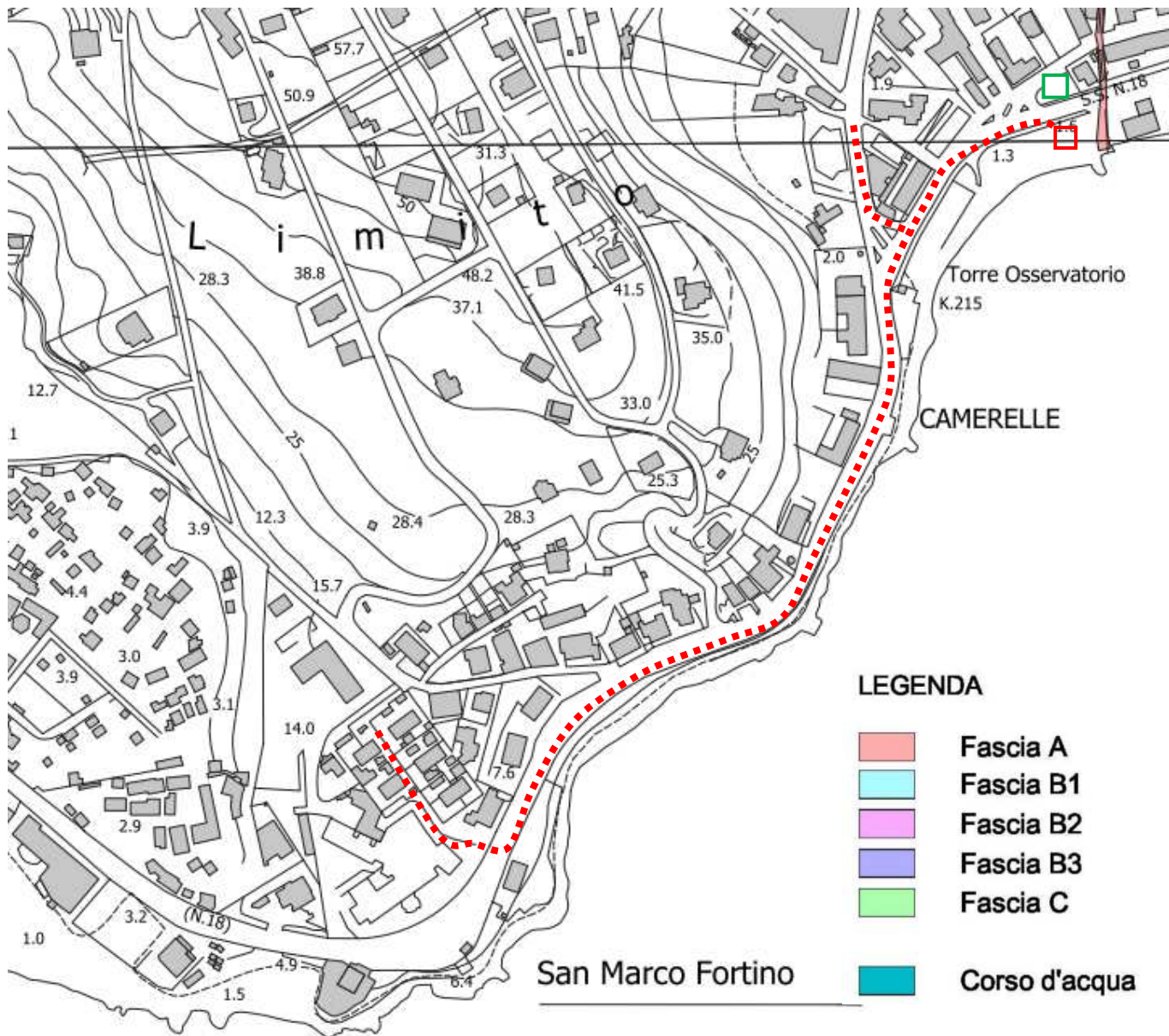
**AUTORITÀ DI BACINO REGIONALE SINISTRA SELE**

Via A. Sabatini, 3 - 84121 Salerno  
Tel. 089/236922 - Fax 089/2582774



**CARTA DELLE FASCE FLUVIALI | QUADRANTE 53-54 SCALA 1:5000**

**PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO – AGGIORNAMENTO (2012)  
RISCHIO IDRAULICO**



- Vasca di immissione esistente IS San Francesco con pompaggio reflui al depuratore
- Vasca di recapito finale esistente I.S. ex Agip
- - - - - Tracciato condotta fognaria di progetto



Per quanto concerne l'erosione costiera, nelle carte tematiche di PSEC il tratto terminale est del tracciato di rete fognaria in progetto che interessa il settore ovest della piana Saprese a partire dall'Osservatorio fino a Largo dei trecento (zona vasca di accumulo e pompaggio reflui fognari) ricade in area di costa bassa con grado di rischio elevato/molto elevato (R3/R4), mentre il tratto all'estremo ovest (zona est della piana dell'oliveto al confine con Vibonati) ricade sempre in area di costa bassa con grado di rischio elevato (R3).

Il tratto di rete fognaria intermedio, che rimarca il settore di costa alta, ricade invece in area con grado di rischio moderato/medio (R1/R2). L'attenzione in questo settore, va rivolta al tratto centrale dove la strada che sarà sede dell'infrastruttura interrata, interessa intercetta il complesso di terreni detritici di natura eluvio-colluviale e di sterro e riporto.

Si riportano di seguito le carte tematiche di PSEC con ubicazione tracciato condotta fognaria in progetto.



REGIONE CAMPANIA

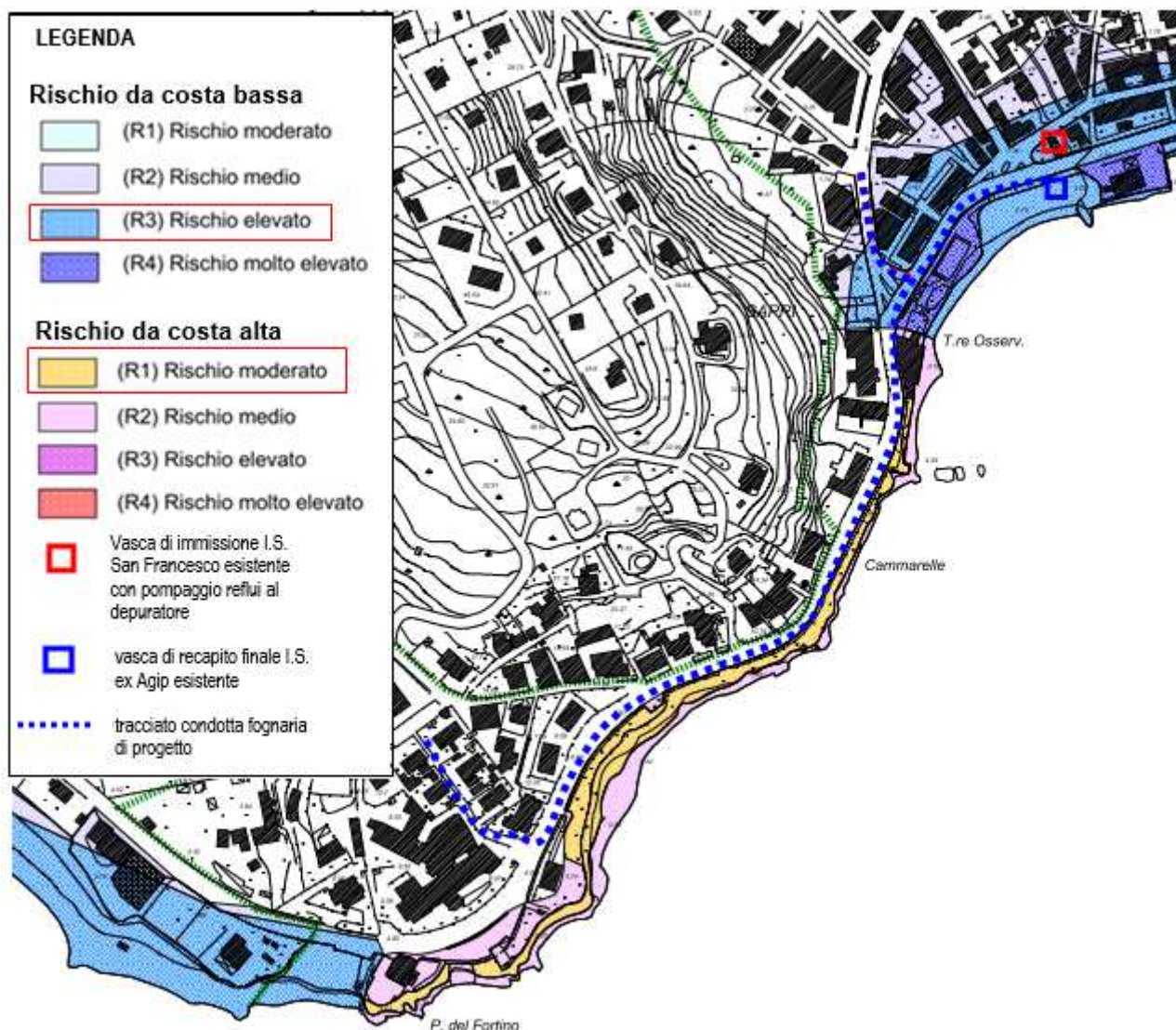
**EX AUTORITÀ DI BACINO REGIONALE "SINISTRA SELE"**  
**Piano Stralcio Erosione Costiera**

Ai sensi dell'art. 17 commi 1 e 6 della Legge 18 maggio 1989 n. 183 s.m.i. e Legge 4 dicembre 1993 n. 49



AUTORITÀ DI BACINO REGIONALE  
SINISTRA SELE

**(CARTA DEL RISCHIO - TAV 25/25 GOLFO DI SAPRI)**







**EX AUTORITÀ DI BACINO REGIONALE "SINISTRA SELE"**  
**Piano Stralcio Erosione Costiera**

Ai sensi dell'art. 17 commi 1 e 6 della Legge 18 maggio 1969 n. 183 s.m.i. e Legge 4 dicembre 1993 n. 49



**(CARTA DELLA PERICOLOSITÀ – TAV. 25/25 GOLFO DI SAPRI)**



**LEGENDA**

**Pericolosità da costa bassa**

- (P1) Pericolosità Bassa
- (P2) Pericolosità Media
- (P3) Pericolosità Elevata

**Pericolosità da costa alta**

- (P1) Pericolosità Bassa
- (P2) Pericolosità Media
- (P3) Pericolosità Elevata

- Vasca di immissione I.S. San Francesco esistente con pompaggio reflui al depuratore
- vasca di recapito finale I.S. ex Agip esistente
- tracciato condotta fognaria di progetto
- Limite comunale





**EX AUTORITÀ DI BACINO REGIONALE "SINISTRA SELE"**  
**Piano Stralcio Erosione Costiera**

Ai sensi dell'art. 17 commi 1 e 6 della Legge 18 maggio 1989 n. 183 s.m.i. e Legge 4 dicembre 1993 n. 49







**CARTA DEL DANNO – TAV. 25/25 GOLFO DI SAPRI**



**Danno**

-  (D1) Danno Moderato
-  (D2) Danno Medio
-  (D3) Danno Elevato
-  (D4) Danno Molto Elevato

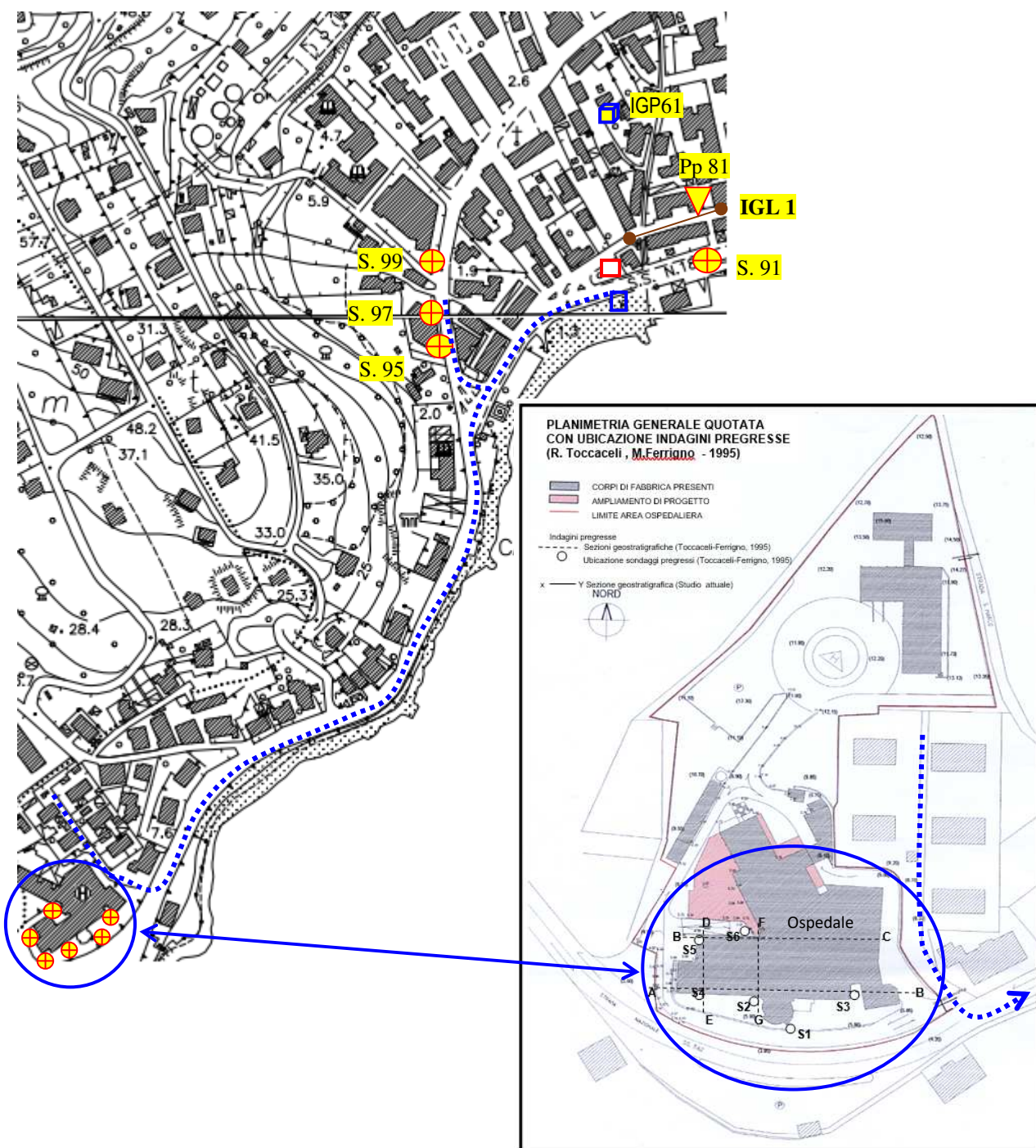
-  Vasca di immissione esistente IS San Francesco con pompaggio reflui al depuratore
-  Vasca di recapito finale esistente I.S. ex Agip
-  Tracciato condotta fognaria di progetto
-  Limite comunale

## 6) PROVE PREGRESSE IN AREE LIMITROFE

Di seguito si riportano alcune prove pregresse eseguite in aree limitrofe a quella di progetto così come ubicate in planimetria di seguito riportata.

Dette prove fanno parte dell'indagine di cui :

- la prima, eseguita nel 1995 dal dott. Toccaceli e dott. Ferrigno per conto dell'ASL SA3, comprende n. 6 sondaggi a carotaggio con sezioni rappresentative;
- la seconda, svolta dal sottoscritto e dal dott. Toccaceli nel 2020 per lo studio di Microzonazione sismica, comprende n.4 sondaggi a carotaggio continuo IGP 91-95-97-99, n. 1 prova penetrometrica IGP 81, n.1 prova masw IGL 1 e n.1 prova HVSR IGP 61.



### Sondaggio 1 – 22/12/1995 (Ospedale Sapri)

Prof. m.	stratigrafia	Tipo litologico	Falda
0,3		Riporti e massicciata stradale	
4,0		Calclutiti avana e marne verdastre (Form. di Trentinara)	
9,50		Calclutiti e calcareniti grigie	=====
12			

### Sondaggio 2 – 22/12/1995 (Ospedale Sapri)

Prof. m.	stratigrafia	Tipo litologico	falda
2,0		Riporti e massicciata	
3,0		Riporto argilloso alterato	
6,0		Terre rosse e marne, calclutiti avana interstratificate (form. di Trentinara)	
12		Calclutiti e calcari dolomitici (Creta sup.)	



### Sondaggio 3 – 23/12/1995 (Ospedale Sapri)

Prof. m.	stratigrafia	Tipo litologico	falda
1,8		Riporti e massicciata	
3,0		Calcilutiti e marne anche alterate	
5,5		Livello marnoso bauxitico	
12		Calcilutiti e calcareniti grigie	

### Sondaggio 4– 23/12/1995 (Ospedale Sapri)

Prof. m.	stratigrafia	Tipo litologico	falda
2,0		Riporti e massicciata	
4,0		Marne e breccie intraformazionali	
12		Calcilutiti e calcareniti grigie	

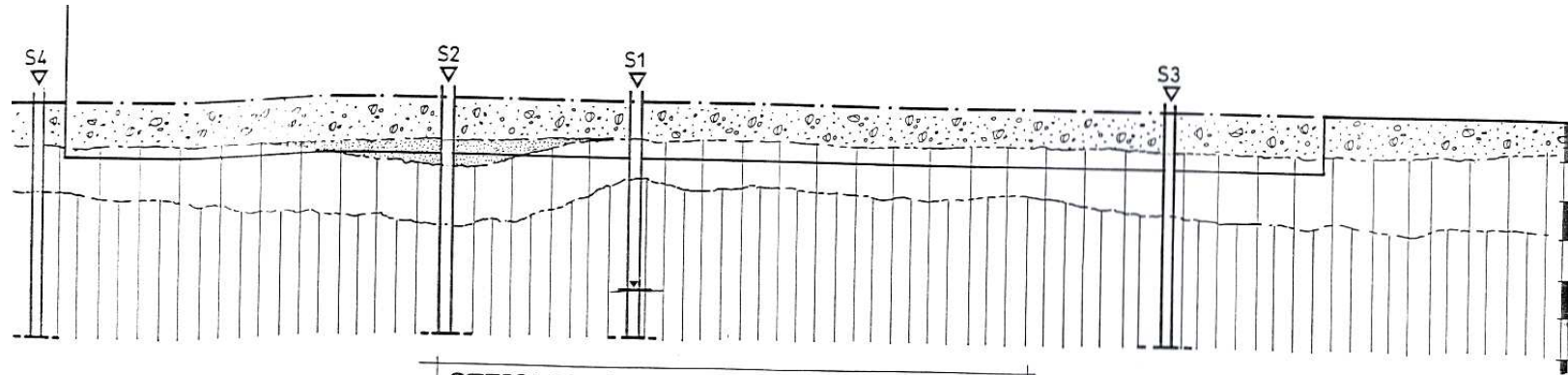
### Sondaggio 5 – 23/12/1995 (Ospedale Sapri)

Prof. m.	stratigrafia	Tipo litologico	falda
2,0		Riporti e massicciata	
9,0		Terreni di copertura e di colmata di paleoincisione costituiti da sabbie, limo e ciottolame arrotondato	
12		Calcareniti e calcilutiti fratturate ed alterate	

### Sondaggio 6 – 23/12/1995 (Ospedale Sapri)

Prof. m.	stratigrafia	Tipo litologico	falda
2,0		Riporti e massicciata	
4,0		Brecce intraformazionali e marne rosse e verdi	
12		Calcareniti e calcilutiti grigie e avana	






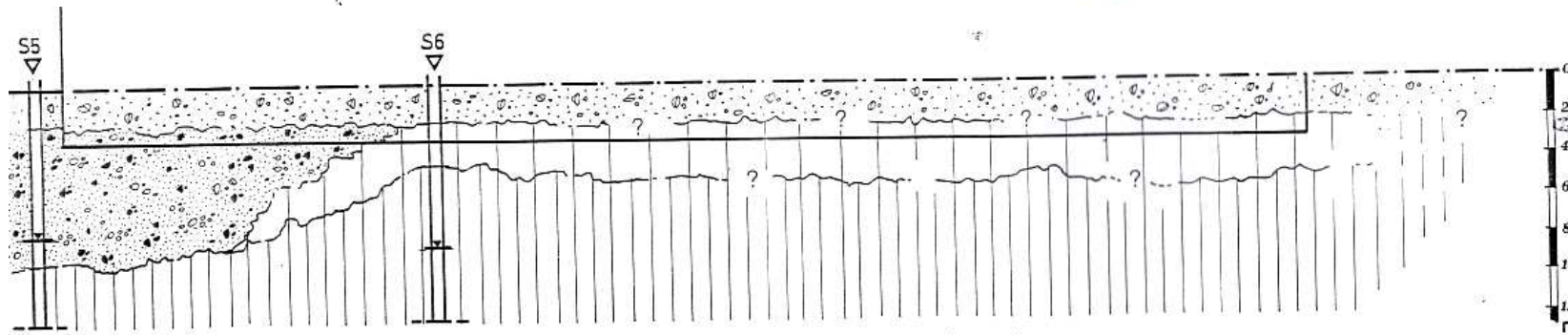


SEZIONE GEOLOGICO-TECNICA A - B

S SONDAGGIO GEOGNOSTICO

— PIEZOMETRICA





-  RIPORTO E MASSICCIAIA
-  ARGILLA ALTERATA
-  BRECCIE E MARNE
-  CALCARI



SEZIONE GEOLOGICO-TECNICA B - C

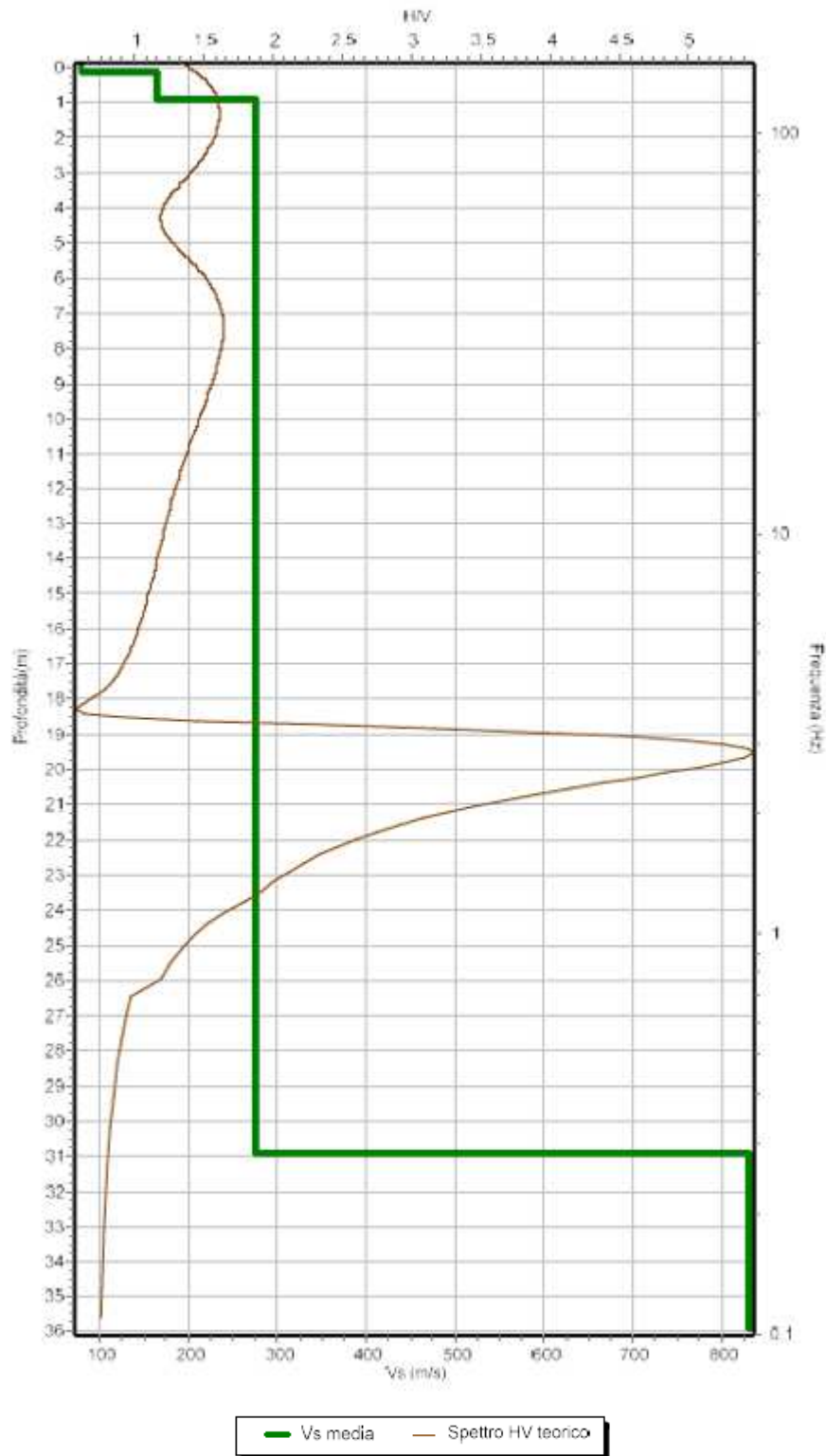
S SONDAGGIO GEOGNOSTICO

— PIEZOMETRICA

-  RIPORTO E MASSICCIAIA
-  COLLUVIONI E DETRITI
-  BRECCIE E MARNE
-  CALCARI

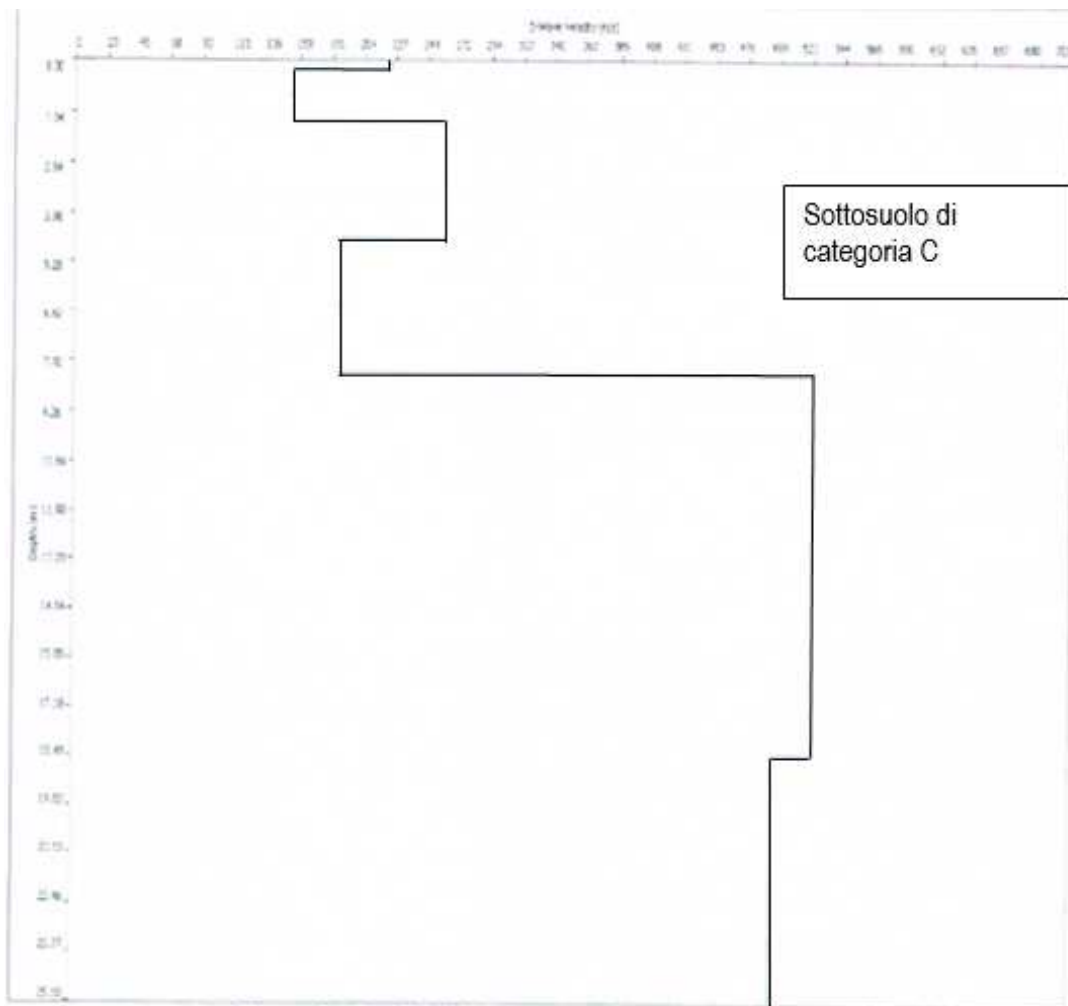
### Prova HVSR - IGP 61 (Sigla nell'archivio prove in MS 1° livello)

Diagramma Vs/profondità



Classe sito: C - Vseq.(m/s)= 268,3

**Prova MASW - IGL 1 ( Sigla nell'archivio prove in MS 1° livello)**



**Figura 5 – Profilo di Velocità delle Onde di Taglio (Vs)**

Thickness (m)	Depth (m)	Vs (m/s)	Vp (m/s)	Poisson	Density t/mc
0.249277	0.000000	223.000000	507.000000	0.380000	1.700000
1.337664	0.249277	153.000000	318.000000	0.350000	1.800000
3.101380	1.586941	262.000000	520.000000	0.330000	1.800000
3.546633	4.688321	187.000000	350.000000	0.300000	1.700000
10.167597	8.234954	522.000000	1015.000000	0.320000	1.900000
	18.402551	494.000000	1028.000000	0.350000	2.000000



### Prova penetrometrica - IGP 81 ( Sigla nell'archivio prove in MS 1° livello)

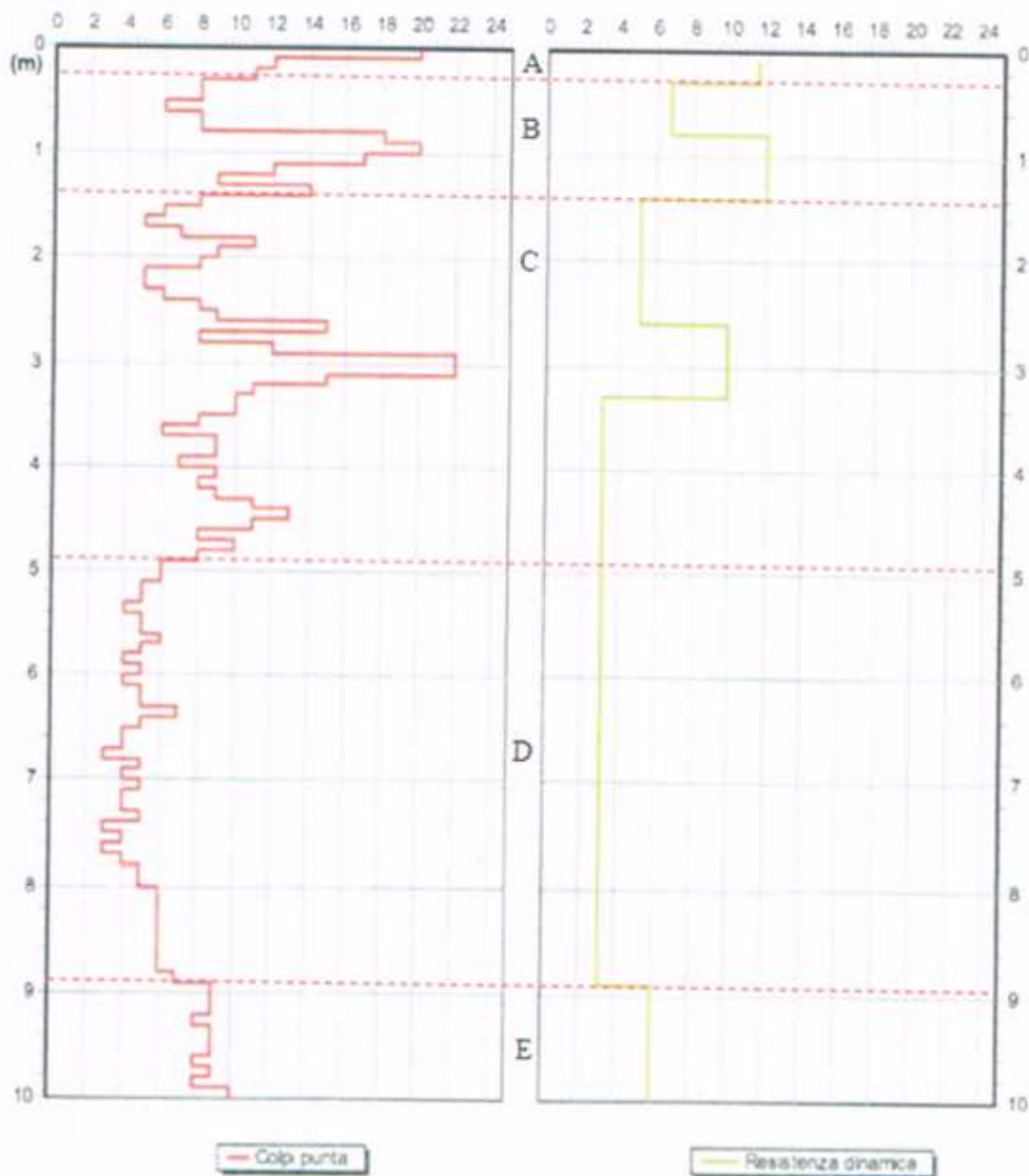
#### ROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Località : via Camerelle – Comune di Sapri

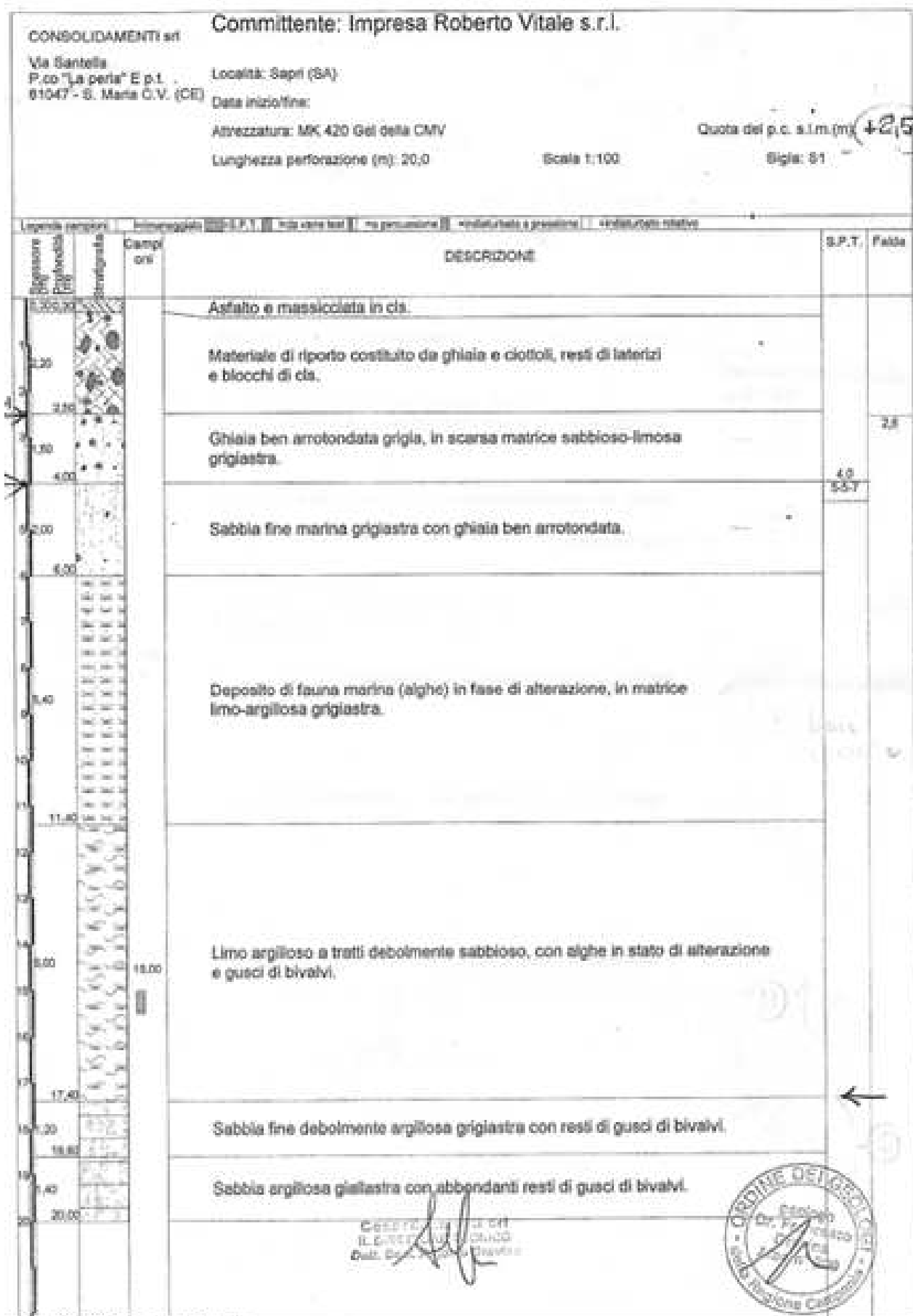
Data : 11.12.2009

Attrezzatura: DPM30 - PAGANI GEOTECHNICAL DI PIACENZA

Quota p.c. : 0.0 - Quota falda (dal p.c.) : - m.1,50



### Sondaggio a carotaggio continuo - IGP 91 ( Sigla nell'archivio prove in MS 1° livello)



**Sondaggio a carotaggio continuo - IGP 96 ( Sigla nell'archivio prove in MS 1° livello)**

Committente <u>Sig. DE ROSA MARIO</u>		Sondaggio n° <u>20</u>	
Località <u>S. CROCE - SAPRI</u>		Posizione <u>S32</u>	
Metodo di perforaz. <u>Rotazione</u>		Ø rivestimenti _____	
Quota d'inizio <u>p.c.</u>		Data <u>Dic. 92</u>	
Scala <u>1:100</u>		foglio _____ di _____	

Profond. strati	Profond. (M)	Stratigr	Lamin	Profond. camp.	+ 1,00 Descrizione	P.P. (g/cm <sup>3</sup> )	data prove	p <sub>100</sub> SPI VI	Profondità
0.3	0.3				<u>Suolo agrario vegetale bruno</u> <u>Limi sabbiosi con ciottoli smussati ed arrotondati</u>				
1.3	1.3								
	10			t.s.	<u>Sabbie grigio scure da medio-grosse a fini, con frazione limosa, fossilifere e fetide, con materiale organico e feltri algali indecomposti</u>				

Sapri (Sa) - Via C. Pisacane, 88 Tel. (0973) 392566  Lauria (Pz) - C.da S. Barbara Tel. (0973) 893612	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>Data</th> <th>prof. foro</th> <th>prof. cava</th> <th>lit</th> </tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table>	Data	prof. foro	prof. cava	lit																	<p><b>I.N. SUD</b></p>
Data	prof. foro	prof. cava	lit																			




**Sondaggio a carotaggio continuo - IGP 95 ( Sigla nell'archivio prove in MS 1° livello)**

Committente <u>Sig. DE ROSA MARIO</u>					Sondaggio n° <u>19</u>	
Località <u>S. CROCE - SAPRI</u>			Posizione <u>84P</u>		x	
Metodo di perforaz. <u>Rotazione</u>			Ø rivestimenti		y	
Quota d'inizio <u>p.c.</u>			Scala <u>1:100</u>		Data <u>Dic. 92</u>	
					foglio di	

Profond. stratig.	Profond. (m)	Stratigr.	Cant.	Prof. carm.	+1,00 ~ Descrizione	P.P. logori	P.P. S/P VI	P.P. VI
0,3	0,3	Suolo agrario vegetale bruno						
1	1	Limi sabbiosi con ciottoli smussati ed arrotondati						
10	10	Sabbie grigio scure da medio-grosse a fini, con frazione limosa, fossilifere e fetide, con materiale organico e feltri algali indecomposti						
		costituisce il riempimento fognario della fossa base riparte fino a tutte l'epoca romana...						


Sapri (Sa) - Via C. Pisacane, 88 Tel. (0973) 392566  Livorno (Pr) - C.da S. Barbara Tel. (0571) 891460	Data    prof. foro    prof. carm.    Testi	 <b>I.N. SUD</b>
--	--	---

**Sondaggio a carotaggio continuo - IGP 98 ( Sigla nell'archivio prove in MS 1° livello)**

Committente <u>Sig. DE ROSA MARIO</u>		Località <u>S. CROCE - SAPRI</u>		Posizione <u>2014</u>		Sondaggi n° <u>82</u>	
Metodo di perforaz. <u>Rotazione</u>		Ø rivestimenti _____		Quota d'inizio <u>p.c.</u>		Data <u>Dic. 92</u>	
Scala <u>1:100</u>		Data _____		foglio _____		di _____	
Profond. strat. (m)	Profond. (m)	Stratigr.	Prof. camp.	+1,00	Descrizione	P.P. (g/cm <sup>3</sup> )	Ind. di comp. (g/cm <sup>3</sup> )
0	3	W S S			Suolo agrario vegetale bruno		
1	5	10 10 10			Limi sabbiosi con ciottoli smussati ed arrotondati		
2	00	100 100 100			Ghiaie con ciottoli appiattiti e subarrotondati		
					Sabbie grigio-scure da medio-grosse a fini, con frazione limosa, fossilifera e fetide, con materiale organico e feltri algali indecomposti		
	13		t.s.				

Sapri (Sa) - Via C. Pisacane, 88 Tel. (0973) 392566  Lorigia (Pz) - C.da S. Barbara Tel. (0973) 823612	Data	prof. foro	prof. cava	L <sub>10</sub>


**I.N. SUD**  
 INTERVENTI NEL SOTTOSUOLO srl

### Sondaggio a carotaggio continuo - IGP 99 ( Sigla nell'archivio prove in MS 1° livello)



via Solara Vecchia  
66020 S. Giovanni Teatino (CH)  
tel. 085/44.681  
1994

RF. INT. 78	DATA ELABORAZIONE: 23-02-94	DATA INIZ. PERFORAZIONE: 07-02-94	DATA FINE PERFORAZIONE: 07-02-94
COMITENTE: IMPRESA DI VINCENZO DINO & C. S.p.A. - PESCARA		CANTIERE: COMANDO ARMA DEI CARABINIERI DI SAPRI (SA)	
SCOPO DELLA PERFORAZIONE: GEONOSTICO			
NO. SONDAGGIO: 1	QUOTA BOCCAFONDI:	LUNGHEZZA (m): 30,00	INCLINAZIONE (gradi):
MACCHINA PERFORATRICE: SONDA CMV 600			
OPERATORE RESPONSABILE: SIG. CECCHINI LUIGI		TECNICO RESPONSABILE: DOTT. FRANCESCO MOSCARELLA	
NOTE: CASSETTE CATALOGATRICI: 1/4			

+2,50 mt. cm

STRATIGRAFIA		CALIBRO	LOGICOLA	PERCENTUALE	ROCK	STANDARD	DIAMETRO	NETTO	PERFORAZIONE	NETTO	STABILIZZAZ.
Profondità dal p.z. (m)	Simbolo grafico	Profondità di profondità (m)	Composizione Tipo di granaio	Profondità di (m)	QUALITÀ DESIGNATION	PERFORAZIONE TEST	DEL FORO (mm)	NETTO	DI	PERFORAZIONE	NETTO
2,00			TERRICCO LIMOSO MARRONE-SCURO CON RESTI VEGETALI. <i>Al. f. col.</i>								
11,00			SABBIA DEBOLMENTE LIMOSA DI COLORE MARRONE-SCURO. <i>Al. f. col.</i>								
11,10		0,10	LIVELLO CALCAREO MARNOSO								
13,00		1,30	LIMO ARGILLOSO GRIGIO RIMANEGGATO CON INCLUSI LIVELLETTI CALCAREO-MARNOSI.								
16,00		1,60	LIMO ARGILLOSO AVANA CON LIVELLETTI MARNOSI.								
22,70		2,70	LIMO ARGILLOSO MARRONE-CHIARO CON INCLUSI FRAMMENTI CALCAREO-MARNOSI DA MEDIANTE A MOLTO CONSISTENTE								
30,00		3,00	ARGILLA MARNOSA E LIMO ARGILLOSO MARNOSO GRIGIO. MOLTO CONSISTENTE								

18) Soluzione con carattere complice a vuoto



## 7) PROVE ATTUALI IN AREA DI PROGETTO

Per quanto concerne le indagini in area di progetto, tenuto conto delle prove pregresse svolte in aree limitrofe, vista la problematica progettuale di che trattasi, si è ritenuto eseguire:

- n. 2 prove penetrometriche dinamiche continue pesanti, (DPSH) ubicate come in planimetrie, di cui una ubicata nei pressi della vasca I.S. San Francesco esistente a largo dei Trecento e l'altra ubicata sul marciapiede lungo la ex S.S. 18 alla progressiva km.ca 214+620;
- n. 3 tomografie sismiche in onda P, elaborate con modalità tomografica, di cui 2 tra Santa Croce e largo dei Trecento ed una presso la progressiva 214 + 600 .

Le suddette prove in situ, la cui ubicazione si riporta di seguito negli stralci di mappa Google, sono state eseguite dalla ditta INGEO Sas del Dott. Geologo Nicola Donadio.

Gli elaborati delle suddette prove sono riportati in allegato 2, mentre di seguito si riporta la rielaborazione delle prove penetrometriche, eseguita dal sottoscritto mentre attraverso il programma Dynamic Probing della ditta Geostru software.



- Vasca IS San Francesco
- Vasca IS ex Agip
- - - Tracciato condotta fognaria in progetto



--- Tracciato condotta fognaria di progetto

### Prove penetrometriche

Nella prova penetrometrica DPSH 1, eseguita nei pressi della vasca IS san Francesco, spinta fino alla profondità di metri 11.40, sono stati intercettati e distinti 3 livelli a prevalente comportamento granulare (miscele delle varie frazioni granulari) ed un livello (intercalato tra il 2° ed il 4°) dove si è intercettato, tra la profondità di m. 5,40 e m. 9 (vedi elaborazione prova), un orizzonte privo di consistenza (affondamento delle aste con il proprio peso – colpi praticamente =0) che è riconducibile a sedimenti limosi organici (prevalentemente alghe in decomposizione) tipici di ambiente di mare calmo (settore di retroduna). Infine si è intercettata la falda alla profondità di metri 2 che sostanzialmente si correla con il livello del mare.

Nella prova DPSH 2, eseguita sul marciapiede della S.S. 18 alla progressiva km.ca 214+620, spinta fino alla profondità di m. 4.80 dove si è registrato il rifiuto strumentale all'avanzamento (prova interrotta a 50 colpi - avanzamento nullo), si può in sostanza distinguere uno strato superficiale detritico, eterogeneo per granulometria e natura, fino alla profondità di m. 4.50 oltre la quale si può considerare la presenza di substrato competente che si può correlare alle litologie del complesso di substrato fliscioide/calcareo, affiorante nella zona a monte e lungo la costa (orizzonte superficiale fratturato), qui ribassato per tettonogenesi.

Di seguito si riporta l'elaborazione eseguita dal sottoscritto attraverso il programma di analisi Dynamic Probing di Geostru software, mentre in allegato si riportano gli elaborati forniti dal Dott. Donadio esecutore delle prove.

## ELABORAZIONE PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE DPSH 1- DPSH 2

Committente:	Comune di Sapri (Sa)
Descrizione:	Progetto definitivo-esecutivo: "Completamento ed adeguamento delle reti fognarie acque bianche e nere nel centro urbano" – Stralcio 8° Lotto. CUP F52G18000000002 – CIG ZEB3A9ABDA
Località:	Comune di Sapri (Tratto Ospedale – Largo dei Trecento)
Esecuzione prove:	INGEO Sas del dott. Geol. Nicola Donadio
Modello Penetrometro:	DEEP DRILL 73/200
Elaborazione prove:	Geol. Dott. Francesco Mileo
Software:	Dynamic Probing (Gеоstru software)

### Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda tipo SCPT (Standard Cone Penetration Test)

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	73 Kg
Peso accessori	35 Kg
Altezza di caduta libera	0,75 m
Peso sistema di battuta	6 Kg
Diametro punta conica	50,46 mm
Area di base punta	20 cm <sup>2</sup>
Lunghezza delle aste	0,9 m
Peso asta	7 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,80 m
Avanzamento punta	0,30 m
Numero colpi per punta	N (30)
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	60°
Coefficiente sicurezza	1,0
Coefficiente di correlazione	1,15



## PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE - (DPL-DPM-DPH-DPSH) NOTE ILLUSTRATIVE DEL SOFTWARE : DYNAMIC PROBING

### - Diverse tipologie di penetrometri dinamici

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

Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di "catalogare e parametrizzare" il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno.

L'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- peso massa battente M;
- altezza libera caduta H;
- punta conica: diametro base cono D, area base A (angolo di apertura  $\alpha$ );
- avanzamento (penetrazione)  $\delta$  ;
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici).

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

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

Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:

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

### **Penetrometri in uso in Italia**

In Italia risultano in uso i seguenti tipi di penetrometri dinamici che non rientrano nel Standard ISSMFE):

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)  
massa battente  $M = 30$  kg, altezza di caduta  $H = 0.20$  m, avanzamento  $\delta = 10$  cm, punta conica ( $\alpha=60-90^\circ$ ), diametro  $D = 35.7$  mm, area base cono  $A=10$  cm<sup>2</sup> rivestimento / fango bentonitico: talora previsto;
- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)  
massa battente  $M = 20$  kg, altezza di caduta  $H=0.20$  m, avanzamento  $\delta = 10$  cm, punta conica ( $\alpha= 60-90^\circ$ ), diametro  $D = 35.7$  mm, area base cono  $A=10$  cm<sup>2</sup> rivestimento / fango bentonitico: talora previsto;
- DINAMICO PESANTE ITALIANO (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE)  
massa battente  $M = 73$  kg, altezza di caduta  $H=0.75$  m, avanzamento  $\delta=30$  cm, punta conica ( $\alpha = 60^\circ$ ), diametro  $D = 50.8$  mm, area base cono  $A=20.27$  cm<sup>2</sup> rivestimento: previsto secondo precise indicazioni;
- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA)  
massa battente  $M=63.5$  kg, altezza caduta  $H=0.75$  m, avanzamento  $\delta=20-30$  cm, punta conica ( $\alpha = 60^\circ-90^\circ$ )  
diametro  $D = 50.5$  mm, area base cono  $A = 20$  cm<sup>2</sup>, rivestimento / fango bentonitico: talora previsto.

### **Correlazione con N<sub>spt</sub>**

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi N<sub>spt</sub> ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con N<sub>spt</sub>. Il passaggio viene dato da:

$$NSPT = \beta_t \cdot N$$

dove:

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

in cui Q è l'energia specifica per colpo e Q<sub>spt</sub> è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

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

in cui

- M peso massa battente.
- M' peso aste.
- H altezza di caduta.
- A area base punta conica.
- $\delta$  passo di avanzamento.

### **Valutazione resistenza dinamica alla punta R<sub>pd</sub>**

Formula Olandesi

$$R_{pd} = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

dove:

- R<sub>pd</sub> resistenza dinamica punta (area A).
- e infissione media per colpo (d/ N).
- M peso massa battente (altezza caduta H).
- P peso totale aste e sistema battuta.

### **Calcolo di (N1)60**

(N1)60 è il numero di colpi normalizzato definito come segue:

$$(N_1)_{60} = CN \cdot N_{60} \text{ con } CN = \sqrt{(Pa/\sigma_{vo})} \quad CN < 1.7 \quad Pa = 101.32 \text{ kPa (Liao e Whitman 1986)}$$
$$N_{60} = N_{SPT} \cdot (ER/60) \cdot C_S \cdot C_r \cdot C_d$$

dove:

- ER/60 rendimento del sistema di infissione normalizzato al 60%.
- C<sub>S</sub> parametro funzione della contro-camicia (1.2 se assente).
- C<sub>d</sub> funzione del diametro del foro (1 se compreso tra 65-115mm).
- C<sub>r</sub> parametro di correzione funzione della lunghezza delle aste.

### **Metodologia di Elaborazione**

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della *GeoStru Software*. Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini (1983) - Meyerhof (1956) - Desai (1968) - Borowczyk-Frankowsky (1981). Permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.

Una vasta esperienza acquisita, unitamente ad una buona interpretazione e correlazione, permettono spesso di ottenere dati utili alla progettazione e frequentemente dati maggiormente attendibili di tanti dati bibliografici sulle litologie e di dati geotecnici determinati sulle verticali litologiche da poche prove di laboratorio eseguite come rappresentazione generale di una verticale eterogenea disuniforme e/o complessa.

In particolare, consente di ottenere informazioni su:

- l'andamento verticale e orizzontale degli intervalli stratigrafici,
- la caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche,
- i parametri geotecnici suggeriti da vari Autori in funzione del numero dei colpi e delle resistenze alla punta.

### **Elaborazione Statistica**

Permette l'elaborazione statistica dei dati numerici di Dynamic Probing, utilizzando nel calcolo dei valori rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato (dato comunque maggiormente utilizzato); i valori possibili in immissione sono:

**Media:** Media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

**Media minima:** Valore statistico inferiore alla media aritmetica valori numero di colpi sullo strato considerato.

**Massimo:** Valore massimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

**Minimo:** Valore minimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

**Scarto quadratico medio:** Valore statistico di scarto dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

**Media deviata:** Valore statistico di media deviata dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

**Media (+ s):** Media + scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

**Media (- s):** Media - scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.



### **Distribuzione normale R.C.**

Il valore di  $N_{spt,k}$  viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, secondo la seguente relazione:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{spt}})$$

dove :  $(\sigma_{N_{spt}})$  è la deviazione standard di  $N_{spt}$

### **Distribuzione normale R.N.C.**

Il valore di  $N_{spt,k}$  viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, trattando i valori medi di  $N_{spt}$  distribuiti normalmente:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{spt}}) / \sqrt{n}$$

dove:  $n$  è il numero di letture.

### **Pressione ammissibile**

Pressione ammissibile specifica sull'interstrato (con effetto di riduzione energia per svergolamento aste o no) calcolata secondo le note elaborazioni proposte da Herminier, applicando un coefficiente di sicurezza (generalmente = 20-22) che corrisponde ad un coefficiente di sicurezza standard delle fondazioni pari a 4, con una geometria fondale standard di larghezza pari a 1 m ed immersione  $d = 1$  m.

## **CORRELAZIONI GEOTECNICHE TERRENI INCOERENTI**

### **Liquefazione**

Permette di calcolare utilizzando dati  $N_{spt}$  il potenziale di liquefazione dei suoli (prevalentemente sabbiosi). Attraverso la relazione di *SHI-MING (1982)*, applicabile a terreni sabbiosi, la liquefazione risulta possibile solamente se  $N_{spt}$  dello strato considerato risulta inferiore a  $N_{spt}$  critico calcolato con l'elaborazione di *SHI-MING*.

### **Correzione $N_{spt}$ in presenza di falda**

$$N_{spt\ corretto} = 15 + 0.5 \cdot (N_{spt} - 15)$$

$N_{spt}$  è il valore medio nello strato

La correzione viene applicata in presenza di falda solo se il numero di colpi è maggiore di 15 (la correzione viene eseguita se tutto lo strato è in falda).

### **Angolo di Attrito**

- Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof (1956) - Correlazione valida per terreni non molli a prof. < 5 m; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 m per terreni sopra falda e < 8 m per terreni in falda (tensioni < 8-10 t/mq)
- Meyerhof (1956) - Correlazioni valide per terreni argillosi ed argillosi-marnosi fessurati, terreni di riporto sciolti e coltri detritiche (da modifica sperimentale di dati).
- Sowers (1961) - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. < 4 m. sopra falda e < 7 m per terreni in falda)  $\sigma > 5$  t/mq.

- De Mello - Correlazione valida per terreni prevalentemente sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi (da modifica sperimentale di dati) con angolo di attrito  $< 38^\circ$  .
- Malcev (1964) - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof.  $> 2$  m e per valori di angolo di attrito  $< 38^\circ$ ).
- Schmertmann (1977) - Angolo di attrito (gradi) per vari tipi litologici (valori massimi). N.B. valori spesso troppo ottimistici poiché desunti da correlazioni indirette da Dr %.
- Shioi-Fukuni (1982) - ROAD BRIDGE SPECIFICATION, Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi (cond. ottimali per prof. di prova  $> 8$  m sopra falda e  $> 15$  m per terreni in falda)  $s > 15$  t/mq.
- Shioi-Fukuni (1982) - Japanese Nationale Railway, Angolo di attrito valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose.
- Owasaki & Iwasaki Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie medie e grossolane-ghiaiose (cond. ottimali per prof.  $> 8$  m sopra falda e  $> 15$  m per terreni in falda)  $s > 15$  t/mq.
- Meyerhof (1965) - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo  $< 5\%$  a profondità  $< 5$  m e con (%) di limo  $> 5\%$  a profondità  $< 3$  m.

• Mitchell e Katti (1965) - Correlazione valida per sabbie e ghiaie.

#### **Densità relativa (%)**

- Gibbs & Holtz (1957) correlazione valida per qualunque pressione efficace, per ghiaie Dr viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Skempton (1986) elaborazione valida per limi e sabbie e sabbie da fini a grossolane NC a qualunque pressione efficace, per ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Meyerhof (1957).
- Schultze & Menzenbach (1961) per sabbie fini e ghiaiose NC, metodo valido per qualunque valore di pressione efficace in depositi NC, per ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.

#### **Modulo Di Young ( $E_y$ )**

- Terzaghi - elaborazione valida per sabbia pulita e sabbia con ghiaia senza considerare la pressione efficace.
- Schmertmann (1978), correlazione valida per vari tipi litologici.
- Schultze-Menzenbach, correlazione valida per vari tipi litologici.
- D'Appollonia ed altri (1970), correlazione valida per sabbia, sabbia SC, sabbia NC e ghiaia.
- Bowles (1982), correlazione valida per sabbia argillosa, sabbia limosa, limo sabbioso, sabbia media, sabbia e ghiaia.

#### **Modulo Edometrico**

- Begemann (1974) elaborazione desunta da esperienze in Grecia, correlazione valida per limo con sabbia, sabbia e ghiaia

- Buismann-Sanglerat , correlazione valida per sabbia e sabbia argillosa.
- Farrent (1963) valida per sabbie, talora anche per sabbie con ghiaia (da modifica sperimentale di dati).
- Menzenbach e Malcev valida per sabbia fine, sabbia ghiaiosa e sabbia e ghiaia.

#### **Stato di consistenza**

- Classificazione A.G.I. 1977

#### **Peso di Volume**

- Meyerhof ed altri, valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

#### **Peso di volume saturo**

- Terzaghi-Peck (1948-1967)

#### **Modulo di Poisson**

- Classificazione A.G.I.

#### **Potenziale di liquefazione (Stress Ratio)**

- Seed-Idriss (1978-1981). Tale correlazione è valida solamente per sabbie, ghiaie e limi sabbiosi, rappresenta il rapporto tra lo sforzo dinamico medio  $t$  e la tensione verticale di consolidazione per la valutazione del potenziale di liquefazione delle sabbie e terreni sabbio-ghiaiosi attraverso grafici degli autori.

#### **Velocità onde di taglio Vs (m/s)**

- Tale correlazione è valida solamente per terreni incoerenti sabbiosi e ghiaiosi.

#### **Modulo di deformazione di taglio (G)**

- Ohsaki & Iwasaki – elaborazione valida per sabbie con fine plastico e sabbie pulite.
- Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982) elaborazione valida soprattutto per sabbie e per tensioni litostatiche comprese tra 0,5 - 4,0 kg/cmq.

#### **Modulo di reazione (Ko)**

- Navfac (1971-1982) - elaborazione valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

#### **Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Qc)**

- Robertson (1983) - Qc

### **CORRELAZIONI GEOTECNICHE TERRENI COESIVI**

#### **Coesione non drenata**

- Benassi & Vannelli - correlazioni scaturite da esperienze ditta costruttrice Penetrometri SUNDA (1983).
- Terzaghi-Peck (1948-1967), correlazione valida per argille sabbiose-siltose NC con  $N_{spt} < 8$ , argille limose-siltose mediamente plastiche, argille marnose alterate-fessurate.
- Terzaghi-Peck (1948).  $C_u$  (min-max).
- Sanglerat, da dati Penetr. Statico per terreni coesivi saturi, tale correlazione non è valida per argille sensitive con sensitività  $> 5$ , per argille sovraconsolidate fessurate e per i limi a bassa plasticità.

- Sanglerat, (per argille limose-sabbiose poco coerenti), valori validi per resistenze penetrometriche < 10 colpi, per resistenze penetrometriche > 10 l'elaborazione valida è comunque quella delle "argille plastiche " di Sanglerat.
- (U.S.D.M.S.M.) U.S. Design Manual Soil Mechanics Coesione non drenata per argille limose e argille di bassa media ed alta plasticità, (Cu-Nspt-grado di plasticità).
- Schmertmann (1975), Cu (Kg/cmq) (valori medi), valida per argille e limi argillosi con  $N_c = 20$  e  $Q_c/N_{spt} = 2$ .
- Schmertmann (1975), Cu (Kg/cmq) (valori minimi), valida per argille NC.
- Fletcher (1965), (Argilla di Chicago). Coesione non drenata Cu (Kg/cmq), colonna valori validi per argille a medio-bassa plasticità.
- Houston (1960) - argilla di media-alta plasticità.
- Shioi-Fukuni (1982), valida per suoli poco coerenti e plastici, argilla di media-alta plasticità.
- Begemann.
- De Beer.

#### **Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Qc)**

- Robertson (1983) - Qc

#### **Modulo Edometrico-Confinato (Mo)**

- Stroud e Butler (1975), - per litotipi a media plasticità, valida per litotipi argillosi a media-medio-alta plasticità - da esperienze su argille glaciali.
- Stroud e Butler (1975), per litotipi a medio-bassa plasticità ( $IP < 20$ ), valida per litotipi argillosi a medio-bassa plasticità ( $IP < 20$ ) - da esperienze su argille glaciali.
- Vesic (1970), correlazione valida per argille molli (valori minimi e massimi).
- Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner Modulo Confinato -Mo (Eed) (Kg/cmq) -, valida per litotipi argillosi e limosi-argillosi (rapporto  $Q_c/N_{spt}=1.5-2.0$ ).
- Buismann- Sanglerat, valida per argille compatte ( $N_{spt} < 30$ ) medie e molli ( $N_{spt} < 4$ ) e argille sabbiose ( $N_{spt} = 6-12$ ).

#### **Modulo Di Young (Ey)**

- Schultze-Menzenbach - (Min. e Max.), correlazione valida per limi coerenti e limi argillosi con  $IP > 15$ .
- D'Appollonia ed altri (1983), correlazione valida per argille sature-argille fessurate.

#### **Stato di consistenza**

- Classificazione A.G.I. 1977.

#### **Peso di Volume**

- Meyerhof ed altri, valida per argille, argille sabbiose e limose prevalentemente coerenti.

#### **Peso di volume saturo**

- Meyerhof ed altri.



### PROVAPENETROMETRICA - DPSH 1

Strumento utilizzato...SCPT (Standard Cone Penetration Test)

Prova eseguita in data 06/06/2023

Profondità prova 11,40 mt

Falda rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,30	10	0,853	65,53	76,85	3,28	3,84
0,60	34	0,697	182,11	261,28	9,11	13,06
0,90	52	0,642	236,96	369,36	11,85	18,47
1,20	51	0,636	230,49	362,26	11,52	18,11
1,50	31	0,681	150,00	220,19	7,50	11,01
1,80	19	0,776	104,77	134,96	5,24	6,75
2,10	15	0,772	76,43	99,05	3,82	4,95
2,40	13	0,767	65,85	85,84	3,29	4,29
2,70	11	0,813	59,04	72,64	2,95	3,63
3,00	7	0,809	34,92	43,19	1,75	2,16
3,30	8	0,805	39,72	49,35	1,99	2,47
3,60	13	0,751	60,22	80,20	3,01	4,01
3,90	9	0,797	41,53	52,10	2,08	2,60
4,20	12	0,794	55,13	69,47	2,76	3,47
4,50	24	0,690	95,91	138,93	4,80	6,95
4,80	15	0,737	64,00	86,83	3,20	4,34
5,10	8	0,784	34,20	43,62	1,71	2,18
5,40	10	0,781	42,59	54,53	2,13	2,73
5,70	4	0,778	16,97	21,81	0,85	1,09
6,00	1	0,775	4,00	5,15	0,20	0,26
6,30	1	0,773	3,98	5,15	0,20	0,26
6,60	1	0,770	3,97	5,15	0,20	0,26
6,90	2	0,768	7,50	9,77	0,38	0,49
7,20	1	0,766	3,74	4,88	0,19	0,24
7,50	1	0,763	3,73	4,88	0,19	0,24
7,80	1	0,761	3,72	4,88	0,19	0,24
8,10	1	0,759	3,53	4,64	0,18	0,23
8,40	1	0,757	3,52	4,64	0,18	0,23
8,70	1	0,755	3,51	4,64	0,18	0,23
9,00	1	0,753	3,33	4,42	0,17	0,22
9,30	10	0,752	33,26	44,24	1,66	2,21
9,60	13	0,700	40,26	57,52	2,01	2,88
9,90	14	0,698	41,30	59,15	2,07	2,96
10,20	15	0,697	44,15	63,38	2,21	3,17
10,50	15	0,695	44,05	63,38	2,20	3,17
10,80	21	0,643	57,09	88,73	2,85	4,44
11,10	19	0,692	53,15	76,82	2,66	3,84
11,40	20	0,690	55,82	80,87	2,79	4,04

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlazione con Nspt	Nspt	Descrizione
1,5	35,6	257,99	Incoerente	2,2	2,1	0,17	1,14	40	Sabbia limosa
5,4	12,62	77,75	Incoerente	1,85	1,94	0,56	1,17	14	Limo sabbioso
9	1,33	6,67	Coesivo	1,48	1,84	0,89	1,19	1	Limo organico (feltri algali in decomposizione)
11,4	15,88	66,76	Incoerente	1,93	1,96	1,16	1,21	19	Limo sabbioso

### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH 1

#### TERRENI COESIVI

##### Coesione non drenata (Kg/cm<sup>2</sup>)

Nr. strato e litologia	Nspt	Prof. Strato (m)	Terzaghi-Peck	Sanglerat	Terzaghi-Peck (1948)	U.S.D.M. S.M	Schmertmann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begemann	De Beer
[3] limo organico, feltri algali in via di decomposiz.	1	9,00	0,06	0,13	0,0 - 0,15	0,04	0,10	0,20	0,09	0,51	0,05	0,00	0,13

##### Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Nr. strato e litologia	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
[3] limo organico, feltri algali in via di decomposizione	1	9,00	Robertson (1983)	2,00

##### Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)

Nr. strato e litologia	Nspt	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[3] limo organico, feltri algali in via di decomposizione	1	9,00	4,59	15,00	11,99	12,50

##### Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)

Nr. strato e litologia	Nspt	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[3] limo organico, feltri algali in via di decomposizione	1	9,00	-8,90	10,00

#### Classificazione AGI

Nr. strato e litologia	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[3] Limo organico, feltri algali in via di decomposizione	1	9,00	A.G.I. (1977)	PRIVO DI CONSISTENZA

#### Peso unità di volume

Nr. strato e litologia	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
[3] Limo organico, feltri algali in via di decomposizione	1	9,00	Meyerhof	1,48

#### Peso unità di volume saturo

Nr. strato e litologia	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
[3] Limo organico, feltri algali in via di decomposizione	1	9,00	Meyerhof	1,84

### TERRENI INCOERENTI

#### Densità relativa

Nr. strato e litologia	Nspt	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] Sabbia limosa	40	1,50	72,68	100	100	72,37
[2] Limo sabbioso	14	5,40	37,45	70,03	70,38	41,17
[4] Limo sabbioso	19	11,40	33,6	63,49	63,78	46,5

#### Angolo di resistenza al taglio

Nr. strato e litologia	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per falda	Peck Hanson Thornburn Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - Sabbia limosa	40	1,5	40	38,43	31,43	39,2	34,89	41,47	42	35-38	39,49	39	32,36	43,28
[2] - Limo sabbioso	14	5,4	14	31	24	31,92	30,54	35,13	37,8	30-32	29,49	31,2	26,88	31,73
[4] - Limo sabbioso	19	11,4	17	31,86	24,86	32,76	29,27	36,13	36,89	30-32	30,97	32,1	25,33	33,44

Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)

Nr. strato e litologia	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appolloni ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] Sabbia limosa	40	1,50	40	451,44	320,00	472,70	480,00	275,00
[2] Limo sabbioso	14	5,40	14	267,08	112,00	165,90	285,00	145,00
[4] Limo sabbioso	19	11,40	17	294,30	136,00	201,30	307,50	160,00

Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)

Nr. strato e litologia	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] Sabbia limosa	40	1,50	40	240,00	109,63	284,00	216,40
[2] Limo sabbioso	14	5,40	14	84,00	56,22	99,40	100,44
[4] Limo sabbioso	19	11,40	17	102,00	62,38	120,70	113,82

Classificazione AGI

Nr. strato e litologia	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] Sabbia limosa	40	1,50	40	Classificazione A.G.I	ADDENSATO
[2] Limo sabbioso	14	5,40	14	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[4] Limo sabbioso	19	11,40	17	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

Nr. strato e litologia	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso unità di Volume (t/m <sup>3</sup> )
[1] Sabbia limosa	40	1,50	40	Terzaghi-Peck 1948	1,78
[2] Limo sabbioso	14	5,40	14	Terzaghi-Peck 1948	1,53
[4] Limo sabbioso	19	11,40	17	Terzaghi-Peck 1948	1,56



Peso unità di volume saturo

Nr. strato e litologia	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso unità volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] Sabbia limosa	40	1,50	40	Terzaghi-Peck 1948	2,11
[2] Limo sabbioso	14	5,40	14	Terzaghi-Peck 1948	1,95
[4] Limo sabbioso	19	11,40	17	Terzaghi-Peck 1948	1,97

Modulo di Poisson

Nr. strato e litologia	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] Sabbia limosa	40	1,50	40	(A.G.I.)	0,27
[2] Limo sabbioso	14	5,40	14	(A.G.I.)	0,33
[4] Limo sabbioso	19	11,40	17	(A.G.I.)	0,32

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm<sup>2</sup>)

Nr. strato e litologia	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] Sabbia limosa	40	1,50	40	2083,77	1190,61
[2] Limo sabbioso	14	5,40	14	776,74	626,89
[4] Limo sabbioso	19	11,40	17	932,26	705,85

Velocità onde di taglio

Nr. strato e litologia	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] Sabbia limosa	40	1,50	40	Ohta & Goto (1978) Limi	122,51
[2] Limo sabbioso	14	5,40	14	Ohta & Goto (1978) Limi	137,15
[4] Limo sabbioso	19	11,40	17	Ohta & Goto (1978) Limi	174,84

Liquefazione

Nr. strato e litologia	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1] Sabbia limosa	40	1,50	40	Seed e Idriss (1971)	--
[2] Limo sabbioso	14	5,40	14	Seed e Idriss (1971)	1,307
[4] Limo sabbioso	19	11,40	17	Seed e Idriss (1971)	0,777

## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI - PROVA DPSH 2

### PROVA ...DPSH 2

Strumento utilizzato...SCPT (Standard Cone Penetration Test)

Prova eseguita in data 06/06/2023

Profondità prova 4,80 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Resistenza dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistenza dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,30	11	0,853	72,08	84,53	3,60	4,23
0,60	11	0,847	71,60	84,53	3,58	4,23
0,90	16	0,792	89,96	113,65	4,50	5,68
1,20	9	0,836	53,46	63,93	2,67	3,20
1,50	11	0,831	64,94	78,13	3,25	3,91
1,80	14	0,776	77,20	99,44	3,86	4,97
2,10	12	0,822	65,11	79,24	3,26	3,96
2,40	12	0,817	64,75	79,24	3,24	3,96
2,70	13	0,763	65,48	85,84	3,27	4,29
3,00	19	0,759	88,93	117,22	4,45	5,86
3,30	17	0,755	79,15	104,88	3,96	5,24
3,60	15	0,751	69,49	92,54	3,47	4,63
3,90	23	0,697	92,83	133,14	4,64	6,66
4,20	24	0,694	96,38	138,93	4,82	6,95
4,50	9	0,790	41,18	52,10	2,06	2,60
4,80	100	0,587	339,86	578,88	16,99	28,94

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
2,7	12,11	85,39	Incoerente	0	1,82	1,94	0,25	1,15	13	Detrito eterogeneo a matrice sabbioso-limosa
4,5	17,83	106,47	Incoerente	0	1,99	1,98	0,67	1,17	20	Detrito a matrice limo-sabbiosa con inclusi clastici eterogenei
4,8	100	578,88	Incoerente	0	2,5	2,29	0,89	1,18	117	Substrato calcareo molto fratturato

## TERRENI INCOERENTI

### Densità relativa

Nr. strato e litologia	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Detrito eterogeneo a matrice sabbioso-limosa	13	2,70	41,58	77,86	84,25	39,24
[2] - Detrito a matrice limo-sabbiosa con inclusi clastici eterogenei	20	4,50	43,62	80,22	79,57	51,23
[3] - Ciottoli e Ghiaia	117	4,80	88,66	100	100	100

### Angolo di resistenza al taglio

Nr. strato e litologia	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per falda	Peck-Hanson Thornburn-Meyerh of 1956	Meyerh of (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerh of (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - Detrito eterogeneo a matrice sabbioso-limosa	13	2,70	13	30,71	23,71	31,64	32,2	34,77	38,9	30-32	28,96	30,9	27,79	31,12
[2] - Detrito a matrice limo-sabbiosa con inclusi clastici eterogenei	20	4,50	20	32,71	25,71	33,6	30,72	37,07	39,23	30-32	32,32	33	27,81	35
[3] - substrato litoide molto fratturato	117	4,80	117	60,43	53,43	60,76	32,97	28,53	42	>38	56,89	62,1	33,68	63,37

### Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)

Nr. strato e litologia	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - Detrito eterogeneo a matrice sabbioso-limosa	13	2,70	13	257,36	104,00	154,10	277,50	140,00
[2] - Detrito a matrice limo-sabbiosa con inclusi clastici eterogenei	20	4,50	20	319,22	160,00	236,70	330,00	175,00
[3] - Substrato litoide molto fratturato	117	4,80	117	772,08	936,00	1381,30	1057,50	660,00

### Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)

Nr. strato e litologia	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - Detrito eterogeneo a matrice sabbioso-limosa	13	2,70	13	78,00	54,17	92,30	95,98
[2] - Detrito a matrice limo-sabbiosa con inclusi clastici eterogenei	20	4,50	20	120,00	68,55	142,00	127,20
[3] - Substrato litoide molto fratturato	117	4,80	117	702,00	267,79	830,70	559,82

### Classificazione AGI

Nr. strato e litologia	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Detrito eterogeneo a matrice sabbioso-limosa	13	2,70	13	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[2] - Detrito a matrice limo-sabbiosa con inclusi clastici eterogenei	20	4,50	20	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[3] - Substrato litoide molto fratturato	117	4,80	117	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

### Peso unità di volume

Nr. strato e litologia	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Detrito eterogeneo a matrice sabbioso-limosa	13	2,70	13	Terzaghi-Peck 1948	1,51
[2] - Detrito a matrice limo-sabbiosa con inclusi clastici eterogenei	20	4,50	20	Terzaghi-Peck 1948	1,60
[3] - Substrato litoide molto fratturato	117	4,80	117	Terzaghi-Peck 1948	1,90



Peso unità di volume saturo

Nr. strato e litologia	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Detrito eterogeneo a matrice sabbioso-limosa	13	2,70	13	Terzaghi-Peck 1948	1,94
[2] - Detrito a matrice limo-sabbiosa con inclusi clastici eterogenei	20	4,50	20	Terzaghi-Peck 1948	1,99
[3] - Substrato litoide molto fratturato	117	4,80	117	Terzaghi-Peck 1948	2,17

Modulo di Poisson

Nr. strato e litologia	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per falda	Correlazione	Poisson
[1] - Detrito eterogeneo a matrice sabbioso-limosa	13	2,70	13	(A.G.I.)	0,33
[2] - Detrito a matrice limo-sabbiosa con inclusi clastici eterogenei	20	4,50	20	(A.G.I.)	0,31
[3] - Substrato litoide molto fratturato	117	4,80	117	(A.G.I.)	0,12

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm<sup>2</sup>)

Nr. strato e litologia	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] - Detrito eterogeneo a matrice sabbioso-limosa	13	2,70	13	724,47	599,14
[2] - Detrito a matrice limo-sabbiosa con inclusi clastici eterogenei	20	4,50	20	1086,13	779,54
[3] - Substrato litoide molto fratturato	117	4,80	117	5714,89	2293,88

Velocità onde di taglio

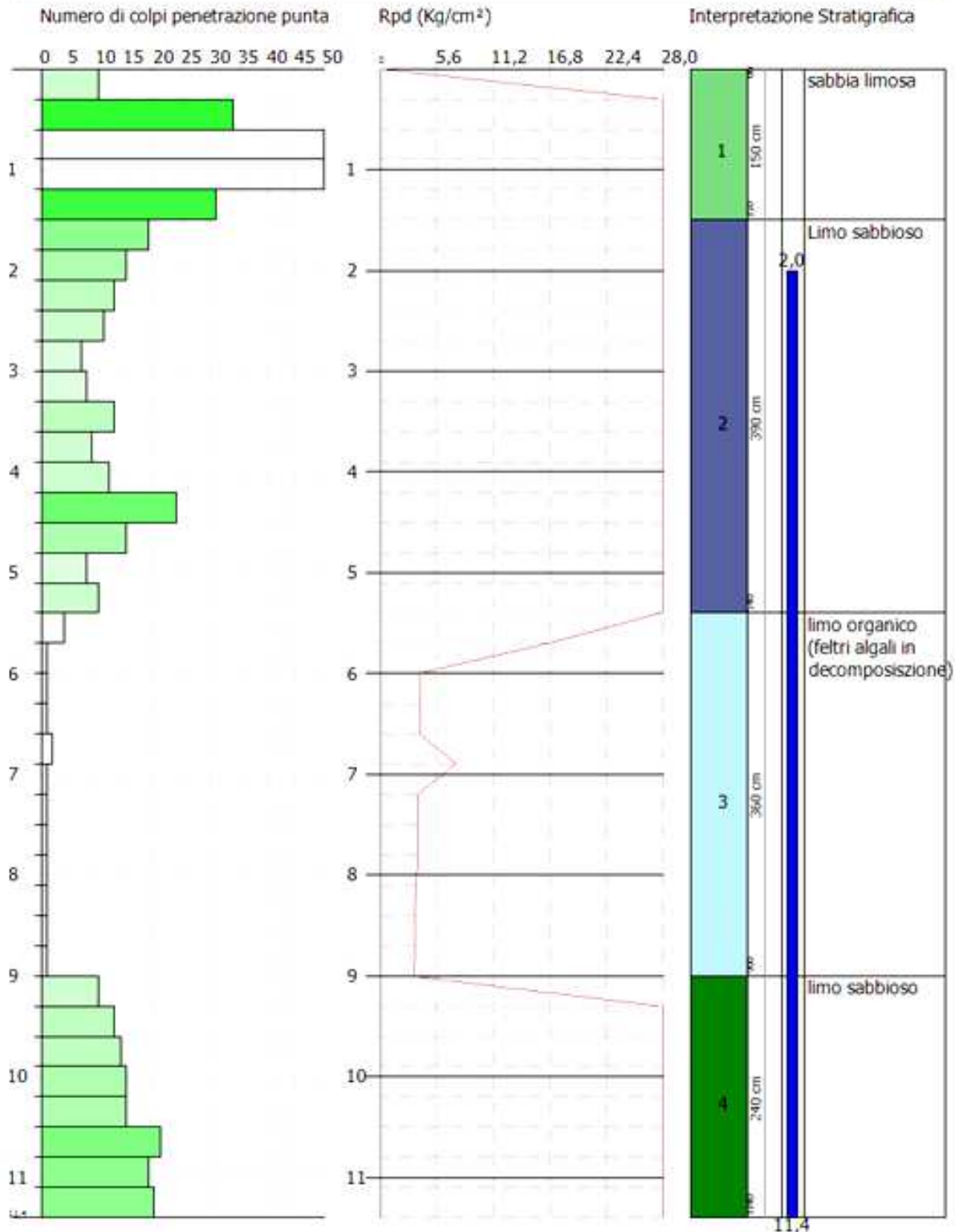
Nr. strato e litologia	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Detrito eterogeneo a matrice sabbioso-limosa	13	2,70	13	Ohta & Goto (1978) Limi	112,98
[2] - Detrito a matrice limo-sabbiosa con inclusi clastici eterogenei	20	4,50	20	Ohta & Goto (1978) Limi	147,08
[3] – Substrato litoide molto fratturato	117	4,80	117	Ohta & Goto (1978) Limi	209,77

GEOSTRU  
 CHANGES FROM: PREFERENCES OPTIONS  
 COMPANY  
 \*\*\*\*\*

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH 1  
 Strumento utilizzato... SCPT (Standard Cone Penetration Test)

Committente: Comune di Sapri (Sa) 06/06/2023  
 Descrizione: Completamento ed adeguamento delle reti fognarie..(8° Lotto) - CUP F52G1800000002 - CIG ZEB3A9ABDA  
 Localita': Comune di Sapri (Tratto Ospedale - Largo dei Trecento)

Scala 1:56

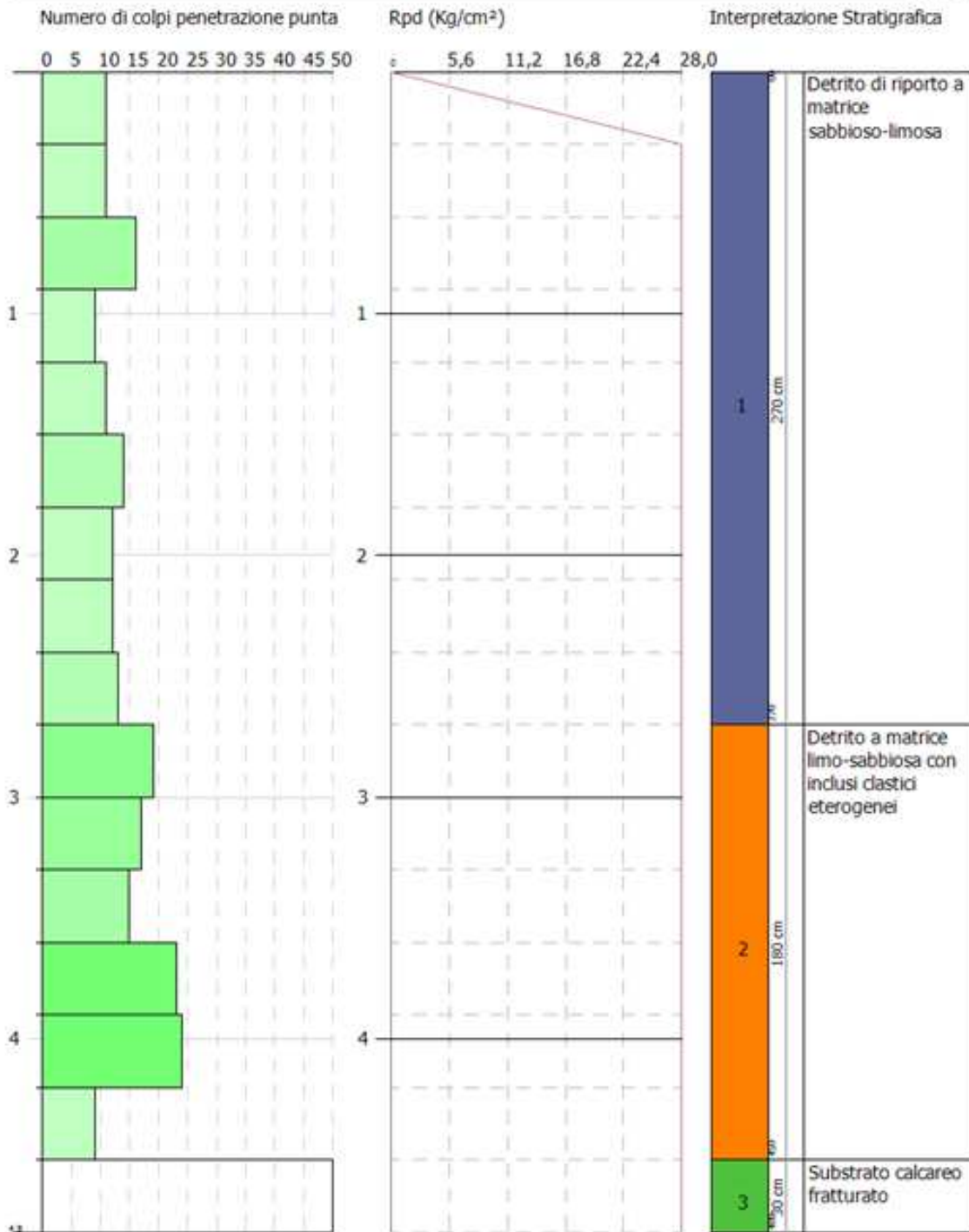


GEOSTRU  
CHANGES FROM: PREFERENCES OPTIONS  
COMPANY  
\*\*\*\*\*

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH 2  
Strumento utilizzato... SCPT (Standard Cone Penetration Test)

Committente: Comune di Sapri (Sa) 06/06/2023  
Descrizione: Completamento ed adeguamento delle reti fognarie..(8° Lotto) - CUP F52G1800000002 - CIG ZEB3A9ABDA  
Localita': Comune di Sapri (Tratto Ospedale - Largo dei Trecento)

Scala 1:24





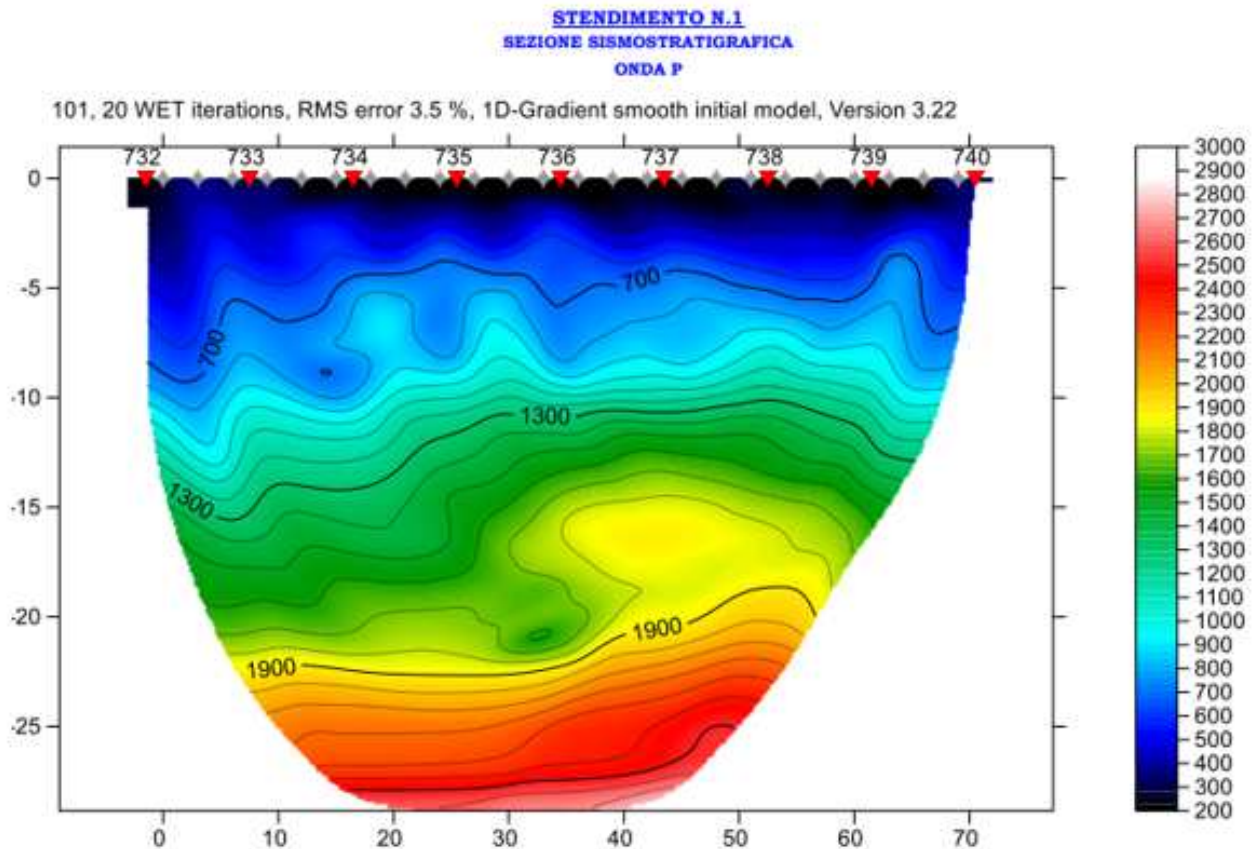
## TOMOGRAFIE SISMICHE

### Stendimento n. 1

Nella sezione sismo-stratigrafica ricostruita sulla base dell'elaborazione dei dati acquisiti, dal piano campagna fino a circa 10-13 metri di profondità, si è ottenuto una distribuzione irregolare della velocità dell'onda P con valori  $200 \leq V_p \leq 800$  m/s con picchi e ventri che denotano sedimenti sciolti poco addensati, con variazioni laterali e verticali dell'addensamento. Dalla sezione si evidenziano valori di velocità bassi fino a circa 13 metri (zona del primo geofono all'altezza della zona vasche Is), mentre andando verso Santa Croce (fine stendimento) si osserva una riduzione dello spessore (circa  $10 \div 11$  m.) dei sedimenti poco addensati con i suddetti valori di velocità  $V_p$ .

Al di sotto di questo primo sismo-strato si può distinguere un secondo sismo-strato con valori di velocità dell'onda P che denotano un sostanziale aumento dell'addensamento; lo spessore di questo secondo sismo-strato è maggiore ( $\approx 9$  m.) nella parte iniziale dello stendimento (zona vasche IS) e minore ( $\approx 4 \div 5$  m.) verso Santa Croce (fine dello stendimento).

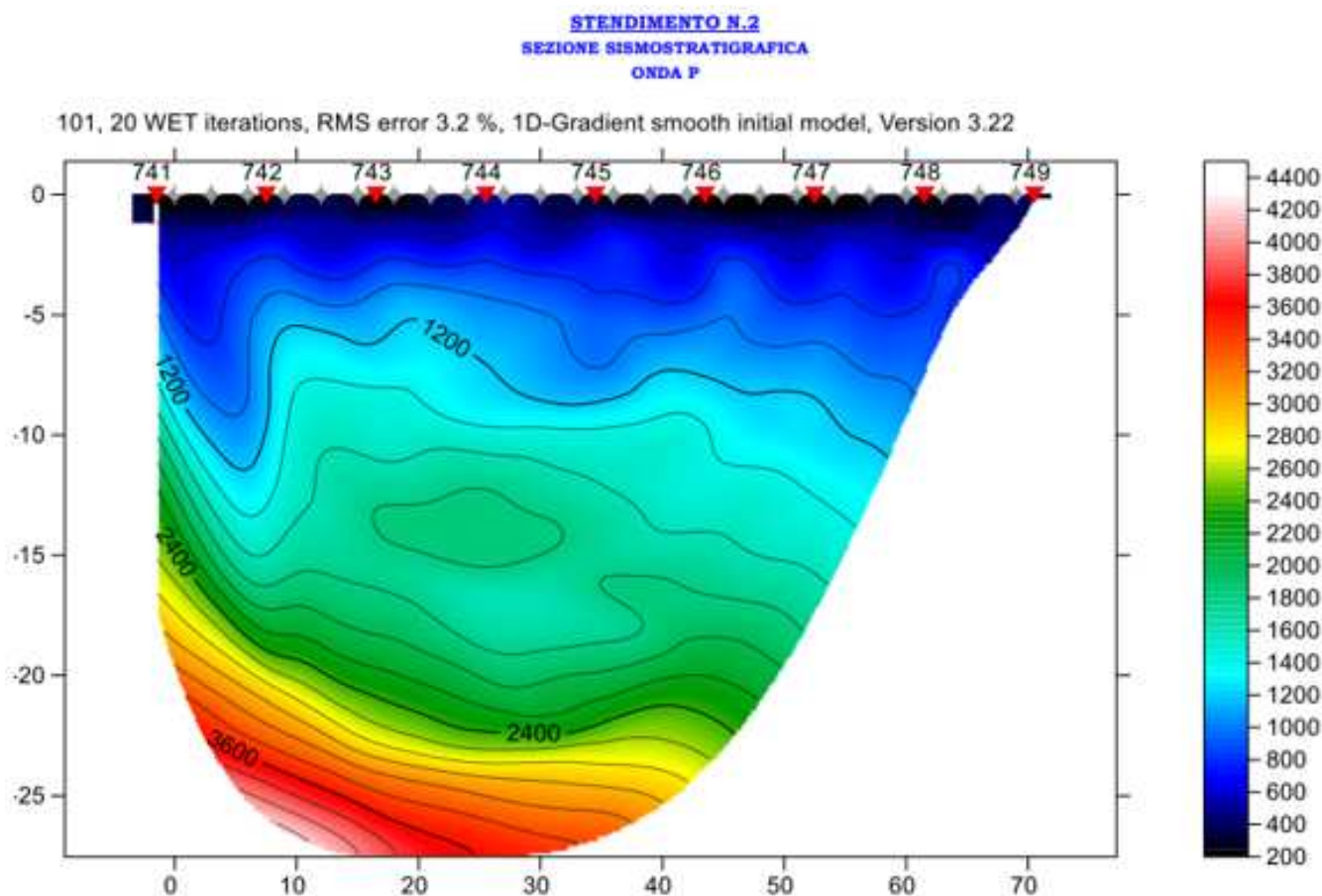
Infine si distingue un terzo sismo-strato che, in corrispondenza del primo geofono (zona vasche), inizia alla profondità di circa 22 metri, mentre alla fine dello stendimento (verso Santa Croce) inizia a profondità di circa 20 metri. I valori di velocità in questo sismo-strato evidenziano sempre sedimenti alluvionali, ma con caratteristiche di addensamento decisamente migliori. Nell'ambito della profondità investigata non si intercetta il substrato a comportamento litoide.



### **Stendimento n. 2**

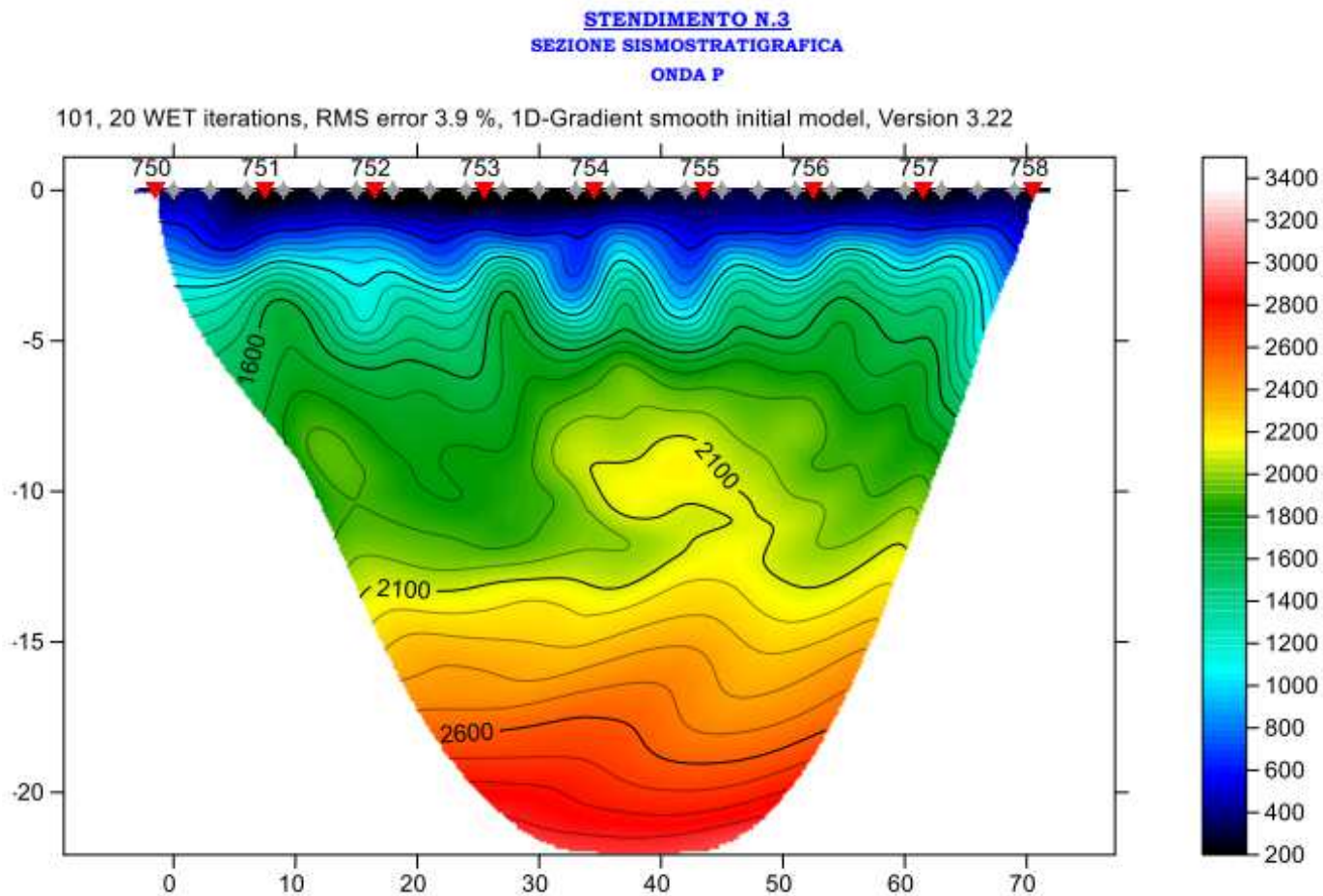
La sezione sismo-stratigrafica ricostruita dalla elaborazione della seconda tomografia eseguita in continuazione della prima dal canale fino alla Specola, evidenzia velocità dell'onda P comprese fra  $200\text{m/s} \leq V_p \leq 800\text{ m/s}$  fino a circa 7 metri nel tratto all'inizio dello stendimento, mentre nel tratto finale dello stendimento (presso la specola) tale orizzonte si può intercettare fino a circa 4 metri.

Al di sotto di tale orizzonte si ha un secondo sismo-strato in cui si registra un sostanziale miglioramento delle caratteristiche di addensamento. I valori di velocità dell'onda P oltre la profondità di 20 metri, sono compatibili con il substrato a comportamento litoide ( $V_p > 2400\text{ m/s}$ ).



### Stendimento n. 3

L'elaborazione dei dati del terzo stendimento eseguito poco prima dell'Ospedale, sul marciapiede della S.S. 18 tra le progressive km.ca 214+580 e Km.ca 214+680, ha restituito una sezione sismo-stratigrafica in cui si evidenzia un orizzonte (fino a circa 4 ÷ 5 m. di profondità) con velocità dell'onda P assimilabile a sedimenti detritici a medio/bassa consistenza /addensamento. Al di sotto di tale profondità si hanno valori di velocità dell'onda P che possono essere correlati con il complesso di substrato competente ma molto fratturato.



Nell'area tra l'Ospedale ed il Traiano (1° settore), visto che le litologie calcaree, dai rilievi e dalle prove eseguite, risultano praticamente sub-affioranti anche in relazione alla quota di imposta della condotta, si può considerare una categoria di sottosuolo A, mentre nell'area successiva (2° settore) tra Santa Croce e bivio di via Kennedy si può considerare una categoria di sottosuolo B, trattandosi di area al contorno di un presunto lineamento tettonico, infine nella zona di largo dei Trecento e zona Vasche IS(3° settore), si ritiene di poter considerare una categoria di sottosuolo C.

## 8) MODELLAZIONE LITOSTRATIGRAFICA E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

I risultati ottenuti dall'indagine eseguite e dalle correlazioni con i dati delle indagini pregresse a disposizione esposte e rappresentate al paragrafo 6, previa analisi critica e cautelativa avvantaggio di sicurezza, si è giunti alla definizione di un modello litostratigrafico e geotecnico di sito attendibile ai fini della problematica progettuale come di seguito rappresentato.

a) **Complesso dei detriti indifferenziato (eluvio-colluviali e/o di riporto):** detriti a matrice sabbioso-limosa e/o argillosa, con subordinata frazione clastica ad elementi eterogenei per pezzatura e litologia, smussati e sub arrotondati.

- peso unità di volume  $\gamma \approx 1,60 \div 1,90 \text{ g/cm}^3$
- peso volume saturo  $\gamma_{\text{sat}} \approx 1,95 \div 1,99 \text{ g/cm}^3$
- angolo di attrito  $\varphi \approx 24^\circ \div 27^\circ$
- Coesione non drenata  $C_u \approx 0,4 \div 0,5 \text{ kg/cm}^2$
- Densità relativa  $D_r \approx 40\% \div 60\%$
- Modulo di Poisson  $\nu \approx 0,33$
- Mod. deformaz. taglio dinamico  $\approx 600 \text{ kg/cm}^2$
- Modulo Edometrico  $E_d \approx 60 \div 130 \text{ kg/cm}^2$
- modulo di Young  $E_y \approx 100 \div 160 \text{ kg/cm}^2$
- classificazione AGI Moderatamente addensato

da elaborazione prova DPSH

b) **Complesso alluvionale litorale e spiaggia superficiale:** sabbie fini +/- limose (nel settore interno alla piana), sabbie +/- ghiaiose e sabbie, caratteristici di ambiente deltizio-litorale e spiaggia.

- peso unità di volume  $\gamma \approx 1,5 \div 1,6 \text{ g/cm}^3$
- peso di volume saturo  $\gamma_{\text{sat}} \approx 1,9 \div 1,95 \text{ g/cm}^3$
- angolo di attrito  $\varphi \approx 24^\circ \div 29^\circ$
- coesione non drenata  $C_u \approx 0,3 \text{ kg/cm}^2$
- coesione non drenata  $C_u \approx 0,7 \text{ kg/cm}^2$  (a prof. > 9÷10m.)
- densità relativa  $D_r \approx 33\% \div 54\%$
- Modulo di Poisson  $\nu \approx 0,33$
- Mod. deformaz. taglio dinamico  $\approx 600 \text{ kg/cm}^2$
- Modulo Edometrico  $E_d \approx 40 \div 80 \text{ kg/cm}^2$
- modulo di Young  $E_y \approx 100 \div 150 \text{ kg/cm}^2$
- classificazione AGI Moderatamente addensato

da elaborazione prova DPSH

c) **Complesso litorale e/o lagunare di retroduna:** Sabbie fini, limi e limi argillosi con elevata frazione organica (alghe e gusci in decomposizione).

- peso unità di volume  $\gamma \approx 1,48 \text{ g/cm}^3$
- peso volume saturo  $\gamma_{\text{sat}} \approx 1,84 \div 1,9 \text{ g/cm}^3$
- angolo di attrito  $\varphi \approx 17^\circ$
- coesione non drenata  $c_u \approx 0,0 \text{ kg/cm}^2$
- densità relativa  $D_r \approx 10\%$
- modulo edometrico  $E_d \approx 0,0 \text{ kg/cm}^2$
- modulo di Young  $E_y \approx 0,0 \text{ kg/cm}^2$
- classificazione AGI privo di consistenza

da elaborazione prova DPSH



**d) Complesso calcareo:** Calcari in strati e banchi fratturati/molto fratturati e/o a blocchi disarticolati, riferito in letteratura all'Unità Alburno-Cervati-Pollino.

- peso unità di volume  $\gamma = 2.3 \div 2,5 \text{ g/cm}^3$
- angolo di attrito  $\varphi \geq 35^\circ$
- coesione  $c \neq 0.0$  ( $\approx 100\text{kg/cm}^2$  da letteratura – calcare duro)

**c) Complesso fliscioide:** Arenarie marne e calcareniti fratturate, alterate e disfatte, riferito in letteratura all'Unità Alburno-Cervati-Pollino (flysch dei calcari).

- peso unità di volume  $\gamma \approx 2,0 \text{ g/cm}^3$
- angolo di attrito  $\varphi \leq 22^\circ$  (riferito alla frazione pelitico-marnosa)
- coesione  $c \leq 0,15 \text{ Kg/cm}^2$  ( $\approx 10\text{kg/cm}^2$  da letteratura - marna)

Si precisa che nella presente parametrizzazione geotecnica vengono riportati i valori cautelativi a vantaggio di sicurezza. Tutte le formazioni detritiche si presentano sciolte ovvero moderatamente addensate e prive di coesione. Il progettista, nella fase delle operazioni di scavo per la posa della tubazione della condotta fognaria di progetto, dovrà tenere conto della presenza di falda superficiale nell'ambito della profondità di scavo solo nel tratto di progetto costiero dopo la Specola di Santa Croce (zone largo dei Trecento e via Kennedy).

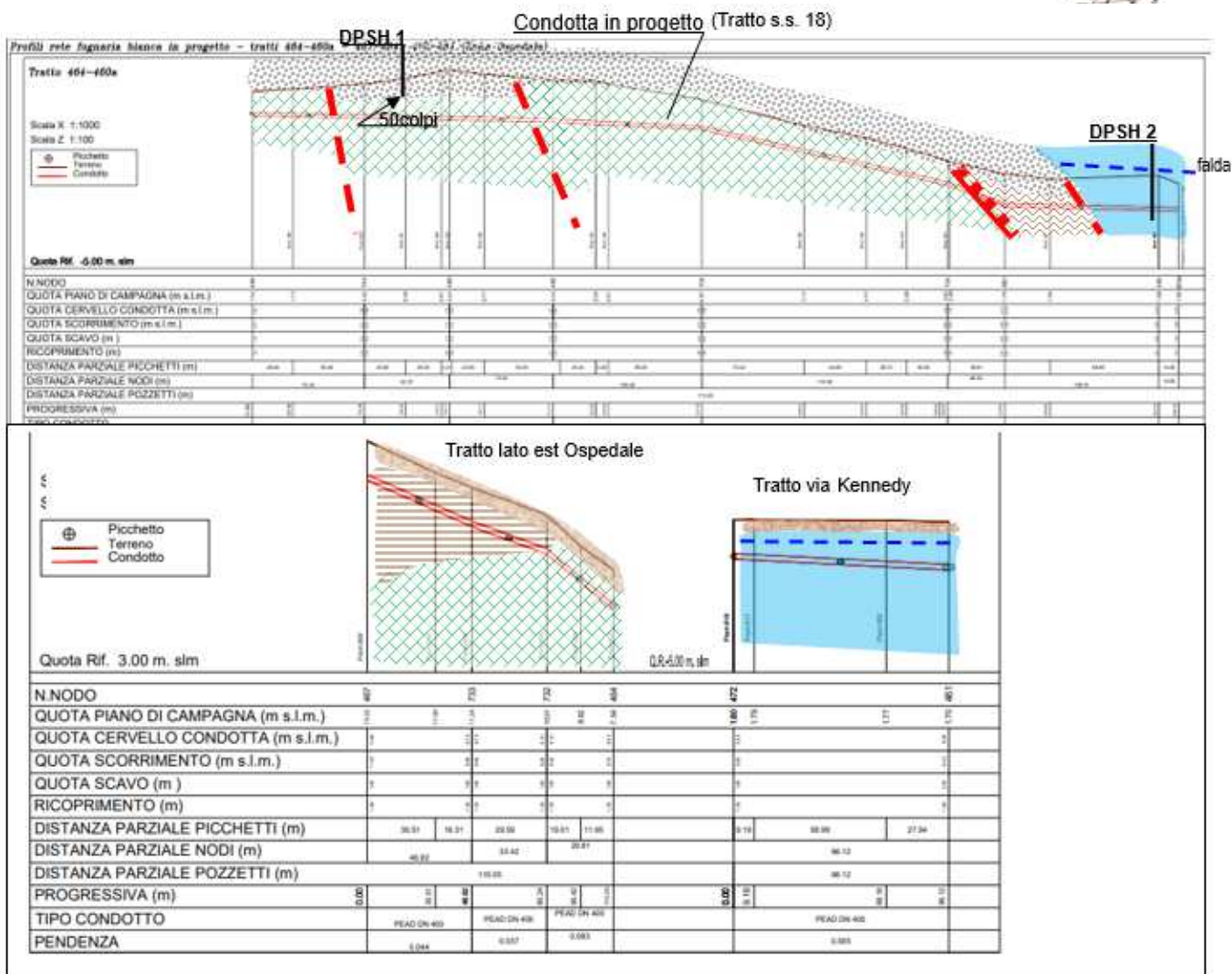
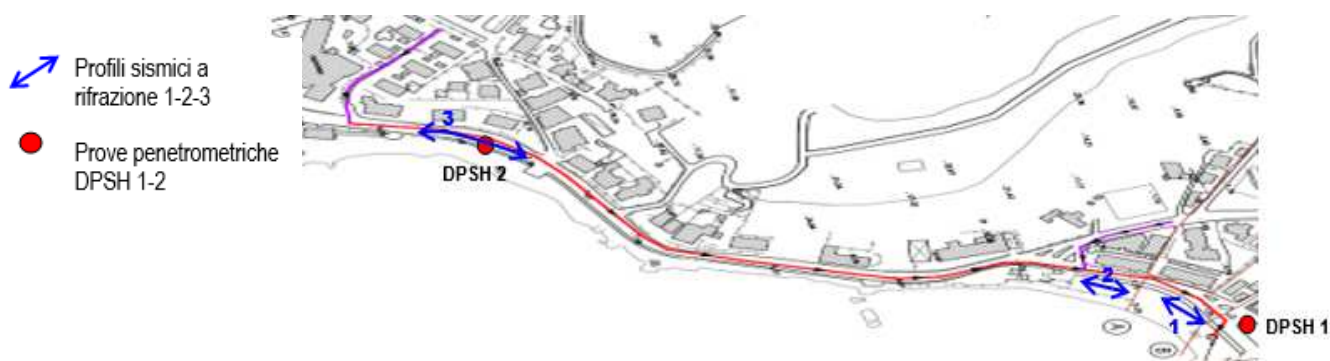
Nel rimanente tratto tra l'ospedale e Santa Croce, non si ritiene di poter escludere la presenza di falda nell'ambito della profondità di scavo della trincea.

Per quanto concerne i cedimenti, in tutte le litologie affioranti nell'area interessata dal progetto in esame, sebbene alcune di esse presentano valori del modulo edometrico molto basso, si prevedono solo quelli primari, viste le frazioni granulometriche prevalentemente sabbiose, anche se in falda idrica; gli eventuali cedimenti per addensamento si esauriscono nell'arco di tempo della realizzazione dei lavori, mentre quelli secondari, che sono compatibili con le granulometrie sottili, argilloso-limose, saranno del tutto assenti.

Si precisa comunque che le fognature, una volta ultimate, non alterano sostanzialmente lo stato tensionale del sottosuolo relativamente ai carichi applicati in quanto il peso delle strutture, viene pressoché compensato dal peso del terreno asportato.

Si ritiene comunque opportuno, laddove sono presenti differenze di carico, dovute alle tipologie dei manufatti acquedottistici e delle condotte stesse, dotare le strutture fondali di sufficiente rigidità.

### Planimetria e sezione geolitologica interpretativa dell'area di progetto



#### Legenda

- terreno detritico (etero-granulare)
- sedimenti alluvionali sabbioso/ghiaiosi, localmente limosi, di piana costiera/litorale ; nell'area VASCA IS San Francesco intercalato, tra m. 6 e m. 9 livello limoso organico (frustoli algali in via di decomposizione) inconsistente.
- Substrato fiscioidale (arenarie marne calcareniti in strati sottili alterati)
- Substrato calcareo fratturato e carsificato (calcari, con intercalazioni marnose e calcari dolomitici)
- Unità terrigena Nord Calabrese – "Formazione del Saraceno" assimilabile alla classe B2 delle formaz. strutt. complesse
- Lineamento tettonico presunto

### Verifica di Stabilità delle pareti di scavo

In merito alla stabilità delle pareti di scavo il sottoscritto ha ritenuto opportuno approfondire le analisi solo sulle formazioni detritiche sciolte rinvenute nel settore di piana alluvionale (via Kennedy-Largo dei Trecento-San Francesco) eseguendo uno studio statistico sui risultati di prove eseguite in campagna (prove penetrometriche), potendo eseguire anche confronti con dati di laboratorio pregressi su campioni della stessa natura prelevati nel settore ovest della piana alluvionale.

Il valore della "Coesione non drenata" è il solo parametro che si oppone al collasso delle pareti di scavo, visto che in condizioni non drenate, in un terreno saturo, come quelli rilevati all'interno dell'area in esame, l'angolo di attrito tende ad annullarsi. I dati ottenuti sono risultati molto bassi in media 0.05 assimilabili praticamente a zero ai fini della sicurezza. In base a questi valori è stata effettuata la verifica di stabilità del fronte di scavo. I calcoli concernenti le altezze delle scarpate degli scavi da operare nell'area sono stati stimati con il metodo di "Taylor".

Ipotizzando una inclinazione della parete di scavo di 90°, Taylor adotta la formula:

$$H_c = N_s (C_u/\gamma)$$

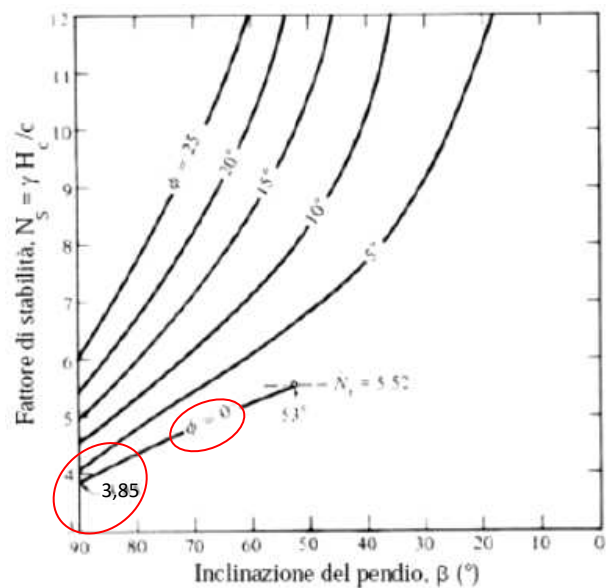
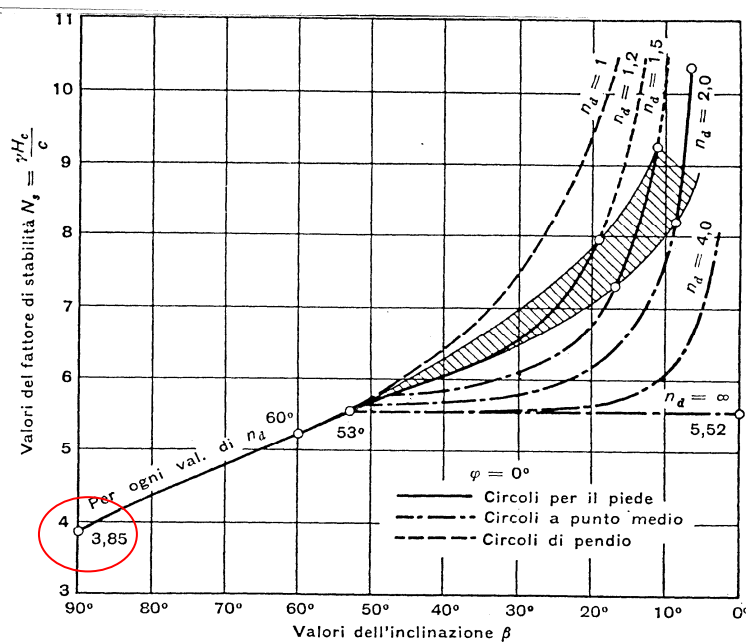
$H_c$  (altezza critica di una scarpata)

$F_c$  (fattore di sicurezza)

$C_u$  (coesione non drenata)

$\gamma$  (peso di volume del terreno)

$N_s$  (fattore di stabilità) è un numero puro che dipende da " $\beta$ " (angolo della parete di scavo) e da " $n_d$ " (fattore di profondità, risulta tabellato in base alla geometria degli strati nel sottosuolo), per la valutazione si ricorre ai grafici riportati sotto, nel nostro caso con  $\beta=90^\circ$  e l'angolo di attrito  $\phi$  tende a zero si ha  $N_s = 3.85$ , mentre per valori di angoli d'attrito diversi da zero il fattore  $N_s$  aumenta



Grafici recante la relazione fra inclinazione ( $\beta$ ) e fattori di stabilità ( $N_s$ )

A titolo espressamente esemplificativo si riporta di seguito il calcolo dell'altezza critica ( $H_c$ ) utilizzando i dati di coesione non drenata e peso di volume ottenuti in modo indiretto dalla elaborazione delle prove penetrometriche DPSH.

Largo dei trecento/tratto di via Kennedy (Formazione detritico sciolta in falda):

- coesione non drenata  $C_u = 0.3 \text{ kg/cm}^2$ , (da prove DPSH)
- peso di volume  $\gamma_{\text{sat}} = 1,9 \text{ g/cm}^3$  (da prove DPSH)

$$H_c = N_s \times C_u / \gamma = 3,85 \times 0,3 / 1,9 = m. 0,60$$

$F_s = H_c / H$  (se  $F_s > 1$  lo scavo è stabile, se  $F_s < 1$  lo scavo non è stabile e pertanto si rendono necessarie opere di sbadacchiatura a sostegno delle pareti di scavo).

Nel caso in esame essendo  $H_c / H < 1$  in quanto la profondità di scavo ( $H$ ) per la posa della fognatura è circa m.  $1.8 \div 2$ m.).

Lungo la SS 18 tra l'ospedale e l'inizio della piana costiera, nell'ambito della profondità di scavo della trincea la prova penetrometrica non ha intercettato livello la falda (detriti indifferenziati considerati attraverso l'elaborazione della prova penetrometrica dotati di attrito e coesione):

- angolo d'attrito  $\phi = 25^\circ$  (da elaborazione prove DPSH)
- coesione non dr.  $C_u = 0,49 \text{ kg/cm}^2$  (da prove DPSH)
- peso volume  $\gamma = 1,9 \text{ g/cm}^3$  (da prove DPSH)
- $N_s = 6$  (per valori di  $\phi = 25^\circ$ )
- $H_c = N_s \times C_u / \gamma = 6 \times 0,49 / 1,9 = m. 1,5$

Anche in questo caso, essendo  $F_s = H_c / H < 1$  in quanto la profondità di scavo prevista è  $H > H_c$ , si ritiene opportuno considerare opere di sbadacchiatura a sostegno dello scavo.

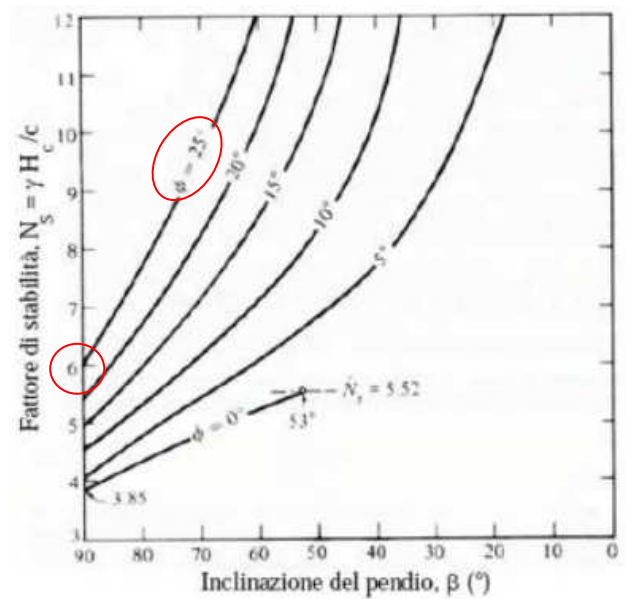
Sulla base dei dati ottenuti, si consigliano, per gli scavi della trincea lungo l'intero tracciato della condotta fognaria di progetto, opportune opere di sbadacchiatura a protezione delle pareti di scavo.

**Caratterizzazione dei terreni nei confronti della corrosione**

Lo studio geologico è stato finalizzato anche all'analisi di tutti quei parametri geologici che direttamente o indirettamente vanno a influire sui processi di corrosione cui le tubazioni in acciaio possono essere soggette.

Nell'area interessata dalla rete fognaria in progetto affiorano formazioni geologiche sia detritiche sciolte che litoidi/semi-litoidi stratificate .

Il complesso detritico sabbioso-ghiaioso di litorale, alla profondità di progetto della messa in opera della condotta, si presenta sciolta e caratterizzata da una permeabilità per porosità direttamente proporzionale alla sua granulometria.





In questi terreni, data la loro medio - alta permeabilità e le caratteristiche idrogeologiche dell'area in studio, si rinviene, alla profondità di interrimento della condotta, una falda acquifera perenne (che si intercetta in tutta la piana costiera), soggetta anche a notevoli escursioni verticali in funzione degli eventi metereologici che si avvicendano sull'area.

Il tratto dall'Ospedale fino a Santa Croce compresa, la falda idrica non si rinviene alla profondità di scavo delle opere in progetto.

Procedendo ad una classificazione rispetto alla conducibilità elettrica di detti terreni, limitatamente alle formazioni sciolte e detritiche rinvenibili nella parte bassa del territorio comunale (vedi carta geologica allegata), si ha:

- a) formazione detritica sciolta in falda, resistività max 50  $\Omega$  m.
- b) formazione detritica sciolta insatura, resistività media superiore ai 500  $\Omega$  m.

Quindi valori di resistività tendono a scendere anche al di sotto dei 50  $\Omega$  , in corrispondenza degli estesi strati saturi o in falda (zona tra via Kennedy/Largo dei Trecento/San Francesco.)

Ciò in particolare in corrispondenza delle formazioni che si rinvencono a ridosso della linea di costa e penetrando anche verso l'interno, nella settore ovest del nucleo urbano di Sapri.

Le acque, dove presenti, possiedono una medio-alta concentrazione di ioni minerali e sono classificate in base alla durezza come acque abbastanza dure.

Tali concentrazioni di sali tendono ad aumentare nettamente a ridosso della linea di battigia dove esiste una fascia di transizione, tra le acque di falda continentali provenienti da monte e quelle salmastre marine, secondo una superficie di discontinuità inclinata verso monte (interfaccia acqua dolce/acqua salata).

In conclusione per ciò che concerne il fenomeno della corrosione, si prevede di adottare opportune opere di protezione, sia attiva che passiva, nel settore a ridosso della linea di costa dove si ritengono presenti infiltrazioni di acque marine salmastre (tratto di condotta fognaria di progetto in via Kennedy e Largo dei Trecento).

## 9) CONSIDERAZIONI SUL RISCHIO SISMICO

Dal punto di vista sismogenetico, il settore meridionale dell'Appennino Campano-Lucano si può suddividere in più fasce longitudinali con diversi caratteri geo-strutturali a diversa evoluzione neotettonica e diversi gradi e tipi di sismicità.

Questo settore dell'Orogene appennina è il risultato delle deformazioni molto spinta di grosse unità sedimentarie appartenenti a diversi domini paleogeografici, generatisi sul bordo settentrionale del continente africano.

A seguito dell'accorciamento crostale, legato all'avvicinamento della zona europea e di quella africana, le unità geologiche si sono variamente deformate con formazioni di una tipica catena a pieghe, prima, e di un orogene a coltri di ricoprimento, poi, in più fasi tettoniche a partire dal Miocene Inferiore.

Esaurite le spinte compressive, la pila di roccia sedimentaria leggera formata dalle coltri di ricoprimento si è trovata in disequilibrio isostatico con il basamento cristallino.

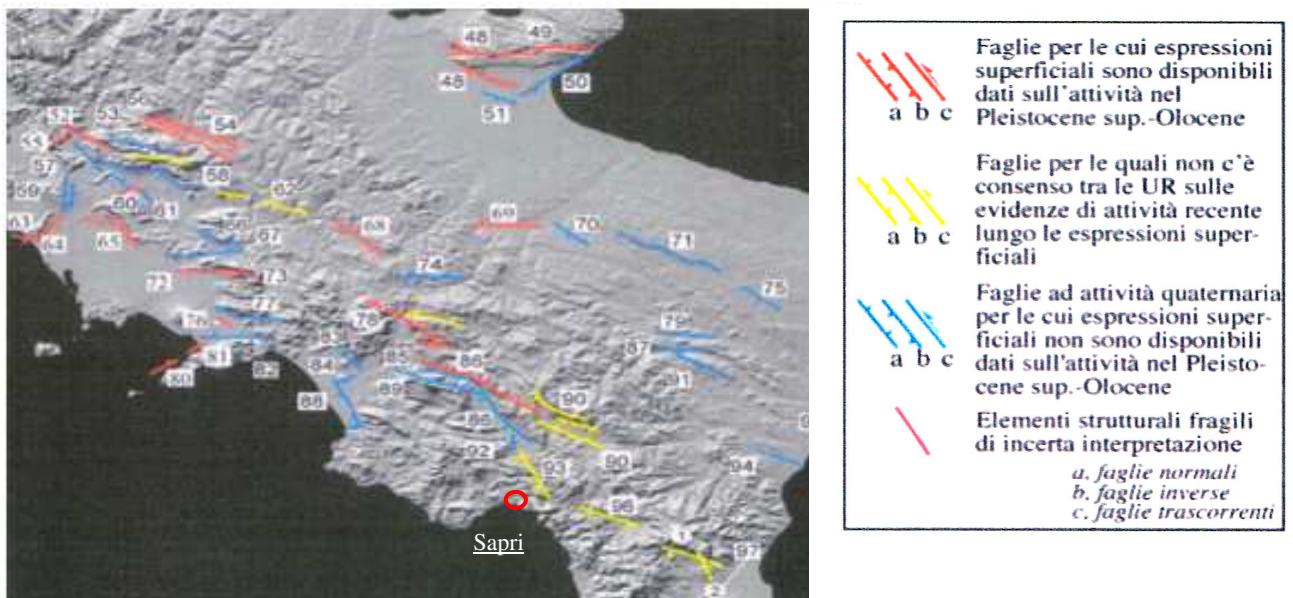
Tale disequilibrio, accompagnato dalla apertura del Mar Tirreno, ha innescato movimenti crostali a prevalente componente verticale. In questo intervallo sono già individuati quegli elementi tettonici lineari, quasi tutti orientati in senso appenninico e di tipo disgiuntivo fra i quali la linea Vello di Diano - Valle del Noce e la linea del Pollino, sua prosecuzione verso Sud.

Questo elemento tettonico disgiuntivo, recentemente reinterpretato anche in senso trascorrente, rimane attivo anche nell'intervallo fra il Quaternario Inferiore e Medio intersecandosi con sistemi di faglia disgiuntivi ad andamento anti-appenninico.

Nella sottostante tabella sono rappresentati i sistemi di faglie attive e capaci il cui stato sismogenetico riconosciuto si estende circa tra 5 e 15 km di profondità ed in tale intervallo di profondità si localizzano gli ipocentri dei terremoti che si registrano nei rispettivi settori.

Faglie e sistemi di faglia	Lunghezza del sistema di faglia (km)	Slip rate verticale (mm/a)	Slip rate verticale minimo (mm/a)	Intervallo cronologico	Intervallo di ricorrenza per eventi di fagliazione di superficie (anni)	Spessore strato sismogenetico (km)
				Olocene?		
Valle Tanagro (85)	15	0.7-0.25	-	Tardo Pleistocene medio -	-	-
				Olocene?		
Vallo di Diano (86)	43 (a)	0.5-1.0 (b)	-	Quaternario	-	5-15
				Olocene?		
M. Albano (89)	28	-	-	-	-	-
Val D'Agri (90)	34	1.0	-	Olocene	-	5-15
				Olocene?		
Buonabitacolo (92)	6	<0.1	-	Tardo Pleistocene medio -	-	-
				Olocene?		
Lagonegro (93)	21	-	0.2	Quaternario	-	5-15
				Olocene?		
Mercure (96)	30	0.5	-	Olocene	-	5-15
Pollino (97)	20	0.5	-	Olocene	-	5-15

*Sintesi dei dati disponibili sulle faglie attive dell'Appennino meridionale.*



Negli ultimi anni si sono succeduti provvedimenti normativi ed amministrativi per la definizione delle caratteristiche di pericolosità sismica locale.

L'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica", rappresentò una prima risposta alla necessità di aggiornare gli strumenti normativi per la riduzione del rischio sismico.

Con tale ordinanza si stabilirono i criteri per l'individuazione delle zone sismiche e la nuova classificazione sismica dei comuni italiani, successivamente integrati e aggiornati dall'OPCM 3519/06.

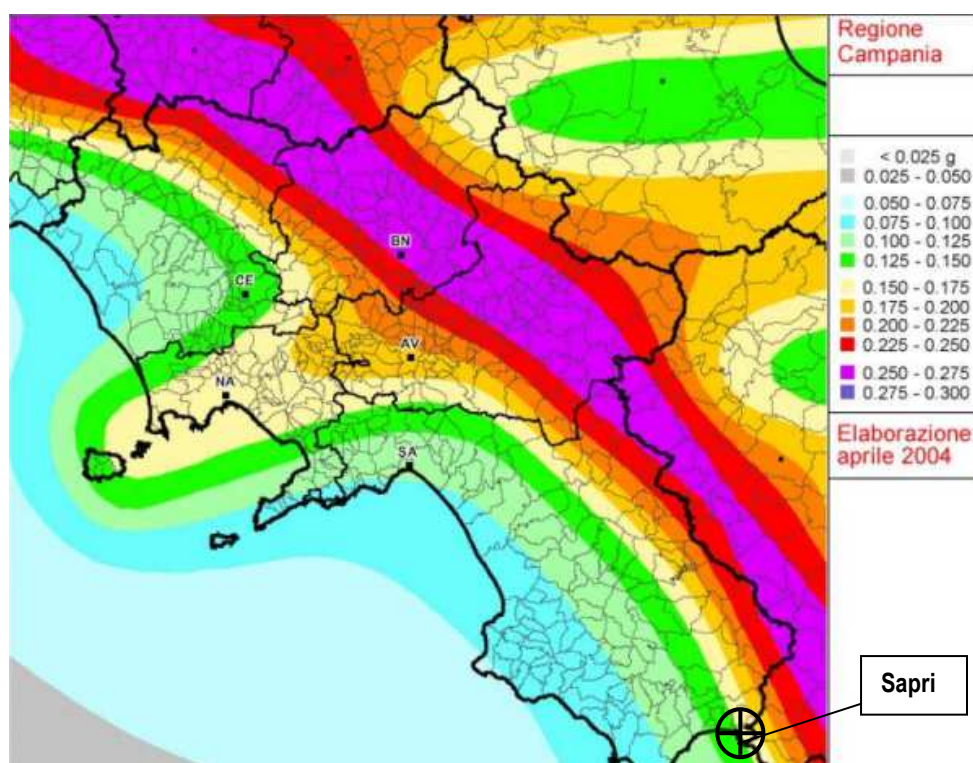
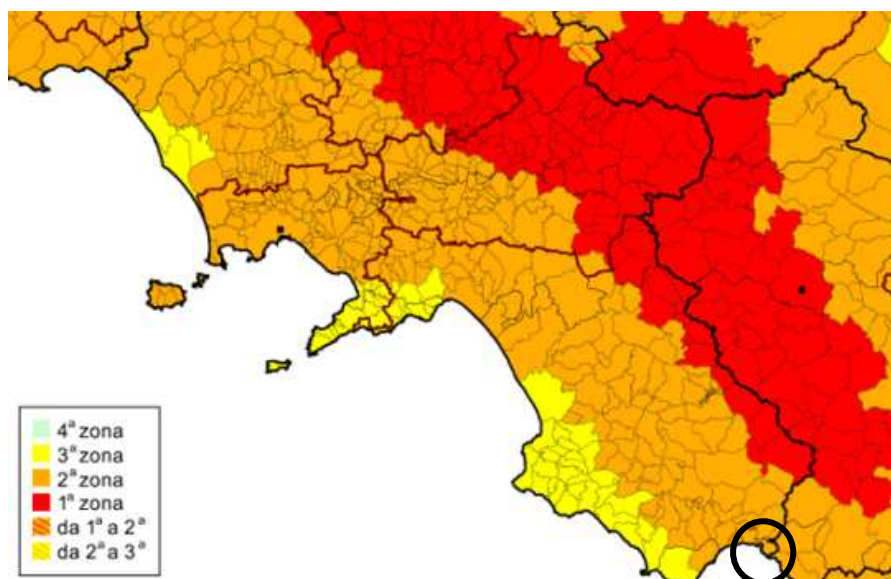
L'intero territorio nazionale venne suddiviso in 4 zone, sulla base di un differente valore dell'accelerazione di picco  $a_g$  su terreno a comportamento rigido, derivante da studi predisposti dall'INGV-DPC.

Gli intervalli di accelerazione ( $a_g$ ) con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni sono stati rapportati alle 4 zone sismiche indicate dall'OPCM 3519/06.

Tale classificazione è basata su un'approssimazione dei valori e della distribuzione del parametro  $a_g$  secondo i limiti amministrativi (criterio "zona dipendente").

La rappresentazione di sintesi delle caratteristiche sismologiche e sismogenetiche del territorio è contenuta nella "Mappa di Pericolosità Sismica del territorio nazionale", elaborata secondo l'OPCM del 28 aprile 2006, n. 3519.

Con delibera 5447 del 7 novembre 2002 la Giunta Regionale della Campania ha approvato l'aggiornamento della classificazione sismica del territorio regionale dove tutti i comuni campani risultano classificati come sismici, compresi quelli che non erano ancora stati classificati. In questa classificazione sismica il Comune di Sapri risulta in seconda zona sismica.



La nuova normativa tecnica per le costruzioni introdotta nel 2008, rispetto alla vecchia normativa, introduce un nuovo approccio nella definizione della sismicità che non è più zona-dipendente, ma sito-dipendente. Per determinare le azioni sismiche, sulla base dei criteri di microzonazione di pericolosità sismica, è stato definito un reticolo di riferimento (circa 10 chilometri di lato) con i parametri sismici calcolati in funzione di predefiniti periodi di ritorno del terremoto atteso nei nodi del reticolo. Interpolando i valori dei parametri sismici associati ai nodi è possibile definire i parametri di progetto necessari:  $ag$  (Accelerazione orizzontale massima del terreno),  $F_0$  (Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro),  $T_c^*$  (Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione). I suddetti valori sono definiti in funzione del periodo di riferimento  $T_r$ , a sua volta calcolato in funzione della vita nominale dell'opera.

## Sismicità Storica

L'Appennino Campano rappresenta una delle zone a più alta sismicità della penisola italiana. Alcuni terremoti localizzati al confine tra Campania e Molise e tra Campania, Puglia e Basilicata hanno provocato danni per migliaia di chilometri quadrati.

Se si considerando i terremoti avvenuti nel ventesimo secolo, i più rilevanti sono essenzialmente tre: quello del 1930, tragicamente devastante e che colpì una regione allora estremamente arretrata, tanto che i primi soccorsi riuscirono ad arrivare solo due giorni dopo l'evento sismico; il terremoto del 1962, definito "il terremoto signore" perché non fece vittime ed infine quello dell'Irpinia del 23/11/80.

Il terremoto avvenuto il 23/11/1930, caratterizzato da un'intensità sismica stimata del IX-X grado della scala Mercalli e con una durata di oltre 30 secondi, distrusse completamente i paesi di Villanova del Battista, Trevico, Aquilonia e Lacedonia, in provincia di Avellino, rappresentanti l'epicentro del sisma. Il sisma fu avvertito in una vastissima area dell'Italia meridionale, stimata di 36000 km<sup>2</sup>, tra Campania, Puglia e Basilicata per una superficie totale.

La sorgente che generò questo sisma fu individuata in una faglia sismogenetica, che costituisce verosimilmente un segmento sub-parallelo a quelli che si sono attivati durante l'evento del 1980.

Quanto detto conferma la complessità geometrica dei sistemi di faglie potenzialmente generatrici di sismi a forte magnitudo in Appennino Meridionale.

Il secondo terremoto citato, quello del 1962, fu caratterizzato da tre impulsi di notevole intensità, con epicentro localizzato fra i territori di Ariano Irpino e Melito Irpino, raggiungendo un'intensità del IX grado della scala Mercalli.

L'evento sismico che avvenne il 23 novembre 1980, definito terremoto dell'Irpinia, colpì la Campania centrale e la Basilicata con epicentro collocato tra i comuni di Teora, Castelnuovo di Conza e Conza della Campania.

Gli effetti, tuttavia, si estesero ad una zona molto più vasta, interessando praticamente tutta l'area centro-meridionale della penisola. La scossa tellurica ebbe una durata di circa 90 secondi ed il suo ipocentro collocato ad una profondità di circa 30 km, con magnitudo stimata pari a 6,5 della scala Richter.

Più in particolare, il Vallo di Diano fu interessato da un movimento sismico nel 1561 (epicentro posizionato vicino Polla), definito "Terremoto del Vallo di Diano" per la presenza in tale area di molti siti danneggiati.

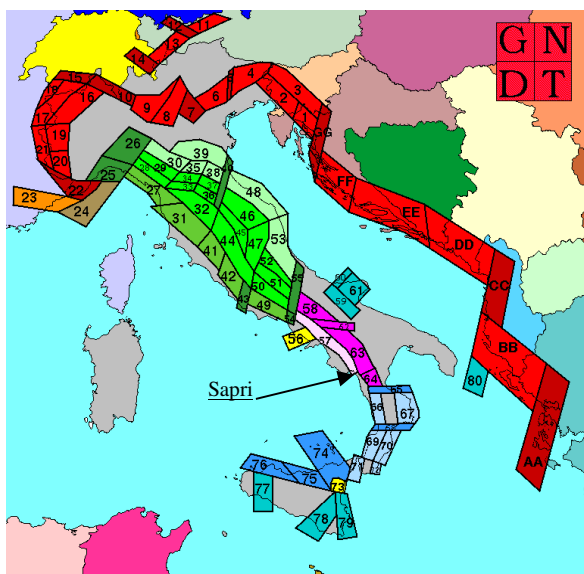
Studi sismotettonici effettuati negli anni, hanno suggerito la presenza nelle vicinanze di una struttura attiva nella valle del Melandro.

Secondo quanto stabilito dalle norme per la classificazione del territorio italiano dal punto di vista sismico, il territorio comunale di Sapri rientra nella zona 3.2:

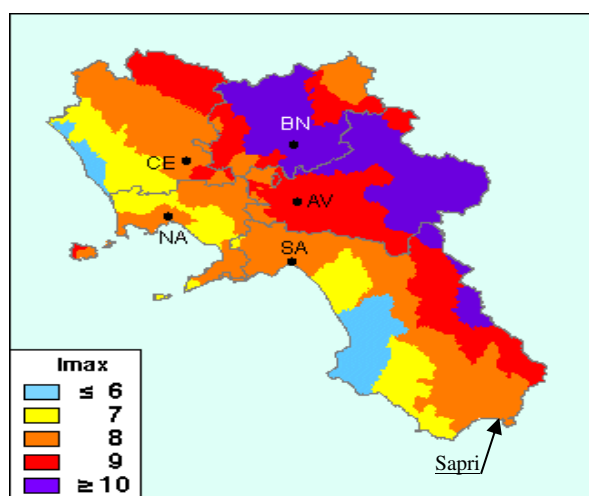


**C. Zone legate al recente sollevamento della catena appenninica, successivo ad una lunga storia di migrazione spazio-temporale del sistema catena-avampaese.**

- 3.1** Fascia appenninica principale. Meccanismi di rottura attesi: dip-slip e subordinatamente strike-slip
- 3.2** Margine tirrenico. Meccanismi di rottura attesi: dip-lip



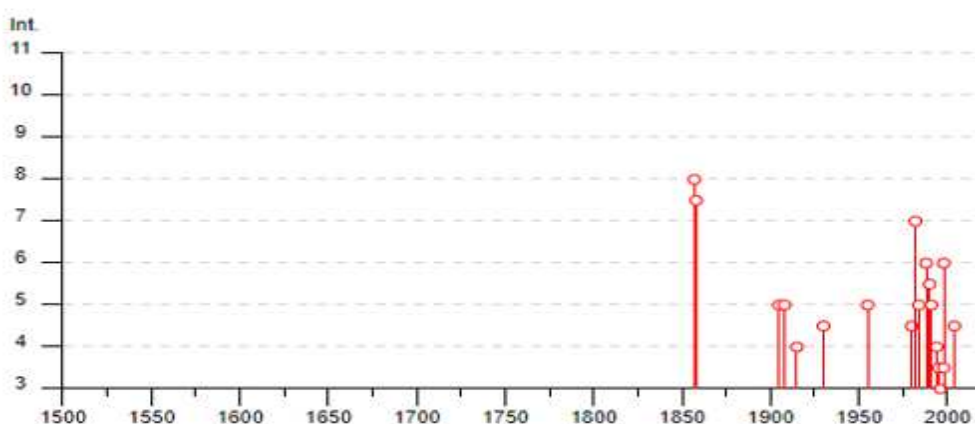
Massime intensità macrosismiche osservate nella provincia di Salerno  
Comune Re Pr Com Lat Long Imax  
SAPRI 15 65 134 40.07467 15.63061 8



Al fine di definire nel dettaglio la sismicità locale dell'area interessata dal progetto è di seguito riportata la storia sismica del comune di Sapri acquisita dal database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (<http://emidius.mi.ingv.it/CPT15-DBMI15>).

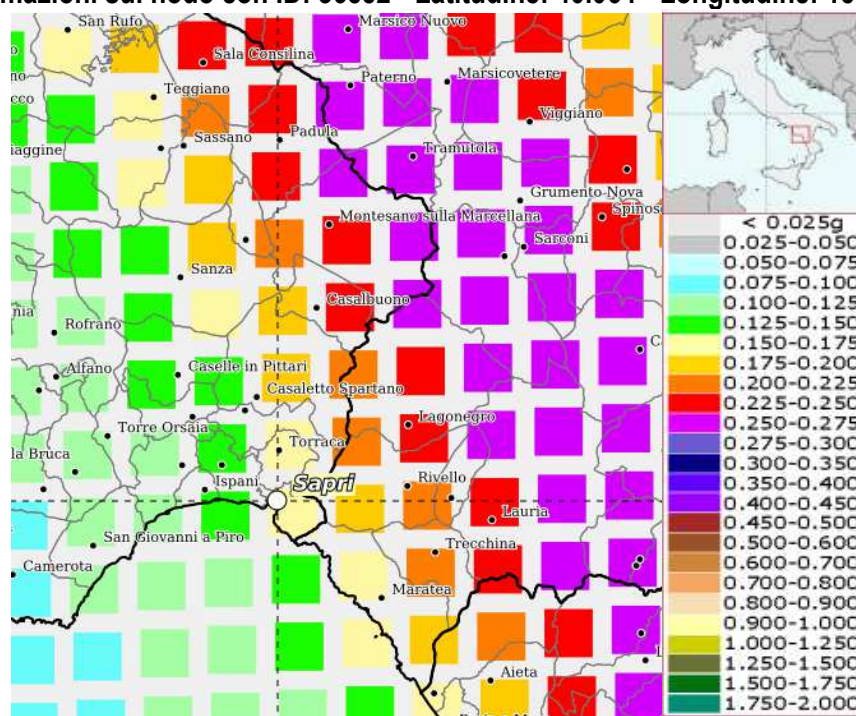
**Sapri**

PlaceID	IT_61923
Coordinate (lat, lon)	40.075, 15.631
Comune (ISTAT 2015)	Sapri
Provincia	Salerno
Regione	Campania
Numero di eventi riportati	22



Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
8	1857	12	16	21	15		Basilicata	340	11	7.12
7-8	1858	03	07	14			Campania meridionale	9	7-8	5.39
NF	1893	01	25				Vallo di Diano	134	7	5.15
5	1905	09	08	01	43		Calabria centrale	895	10-11	6.95
5	1908	12	28	04	20	2	Stretto di Messina	772	11	7.10
4	1915	01	13	06	52	4	Marsica	1041	11	7.08
4-5	1930	07	23	00	08		Irpinia	547	10	6.67
5	1955	07	03	23	55	3	Golfo di Policastro	26	5	4.19
4-5	1980	05	14	01	41		Alta Val d'Agri	26	5-6	4.83
7	1982	03	21	09	44	0	Golfo di Policastro	125	7-8	5.23
5	1984	01	05	12	39	3	Lagonegrese	18	5	4.09
6	1988	01	12	23	01	0	Cilento	74	6	4.52
5-6	1990	05	05	07	21	2	Potentino	1375		5.77
5	1991	05	26	12	25	5	Potentino	597	7	5.08
4	1994	10	12	04	59	1	Tirreno meridionale	32		4.57
3-4	1995	05	29	20	44	2	Val d'Agri	103	5	4.18
3	1996	04	03	13	04	3	Irpinia	557	6	4.90
NF	1998	03	26	16	26	1	Appennino umbro-marchigiano	409		5.26
6	1998	09	09	11	28	0	Appennino lucano	37	6-7	5.53
3-4	1998	11	08	22	33	4	Appennino lucano	29	5-6	3.80
4-5	2004	03	03	02	13	2	Tirreno meridionale	104	5	4.55
NF	2006	06	22	19	34	5	Costa calabra settentrionale	161		4.70

### MODELLO DI PERICOLOSITÀ SISMICA DEL TERRITORIO NAZIONALE MPS04-S1 Informazioni sul nodo con ID: 36552 - Latitudine: 40.064 - Longitudine: 15.645

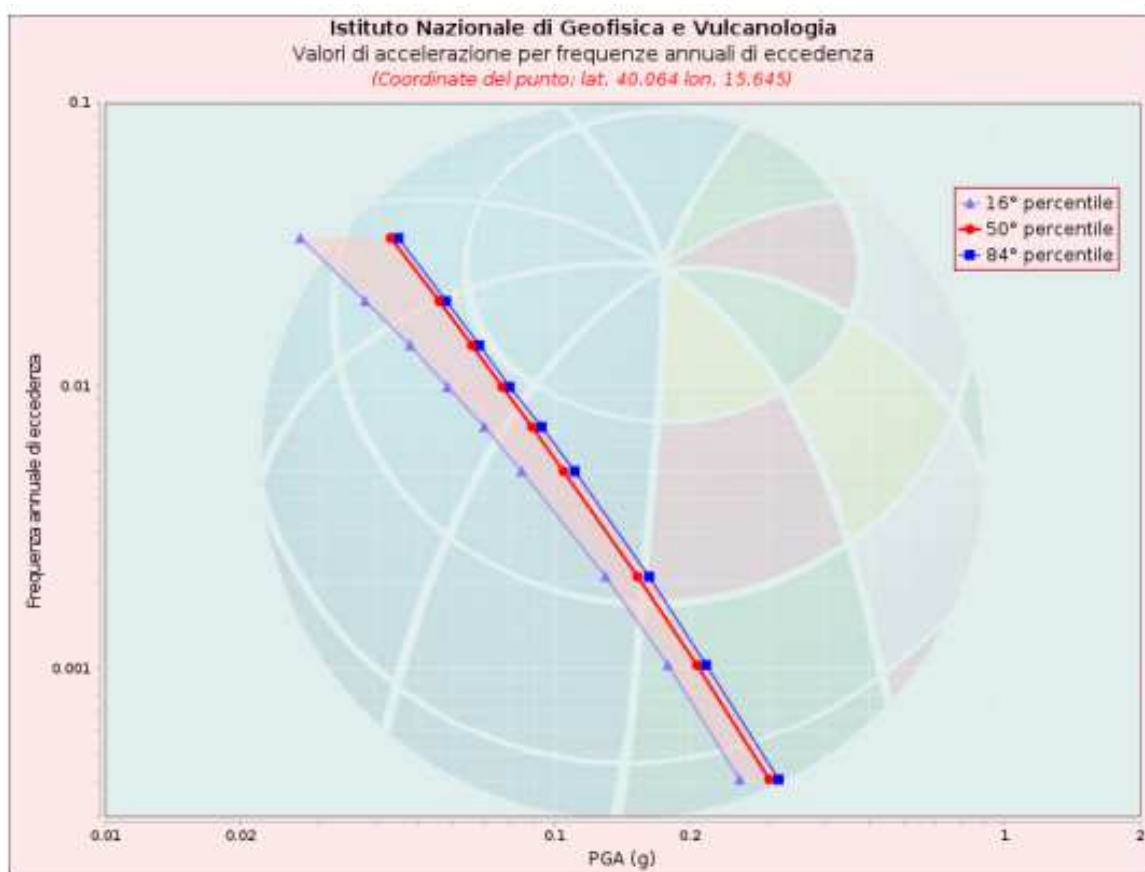


La mappa rappresenta il modello di pericolosità sismica per l'Italia e i diversi colori indicano il valore di scuotimento (PGA = Peak Ground Acceleration; accelerazione di picco del suolo, espressa in termini di g, l'accelerazione di gravità) atteso con una probabilità di eccedenza pari al 10% in 50 anni su suolo rigido (classe A, Vs30 > 800 m/s) e pianeggiante. Le coordinate selezionate individuano un nodo della griglia di calcolo identificato con l'ID 36552 (posto al centro della mappa).

Per ogni nodo della griglia sono disponibili numerosi parametri che descrivono la pericolosità sismica, riferita a diversi periodi di ritorno e diverse accelerazioni spettrali.

### Curva di pericolosità

La pericolosità è l'insieme dei valori di scuotimento (in questo caso per la PGA) per diverse frequenze annuali di eccedenza (valore inverso del periodo di ritorno). La tabella riporta i valori mostrati nel grafico, relativi al valore mediano (50mo percentile) ed incertezza, espressa attraverso il 16° e l'84° percentile.



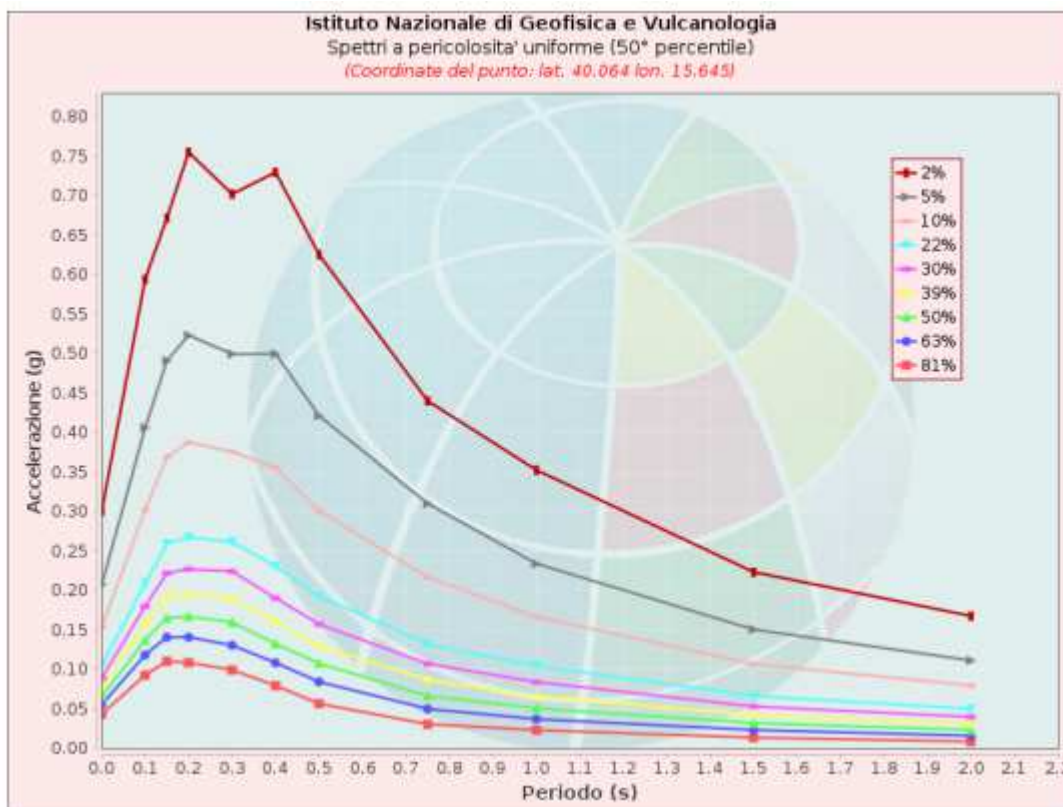
Valori di accelerazione per frequenze annuali di eccedenza (Coordinate del punto: lat. 40.064 lon. 15.645)			
Frequenza annuale di eccedenza	PGA (g)		
	16° percentile	50° percentile	84° percentile
0.0004	0.2582	0.3003	0.3152
0.0010	0.1788	0.2073	0.2175
0.0021	0.1300	0.1531	0.1624
0.0050	0.0846	0.1047	0.1111
0.0071	0.0699	0.0891	0.0936
0.0099	0.0578	0.0766	0.0795
0.0139	0.0478	0.0655	0.0681
0.0199	0.0380	0.0555	0.0575
0.0332	0.0272	0.0433	0.0450

### Spettri a pericolosità uniforme

Gli spettri indicano i valori di scuotimento calcolati per 11 periodi spettrali, con spazio temporale compreso tra 0 e 2 secondi.

La PGA corrisponde al periodo pari a 0 secondi. Il grafico è relativo alle stime mediane (50mo percentile) proposte dal modello di pericolosità.

I diversi spettri nel grafico sono relativi a diverse probabilità di eccedenza (PoE) in 50 anni. La tabella riporta i valori mostrati nel grafico.



Spettri a pericolosità uniforme (50° percentile)											
PoE	Accelerazione (g)										
in 50	Periodo (s)										
anni	0.0	0.1	0.15	0.2	0.3	0.4	0.5	0.75	1.0	1.5	2.0
2%	0.300	0.594	0.672	0.755	0.702	0.729	0.625	0.440	0.352	0.223	0.168
5%	0.207	0.406	0.491	0.523	0.499	0.500	0.421	0.310	0.234	0.151	0.111
10%	0.153	0.302	0.369	0.388	0.376	0.355	0.301	0.217	0.167	0.107	0.080
22%	0.105	0.209	0.259	0.267	0.262	0.231	0.193	0.132	0.104	0.066	0.050
30%	0.089	0.180	0.222	0.227	0.224	0.190	0.157	0.107	0.084	0.053	0.040
39%	0.077	0.159	0.192	0.196	0.189	0.161	0.130	0.087	0.066	0.043	0.031
50%	0.066	0.137	0.165	0.167	0.160	0.132	0.108	0.066	0.051	0.032	0.023
63%	0.055	0.118	0.141	0.141	0.131	0.108	0.084	0.050	0.037	0.023	0.016
81%	0.043	0.093	0.110	0.109	0.100	0.079	0.057	0.031	0.023	0.014	0.009



## Disaggregazione della pericolosità sismica

Nella pubblicazione <<Disaggregazione della pericolosità sismica in termini di M-R-e; Progetto DPC-INGV S1, Deliverable D14>> di Spallarossa e Barani (2007) si definisce la disaggregazione o deaggregazione di pericolosità sismica come un'operazione che consente di valutare i contributi di diverse sorgenti sismiche alla pericolosità di un sito".

La forma più comune di disaggregazione è quella bidimensionale in Magnitudo e Distanza (M-R) che permette di definire il contributo di sorgenti sismo genetiche a distanza R capaci di generare terremoti di magnitudo M.

In pratica il processo di disaggregazione in M-R indica il terremoto che domina lo scenario di pericolosità di un'area inteso come l'evento sismico di magnitudo M a distanza R (dalla area in esame) che contribuisce maggiormente alla pericolosità sismica della stessa area.

Analogamente alla disaggregazione M-R è possibile definire la disaggregazione tridimensionale M-R-  $\epsilon$  dove  $\epsilon$  rappresenta il numero di deviazioni standard per cui lo scuotimento (logaritmico) devia dal valore mediano predetto da una data legge di attenuazione dati M ed R. Il presente studio affronta la disaggregazione della pericolosità sismica italiana (Gruppo di Lavoro MPS – 2004).

L'analisi di disaggregazione è stata condotta per 16852 siti corrispondenti ai nodi della griglia adottata per la redazione della mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (Gruppo di Lavoro MPS – 2004).

Le mappe conclusive di pericolosità sismica, ottenute impiegando il formalismo ad albero logico, sono state elaborate in termini di mediana della distribuzione dei valori di pericolosità anziché in termini di valori medi.

Pertanto, la disaggregazione è stata condotta adottando quali input i modelli ed i valori dei parametri lungo il ramo dell'albero logico a cui corrispondono i valori di pericolosità più prossimi a quelli mediani di riferimento. In particolare, sono stati disaggregati i valori mediani di scuotimento (relativi a suolo rigido), espresso in termini di accelerazione orizzontale di picco (PGA), corrispondenti a 9 periodi di ritorno (RP): 30,50,72,100,140,200,475,1000,2500 anni.

Per ciascun sito, i risultati, i risultati sono stati restituiti in termini di distribuzioni M-R-  $\epsilon$  da cui sono stati ricavati i valori medi e modali di tali parametri. Da questi sono state elaborate le mappe di M, R,  $\epsilon$  per l'intero territorio nazionale.

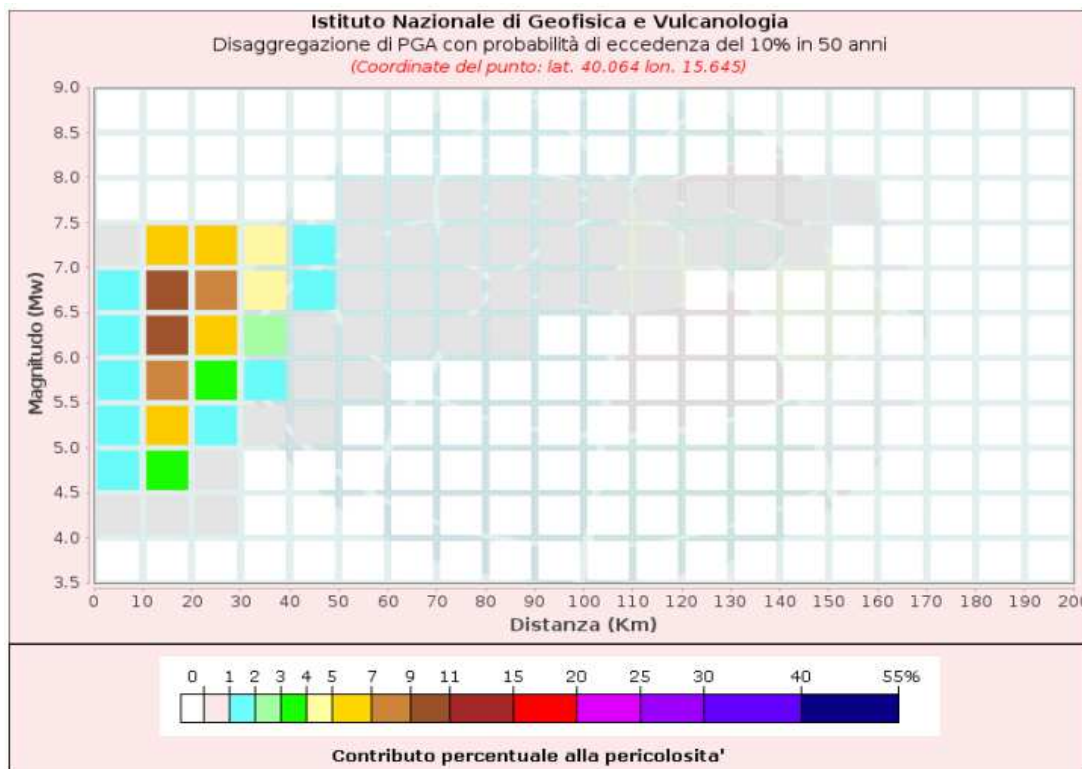
I risultati evidenziano che all'aumentare del periodo di ritorno aumenta il contributo alla pericolosità di una data area da parte di terremoti forti a brevi distanze. I risultati ottenuti in questo studio possono essere utili nella selezione di accelerogrammi a scopi di progettazione e/o per analisi dinamiche (es. analisi numeriche di risposta sismica locale)".

Dal sito <http://esse1-gis.miingv.it/>, si riportano le mappe interattive di pericolosità sismica con i grafici relativi al punto di griglia ed alla disaggregazione, con probabilità di superamento del 10% e del 63% in 50.



### Grafico di disaggregazione

Il grafico rappresenta il contributo percentuale delle possibili coppie di valori di magnitudo-distanza epicentrale alla pericolosità del nodo, rappresentata in questo caso dal valore della PGA mediana, per una probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni. La tabella riporta i valori mostrati in grafico ed i valori medi di magnitudo, distanza ed epsilon.



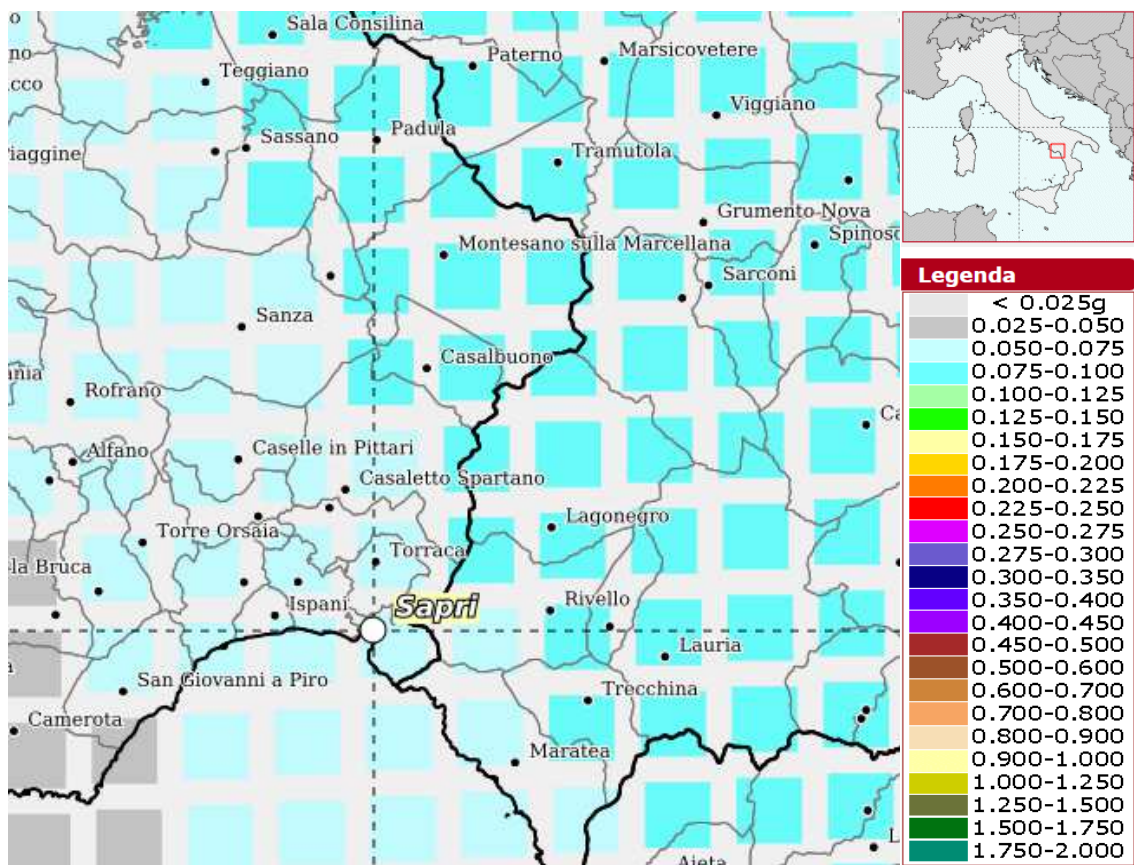
Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto: lat. 40.064 lon. 15.645)											
Distanza (Km)	Magnitudo (Mw)										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.0000	0.4250	1.4700	1.8800	1.9300	1.6300	1.1600	0.5460	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	0.7210	3.5900	6.4900	8.9600	9.9400	9.0500	5.1200	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.0005	0.2910	1.6800	3.8300	6.1200	7.6300	5.4500	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0000	0.0000	0.1830	1.2800	2.9700	4.8100	4.1600	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.2080	0.9420	1.9400	1.9600	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0086	0.2430	0.7160	0.8650	0.0189	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0526	0.3050	0.4660	0.0363	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0053	0.1260	0.2610	0.0359	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0501	0.1600	0.0271	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0166	0.0959	0.0193	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0055	0.0505	0.0123	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005	0.0229	0.0073	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0087	0.0043	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0027	0.0025	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0007	0.0015	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0006	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Valori Medi											
Magnitudo	Distanza					Epsilon					
6.28	22.5					1.01					

### Probabilità di eccedenza del 63 % in 50 anni – percentile 50

La mappa rappresenta il modello di pericolosità sismica per l'Italia e i diversi colori indicano il valore di scuotimento (PGA = Peak Ground Acceleration; accelerazione di picco del suolo, espressa in termini di g, l'accelerazione di gravità) atteso con una probabilità di eccedenza pari al 63% in 50 anni su suolo rigido (classe A, Vs30 > 800 m/s) e pianeggiante.

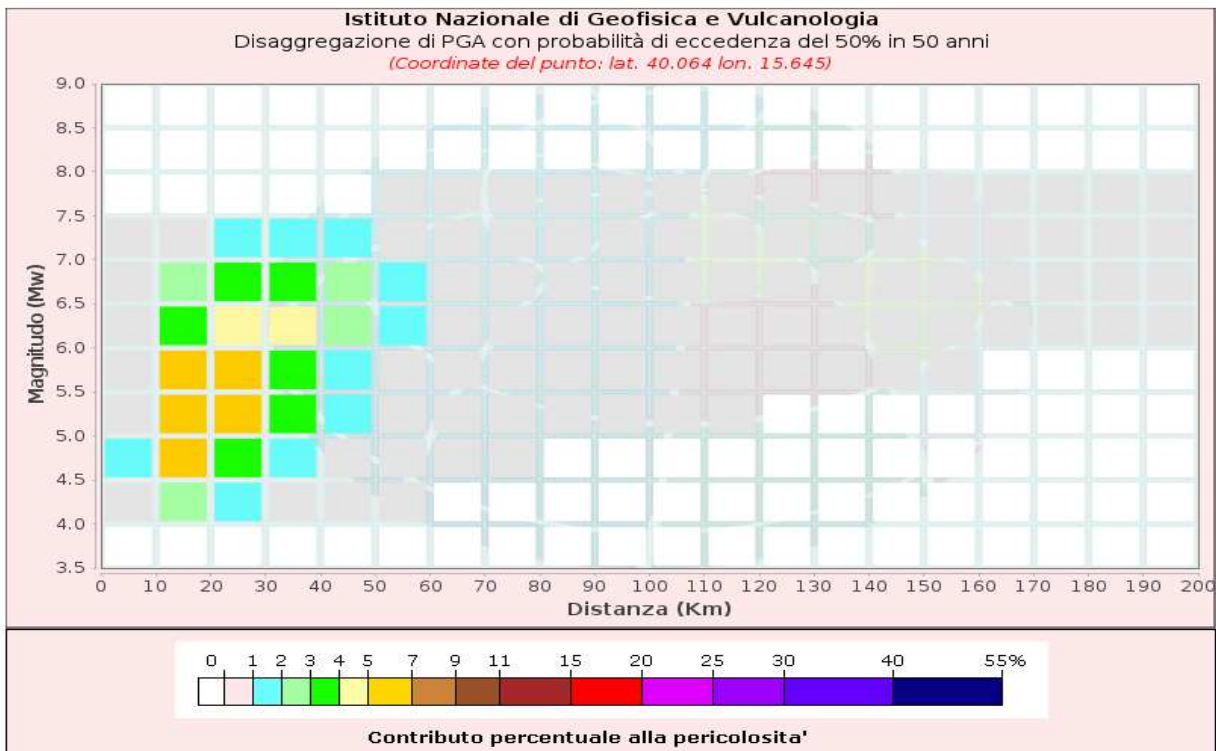
Le coordinate selezionate individuano un nodo della griglia di calcolo identificato con l'ID 36552 (posto al centro della mappa).

Per ogni nodo della griglia sono disponibili numerosi parametri che descrivono la pericolosità sismica, riferita a diversi periodi di ritorno e diverse accelerazioni spettrali.



### Grafico di disaggregazione

Il grafico rappresenta il contributo percentuale delle possibili coppie di valori di magnitudo-distanza epicentrale alla pericolosità del nodo, rappresentata in questo caso dal valore della PGA mediana, per una probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni. La tabella riporta i valori mostrati in grafico ed i valori medi di magnitudo, distanza ed epsilon.



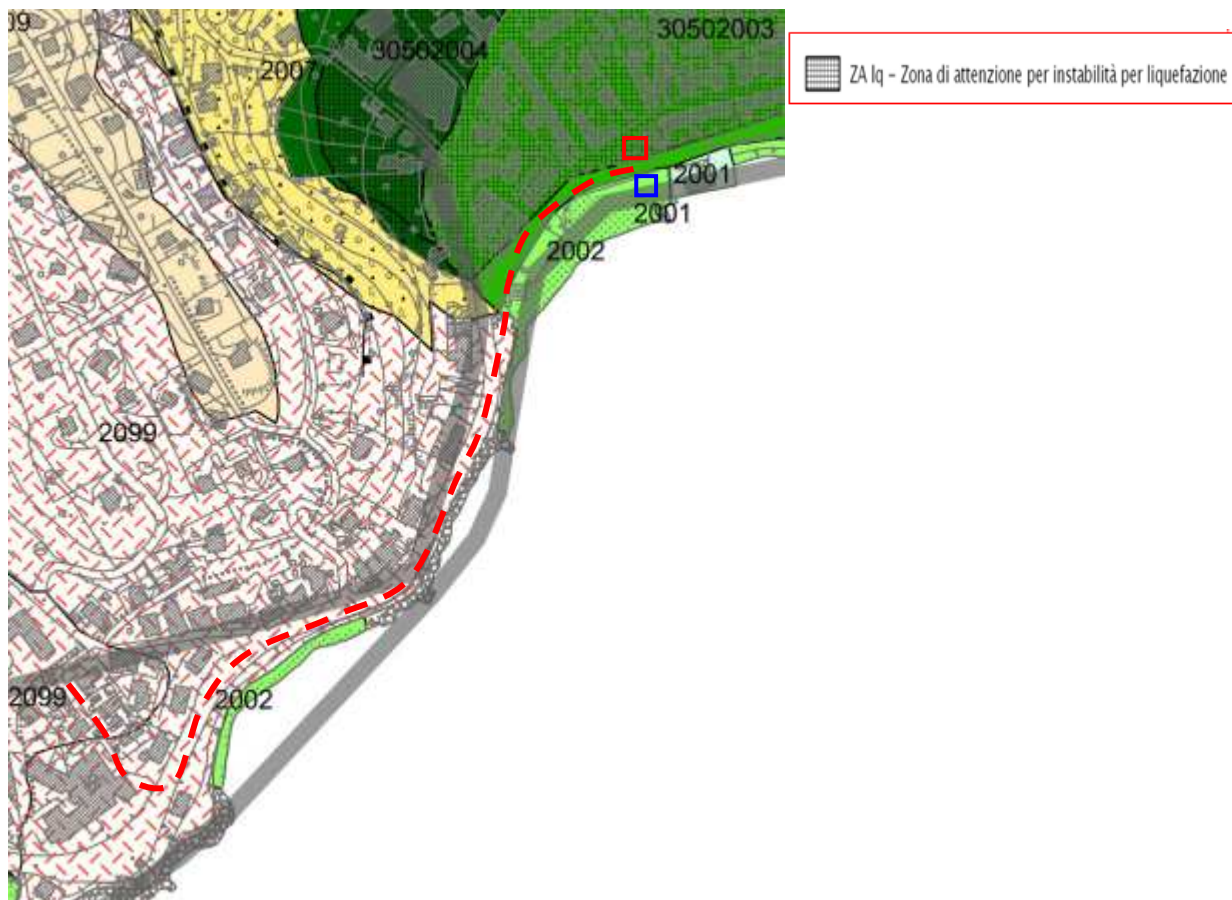
**Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 50% in 50 anni**  
(Coordinate del punto: lat. 40.064 lon. 15.645)

Distanza (Km)	Magnitudo (Mw)										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.0000	0.5290	1.1800	0.8670	0.5570	0.3240	0.1780	0.0725	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	2.5000	6.7500	6.4300	5.1200	3.5100	2.1500	0.9240	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	1.0900	3.8500	5.0600	5.3200	4.6000	3.3500	1.6100	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.3730	1.7400	3.0100	3.9900	4.2200	3.6500	1.9700	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0616	0.5080	1.1600	1.8600	2.3200	2.3100	1.3900	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0007	0.1220	0.4440	0.8300	1.1600	1.3100	0.8890	0.0132	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0285	0.2300	0.4740	0.6860	0.8510	0.6560	0.0329	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0016	0.0941	0.2630	0.4200	0.5640	0.4920	0.0425	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0309	0.1580	0.3030	0.4280	0.4070	0.0415	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0081	0.1010	0.2350	0.3550	0.3350	0.0378	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0018	0.0723	0.2170	0.3520	0.2540	0.0308	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0426	0.1750	0.3040	0.1930	0.0235	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0213	0.1330	0.2490	0.1460	0.0182	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0079	0.0892	0.1850	0.1170	0.0151	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0016	0.0428	0.0990	0.1040	0.0148	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0219	0.0572	0.0810	0.0119	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0132	0.0387	0.0557	0.0075	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0075	0.0333	0.0426	0.0056	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0026	0.0242	0.0327	0.0042	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0010	0.0179	0.0274	0.0038	0.0000	0.0000

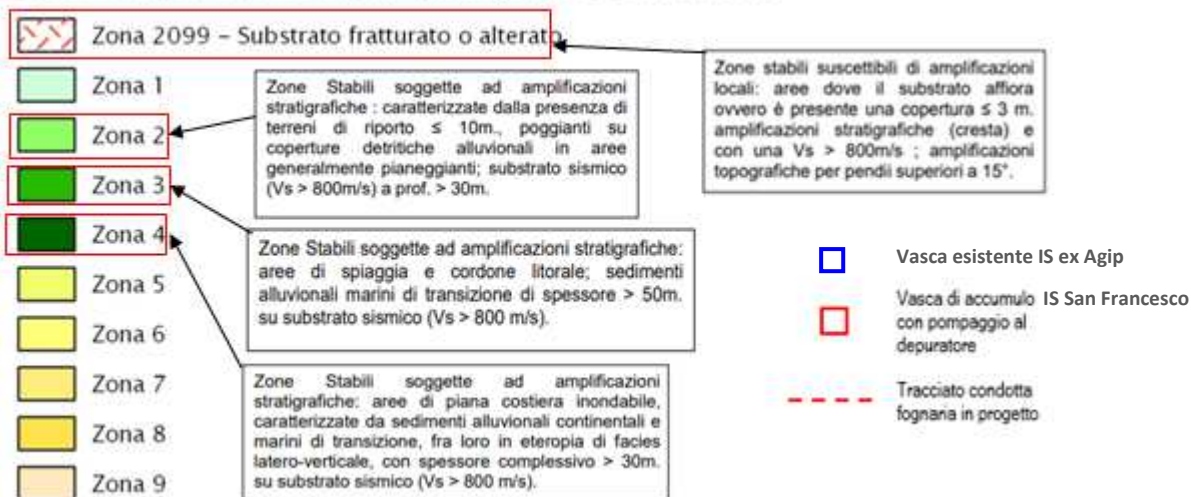
Valori Medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.86	33.9	0.51



### Carta delle MOPS (Microzonazione sismica 1° livello (Comune di Sapri)



### Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali



### **Parametro vs30 - Categoria di sottosuolo - Categoria topografica**

Nelle NTC/2018 il paragrafo § 3.2.2 "Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche" è sicuramente quello che ha subito un radicale cambiamento; infatti sparisce il parametro "Vs(30)" in m/s (NTC2008) a favore del nuovo parametro velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio "Vs(eq)" in m/s. Si verifica che il valore di Vs del Bedrock sismico (Vs non inferiore ad 800 m/s) non entra mai espressamente nel calcolo.

Si hanno due casi generali:

- a) il bedrock si trova a profondità inferiore a 30 metri dal piano di calcolo;
- b) il bedrock sismico si trova a profondità superiore a 30 metri dal piano di calcolo.

a) Il bedrock si trova a profondità inferiore a 30 metri dal piano di calcolo:

La "Vs(eq)" viene riferita alla profondità a cui si trova il tetto dello strato che ha una  $V_s \geq 800$  m/s (bedrock sismico); quindi se il bedrock sismico si trova a 15 metri si avrà una "Vs(eq)"(15) con calcolo nei primi 15 metri, se a 25 una "Vs(eq)"(25) con calcolo nei primi 25 metri e così via.

b) Il bedrock sismico si trova a profondità superiore a 30 metri dal piano di calcolo:

La "Vs(eq)" viene riferita sempre ad una profondità di 30 metri; quindi se il bedrock sismico si trova alla profondità di 35 metri o alla profondità di 40m. o alla profondità di 50m. e così via, si avrà sempre una "Vs(eq)" con calcolo nei primi 30 metri.

Da tenere presente che i valori di Vs devono essere ottenuti mediante specifiche prove geofisiche oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche per i terreni a grana fine. Con le NTC/2018 cambia anche la classificazione delle categorie di sottosuolo; infatti spariscono le categorie speciali S1 ed S2 (NTC/2008) e vengono leggermente modificate/ampliate le restanti Categorie di sottosuolo B, C, D, E. (Quanto previsto per Categorie speciali di sottosuolo delle NTC2008 viene ripresa nell'enunciato delle NTC2018). Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti, è opportuno predisporre specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismiche".

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi, da eseguire con le modalità indicate nel § 7.11.3. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, VS. I valori dei parametri meccanici necessari per le analisi di risposta sismica locale o delle velocità Vs per l'approccio semplificato costituiscono parte integrante della caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo, di cui al § 6.2.2.

I valori di Vs sono ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche.



La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, "VS(eq)" in m/s, definita dall'espressione:

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

con:

$h_i$  spessore dell'i-esimo strato;

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

N numero di strati;

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

### Caratterizzazione sismica delle aree di progetto

Nell'area è stata eseguita un'indagine sismica e geotecnica al fine di ottenere una classificazione sismica globale e non puntuale e per correlare, i valori di velocità delle onde di taglio, il parametro  $V_s(eq)$ , ciò in ottemperanza a quanto indicato nel D.M. 17 gennaio 2018.

Dal punto di vista sismico i terreni interessati direttamente ed indirettamente dall'infrastruttura in progetto si possono distinguere, in base al loro grado di addensamento, in tre "Unità Geofisiche":

1^ UNITA' - è costituita da formazione detritica superficiale: la velocità delle onde longitudinali ( $V_p$ ) risulta minore di 700 m/sec, quella delle onde trasversali ( $V_s$ ) risulta minore di 300 m/sec.

2^ UNITA' - è riferita ad una formazione detritica profonda: la velocità delle onde longitudinali ( $V_p$ ) risulta di maggiori di 1000 m/sec, quella delle onde trasversali ( $V_s$ ) risulta maggiore di 400 m/sec.

3^ UNITA' - è costituita dalla formazione di substrato pre-quadernario: la velocità delle onde longitudinali ( $V_p$ ) risulta di 1200 m/sec, quella delle onde trasversali ( $V_s$ ) risulta maggiore di 600 m/sec.

I valori sopra riportati provengono da indagini sismiche eseguite e allegata alla presente relazione.

La zona interessata dal progetto si può caratterizzare sismicamente attraverso tre distinti settori:

1° settore - tra l'ospedale e Santa Croce; 2° settore - al passaggio tra Santa Croce e la piana costiera;

3° settore - tra via Kennedy e largo dei Trecento/San Francesco.

Nel 1° settore, i rilievi e le prove in situ eseguite, viste le prove pregresse, tenuto conto della profondità di posa della condotta che arriva quasi ad intercettare il complesso litoide di substrato, si ritiene compatibile una categoria di sottosuolo "A" e una categoria topografica T=1 (aree pianeggianti/pendii  $\leq 15^\circ$ ).

<b>A</b>	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.
----------	--

Nel 2° settore ricadente in corrispondenza del lineamento tettonico che ha ribassato, verso la piana alluvionale costiera, il substrato pre-quadernario, i valori delle onde di taglio si possono correlare ad un sottosuolo di categoria "B", mentre la categoria topografica è sempre T1 (aree pianeggianti/pendii  $\leq 15^\circ$ ).

<b>B</b>	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine 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
----------	--

**Nel 3° settore** dove sono presenti terreni correlabili alla 1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> "Unità Geofisica" (formazione detritica superficiale e profonda), sulla scorta dei risultati delle prove in situ eseguite e dalle prove pregresse in aree limitrofe, si può considerare una categoria di sottosuolo C.

In questo settore i dati delle prove eseguite e quelli di indagini pregresse (paragrafo 7), si correlano con una categoria di sottosuolo "C", mentre la categoria topografica è T=1 (aree pianeggianti o pendii ≤ 15°).

<b>C</b>	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine 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.
----------	--

Nell'area delle vasche IS, dove sono state seguite la prova penetrometrica DPSH 1 e la prova sismica a rifrazione n.1, è stato eseguito, a titolo esemplificativo, il calcolo della Vs(eq) con il metodo indiretto degli Autori Ohta e Goto (1978) che utilizza il valore di N<sub>SPT</sub>. Il valore della Vs ottenuto rientra nell'intervallo dei valori della categoria di sottosuolo C, che si correla con i dati della prova sismica eseguita in questo settore di piana costiera sia e con il valore di Vs definito delle prove pregresse in aree limitrofe (vedi paragrafo 7).

### V<sub>S30</sub> con N<sub>SPT</sub> (Ohta e Goto)

- a = fattore dipendente dall'età (Olocene 1,0 - Pleistocene 1,303)
- b = fattore geologico (argille 1 - sabbie 1,086)
- z = Profondità in metri base dello strato

**Formula di Ohta e Goto (1978):**

$$V_s = 54.33 * (N_{SPT})^{0.173} * \alpha * \beta * (Z / 0.303)^{0.193}$$

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

h<sub>i</sub> = Spessore in metri dello strato i-esimo  
V<sub>i</sub> = Velocità dell'onda di taglio i-esima  
N = Numero di strati

Strato	Litotipo	Spessore strato in metri	N <sub>SPT</sub>	α	β	Z	V <sub>s</sub> (m/s)	Rapporto spessore velocità	Tempi parziali in secondi
h <sub>1</sub>	sabbie limoso-ghiaiose	1,5	40	1,000	1,086	1,50	152,09	h <sub>1</sub> /V <sub>1</sub>	0,010
h <sub>2</sub>	sabbie limose	3,9	14	1,000	1,086	5,40	162,40	h <sub>2</sub> /V <sub>2</sub>	0,024
h <sub>3</sub>	limo organici	3,6	1	1,000	1,000	9,00	104,54	h <sub>3</sub> /V <sub>3</sub>	0,034
h <sub>4</sub>	sabbie e sabbie limose	21	17	1,000	1,086	30,00	233,83	h <sub>4</sub> /V <sub>4</sub>	0,090
h <sub>totale</sub>		<b>30</b>						Σ h <sub>i</sub> /V <sub>i</sub>	0,158

$$V_s(eq) = 30 : 0,158 = 189,73 \text{ m/s (categoria di sottosuolo C)}$$

## 10) CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

I risultati ottenuti dal presente studio geologico evidenziano alcune problematiche particolari, di ordine idrogeologico e geotecnico, da tenere presente durante l'esecuzione delle operazioni di scavo delle trincee per la realizzazione delle opere in progetto.

In particolare:

- Nell'attraversamento delle aste idrauliche di scolo (settore Largo dei Trecento), va preservata la sezione d'alveo, impedendo ogni sorta di restringimento;

- In condizioni d'impatto sismico si possono registrare notevoli amplificazioni locali dell'intensità che possono indurre deformazioni permanenti in terreni scadenti come ad esempio quelli presenti nel settore di largo dei Trecento. A tale condizione, in fase di esecuzione, si può ovviare prevedendo una adeguata bonifica dello strato di sottofondazione in proporzione all'entità della problematica progettuale (formazione di uno strato di misto granulometrico ad impasto grossolano);

- Bisogna tenere conto di situazioni locali di disequilibrio dovute a fenomeni di facile erodibilità e trasporto della frazione sottile ad opera delle acque di filtrazione in substrato, con deformazioni (assestamento) del piano di posa e scadimento dei parametri fisico-meccanici dei terreni.

- Tenere presente ai fini della progettazione che la condotta fognaria, nel tratto di "Largo dei Trecento", sarà in falda con possibili escursioni stagionali della stessa; inoltre, nelle fasce a ridosso della linea di costa, la condotta sarà a contatto con acque salmastre.

- Per quanto concerne la stabilità delle pareti di scavo della trincea, dal rapporto tra le altezze critiche di scavo definite attraverso il metodo di Taylor e quelle di progetto, si ottiene un fattore di sicurezza  $F_s < 1$  che consiglia di considerare opere di sbadacchiatura a protezione delle pareti di scavo lungo l'intero tratto di progetto. Si ritiene inoltre, limitatamente al tratto con la maggiore profondità di scavo della trincea ( nel tratto di S.S. 18 subito dopo l'Ospedale fino al bivio di via san Marco), considerare l'eventualità di adottare anche opere di presidio a sostegno del versante che degrada a mare .

- Nel settore delle vasche IS, in riferimento ad una loro eventuale modifica e/o nuova realizzazione, si dovrà tener conto della presenza del livello inconsistente intercettato a profondità tra m. 5,40 e m. 9,0 (vedi DPSH 1).

- Per quanto concerne la categoria di sottosuolo da adottare nelle verifiche sismiche lungo le aree interessate dal tracciato, sulla base dei risultati delle prove in situ eseguite e attraverso opportune correlazioni con dati di indagini pregresse, si è definito:

- tratto tra l'Ospedale e Santa Croce, sottosuolo compatibile con la categoria A
- tratto tra Santa Croce ed il bivio di via Kennedy sottosuolo compatibile con la categoria B
- tratto tra via Kennedy e largo dei Trecento (zona Vasche IS), sottosuolo compatibile con la categoria C.

- Per quanto concerne le caratteristiche geotecniche dei terreni interessati dagli scavi della trincea si rimanda al paragrafo 8) "Modellazione litostratigrafica e parametri geotecnici".

Tanto si doveva in espletamento alle specifiche d'incarico ricevuto, restando tuttavia a disposizione del Progettista e DL per eventuali chiarimenti e/o problematiche di specifica competenza anche in corso d'opera.

Sapri 03/07/2023

Il Geologo  
Dott. Francesco Mileo



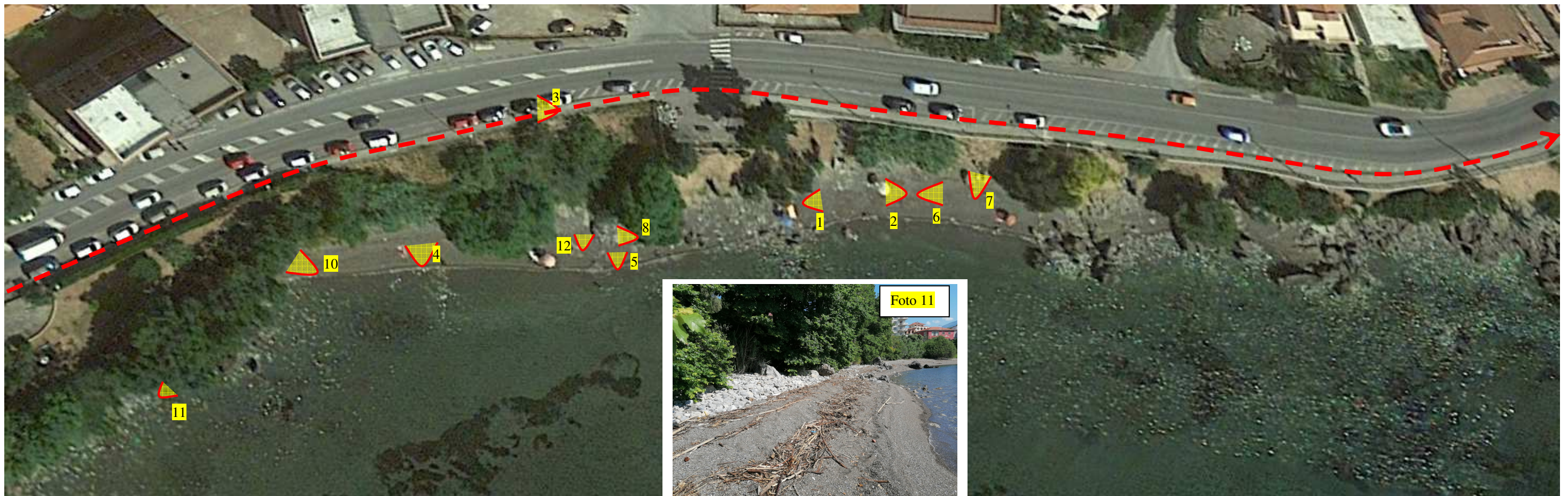


# **ALLEGATO 1**

## **DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA DEI LUOGHI INTERESSATI DAL PROGETTO**



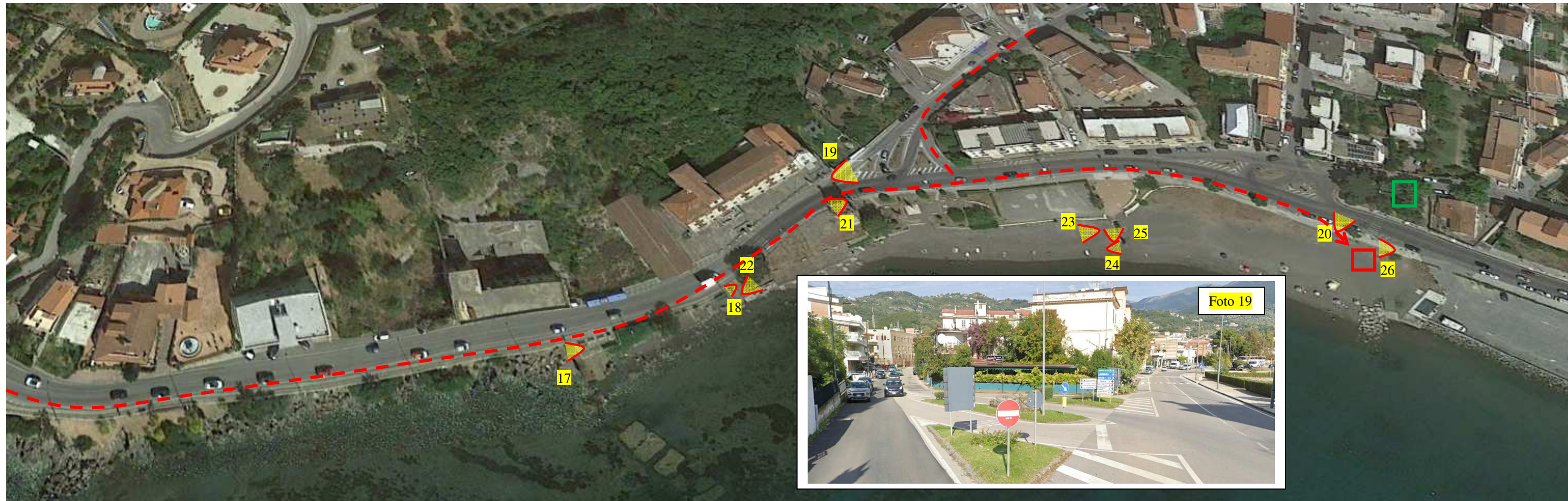
Documentazione fotografica dei luoghi con ubicazione con ottici











  Vasca di immissione IS San Francesco esistente con pompaggio reflui al depuratore  
  Vasca esistente I.S. ex Agip





# **ALLEGATO 2**

## **PROVE IN SITU (Ditta INGEO S.a.s.):**

- n.3 Prospezioni sismiche a rifrazione**
- n. 2 Prove penetrometriche dinamiche continue DPSH**





INGEO sas - via Roma 48/c - 85033 Episcopia (PZ) - Italy  
P.IVA e C.F. : 01927240760 - tel.:(+39) 0973655058  
www.ingeoprospezioni.it - info@ingeoprospezioni.it

# ***REGIONE CAMPANIA***

## **COMUNE DI SAPRI**

**SALERNO**

---

---

**OGGETTO: PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO  
"COMPLETAMENTO ED ADEGUAMENTO DELLA RETE FOGNARIA ACQUE  
NERE E BIANCHE NEL CENTRO URBANO - STRALCIO 8° LOTTO"  
CUP F52G18000000002 - CIG: ZEB3A9ABDA**

**Committente: Geol. Francesco Mileo**

**PROSPEZIONI GEOFISICHE:**

**SISMICA A RIFRAZIONE**

**PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE  
CONTINUE DPSH**

 **INGEO sas**  
Società di servizi

(DOTT. NICOLA DONADIO)

## Sommario

P R E M E S S A.....	3
A) PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE IN ONDA P.....	3
B) PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE.....	12

## **P R E M E S S A**

Nell'ambito delle indagini geognostiche del progetto di completamento ed adeguamento della rete fognaria acque nere e bianche nel centro urbano di Sapri (SA), sono state eseguite delle indagini geognostiche. In particolare sono state realizzate tre tomografie sismica in onda P elaborate in modalità tomografica e due prove penetrometriche dinamiche continue (DPSH).

Costituiscono parte integrante del presente rapporto i seguenti elaborati: le Sezioni sismostratigrafica del modello inverso e le elaborazioni delle Prove DPSH, stralci planimetrici con l'ubicazione delle indagini.

### **A) PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE IN ONDA P**

Il metodo della sismica a rifrazione è basato sulla misura del tempo necessario affinché la perturbazione elastica, indotta nel sottosuolo da una determinata sorgente di energia, giunga agli apparecchi di ricezione (geofoni) percorrendo lo strato superficiale a bassa velocità (con onde dirette) e le superfici di strati a velocità crescente con la profondità (onde rifratte).

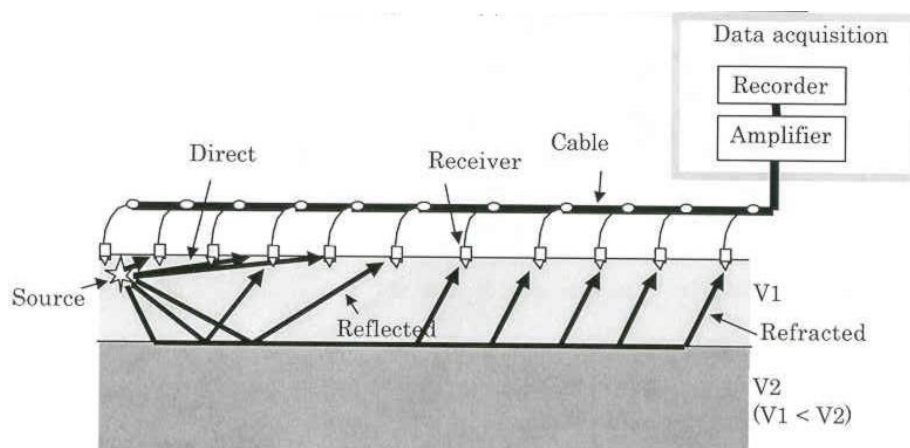


fig. 1 - Principio fisico della Sismica a Rifrazione

L'apparecchiatura necessaria per le prospezioni sismiche è costituita da una serie di geofoni (24) spazati regolarmente lungo un determinato allineamento e da un cronografo che registra l'istante di partenza della perturbazione ed i tempi di arrivo delle onde a ciascun geofono. La registrazione, sia del momento della battuta sia del segnale amplificato da ciascun geofono, avviene simultaneamente su un unico diagramma.

Gli stendimenti, di cui alla premessa, sono stati realizzati mediante l'utilizzo di geofoni Sensor Geospace con frequenza di 4,5 Hz e distorsione del 0.05%, testati ad febbraio 2020.

Per tale lavoro è stata utilizzato un sismografo **DAQLink III** della Seismic Source, composta da una unità di acquisizione a 24 canali con un convertitore sigma delta ad alta velocità a 24 Bit, dotata di memoria per la cumulabilità degli impulsi. Mentre i geofoni verticali impiegati hanno una frequenza propria di 4,5 Hz ad interasse di 3 m

#### ANALISI DELLE PROSPEZIONI

I valori dei tempi di percorso delle onde sismiche misurati in fase di acquisizione dati, unitamente con la distanza dei geofoni sono stati elaborati con il software **RAYFRACT** della Intelligent Resources Inc. Il software consente la ricostruzione delle geometrie dei rifrattori con la sismica a rifrazione tradizionale. Tali tecniche consistono in due metodi, quello dell'inversione Delta t-v mediante la quale si ottengono dei profili 1D, e il metodo dell'inversione 2D con la tecnica Smooth Inversion, mediante la quale si ottimizzano i

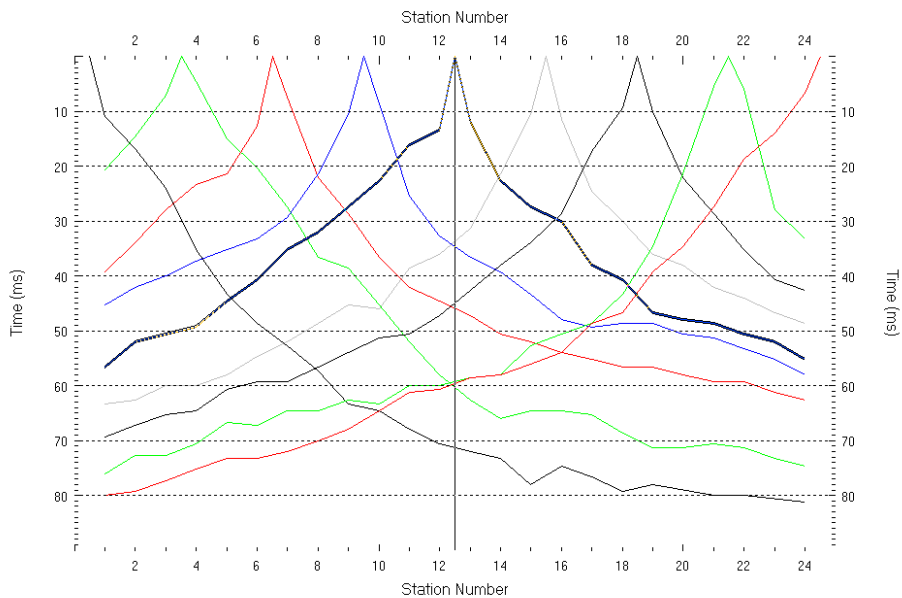




modelli di velocità del modello delta t-v, successivamente sono state esportate le risultanze della sismosezione mediante il software Surfer v12, con il quale è stato eseguito il contouring del modello di velocità.

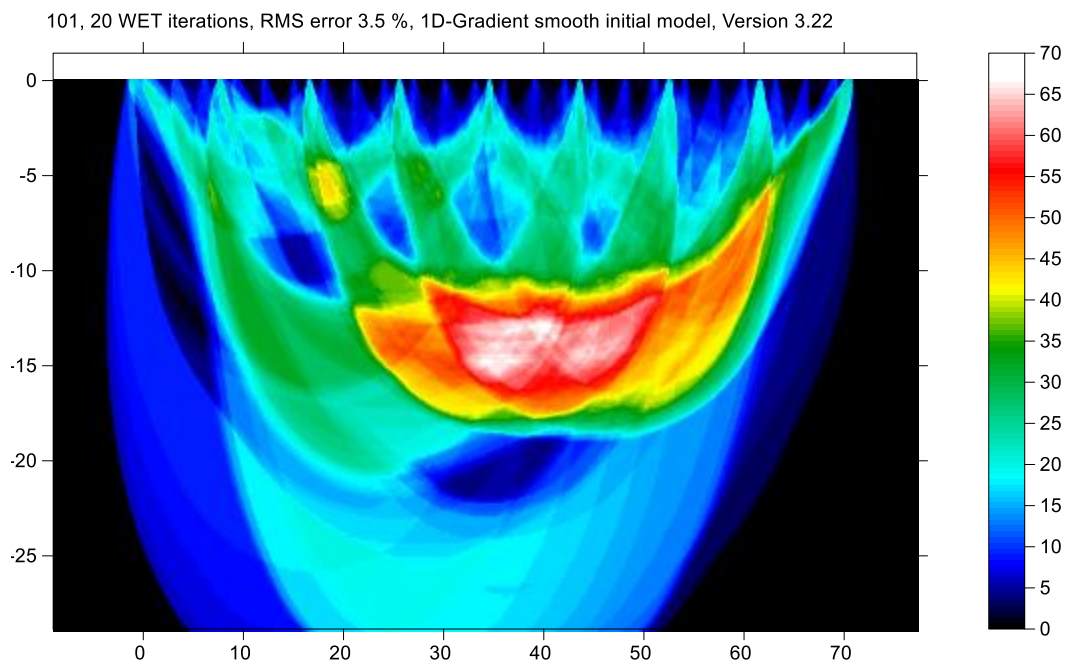
**RAYFRACT** della Intelligent Resources Inc. Il software consente la ricostruzione delle geometrie dei rifrattori con la sismica a rifrazione tradizionale. Tali tecniche consistono in due metodi, quello dell'inversione Delta t-v mediante la quale si ottengono dei profili 1D, e il metodo dell'inversione 2D con la tecnica Smooth Inversion, mediante la quale si ottimizzano i modelli di velocità del modello delta t-v, successivamente sono state esportate le risultanze della sismosezione mediante il software Surfer v12, con il quale è stato eseguito il contouring del modello di velocità.

**STENDIMENTO N.1  
MULTICHANNEL ANALYSIS OF SURFACE WAVES (MASW)  
SISMOGRAMMA**



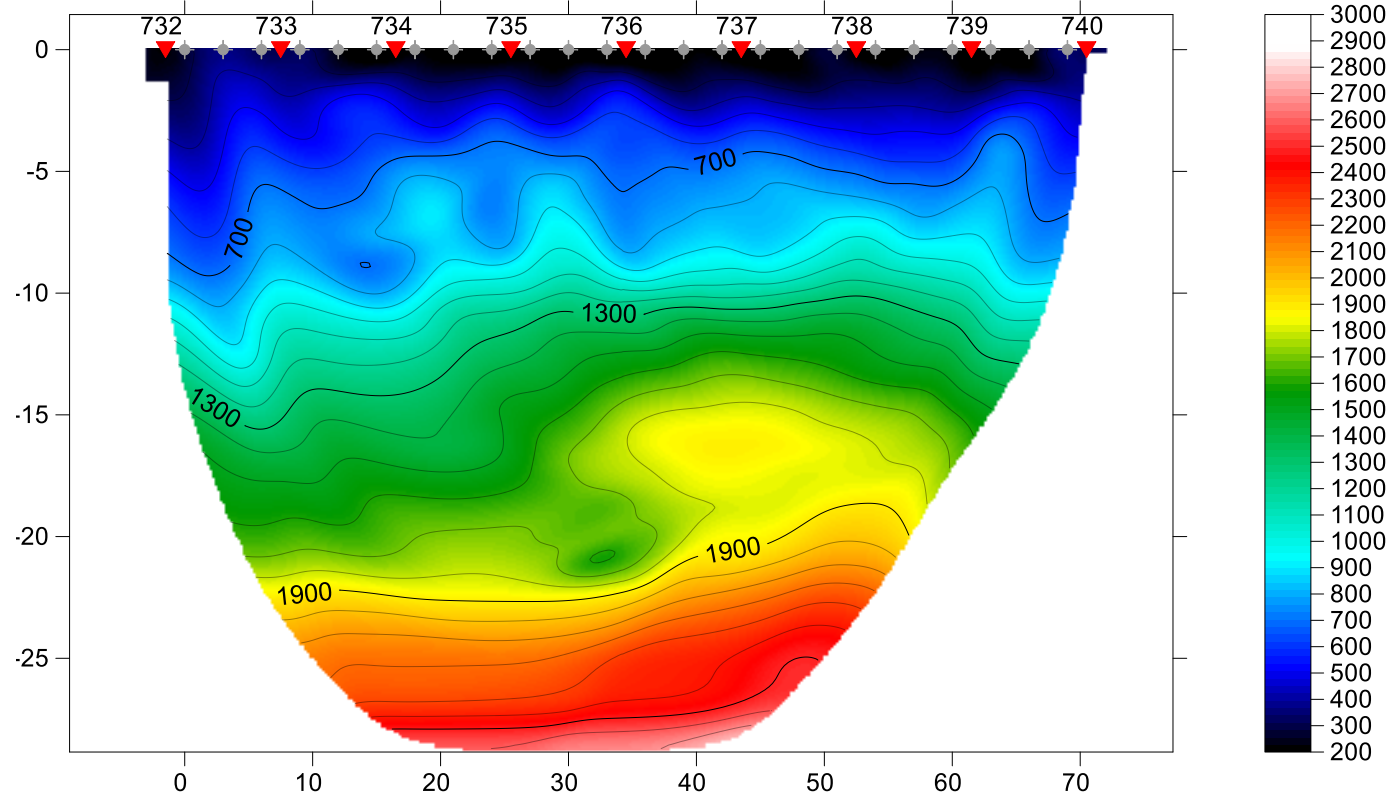
© Software: Rayfract ver. 3.22

**COPERTURA DEI RAGGI SISMICI DELLA SEZIONE TOMOGRAFICA**



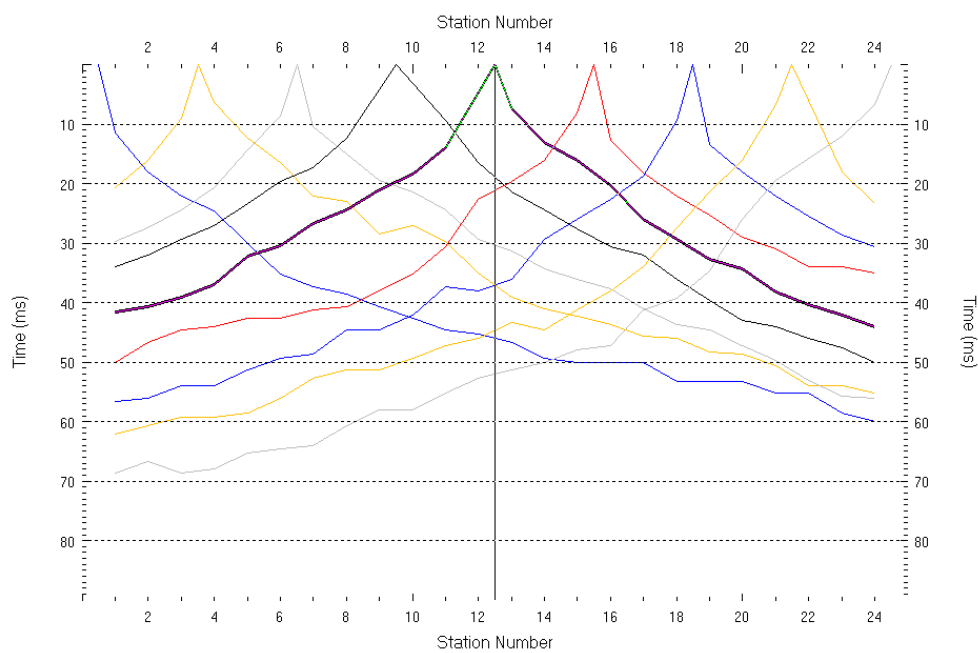
**STENDIMENTO N.1**  
**SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA**  
**ONDA P**

101, 20 WET iterations, RMS error 3.5 %, 1D-Gradient smooth initial model, Version 3.22



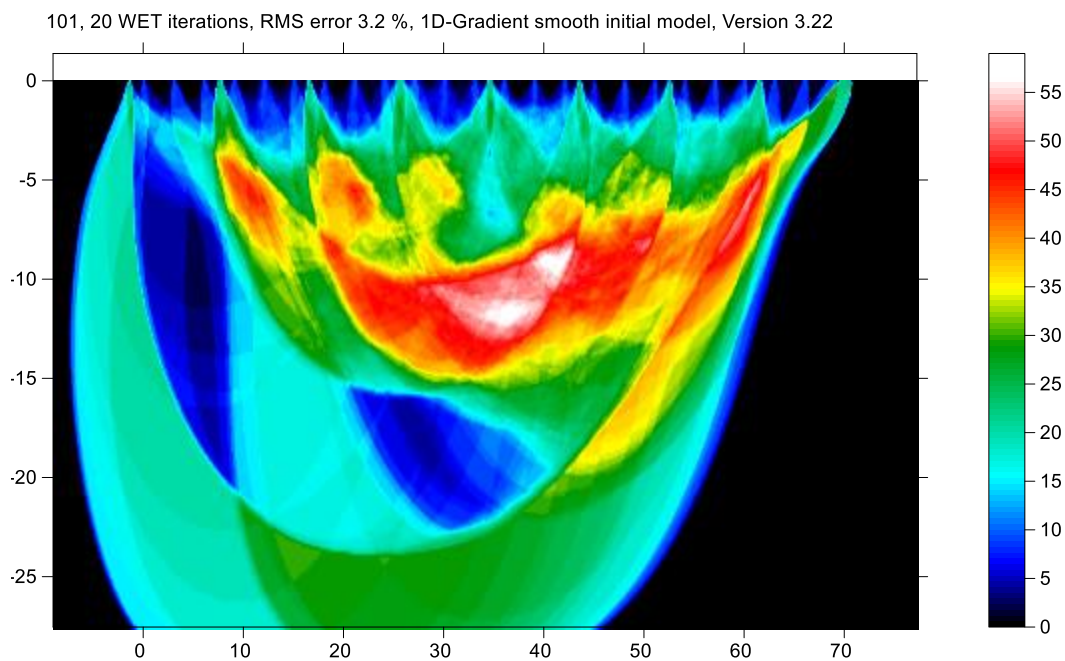
® Software: Rayfract ver. 3.22

**STENDIMENTO N.2**  
**MULTICHANNEL ANALYSIS OF SURFACE WAVES (MASW)**  
**SISMOGRAMMA**



© Software: Rayfract ver. 3.22

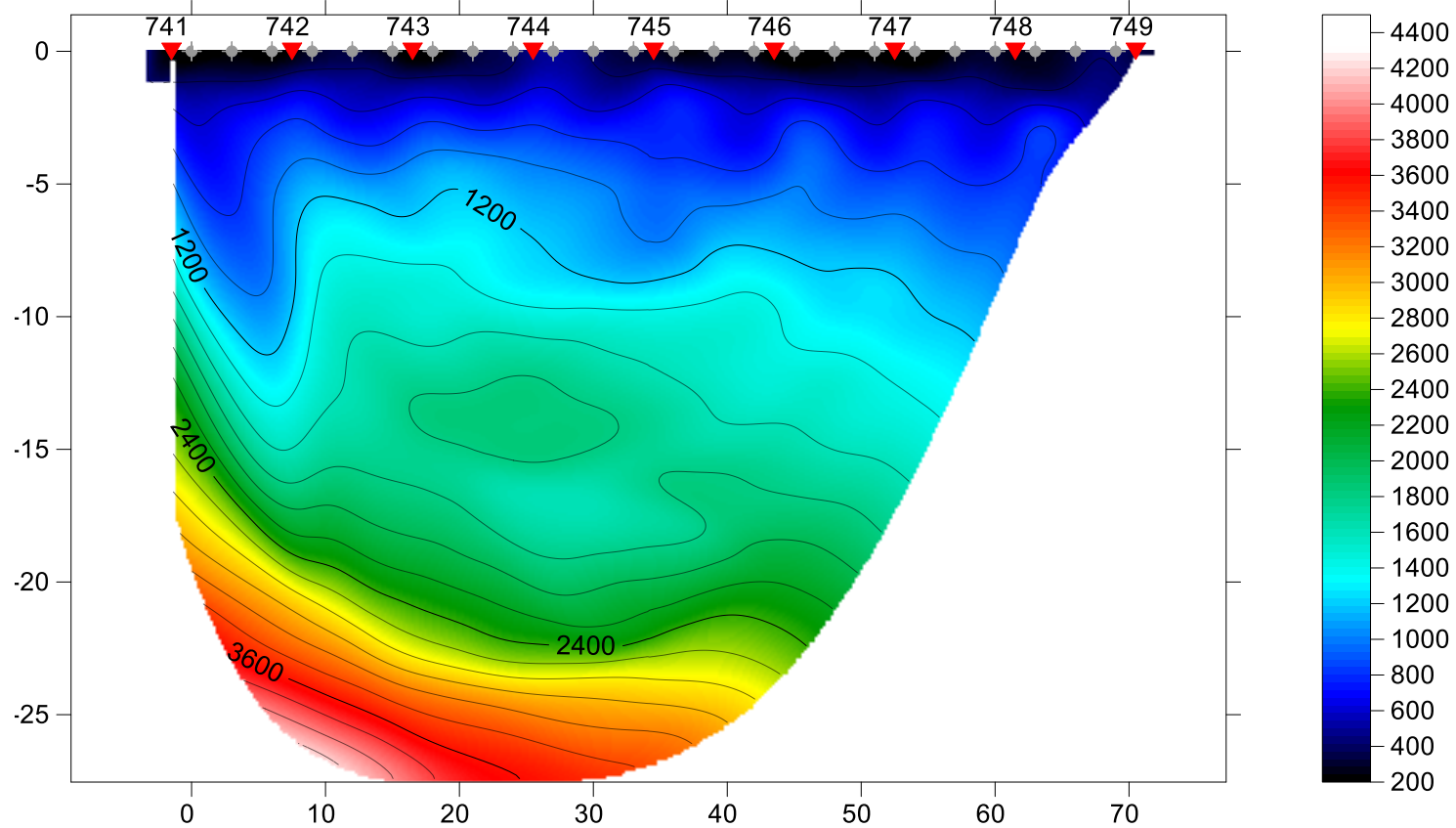
**COPERTURA DEI RAGGI SISMICI DELLA SEZIONE TOMOGRAFICA**





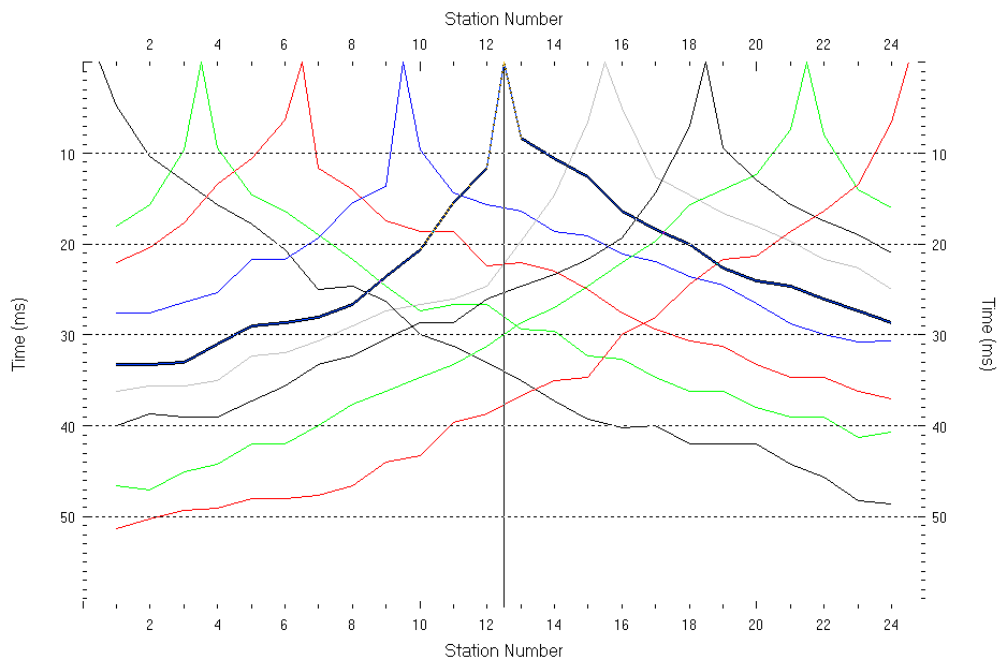
**STENDIMENTO N.2**  
**SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA**  
**ONDA P**

101, 20 WET iterations, RMS error 3.2 %, 1D-Gradient smooth initial model, Version 3.22



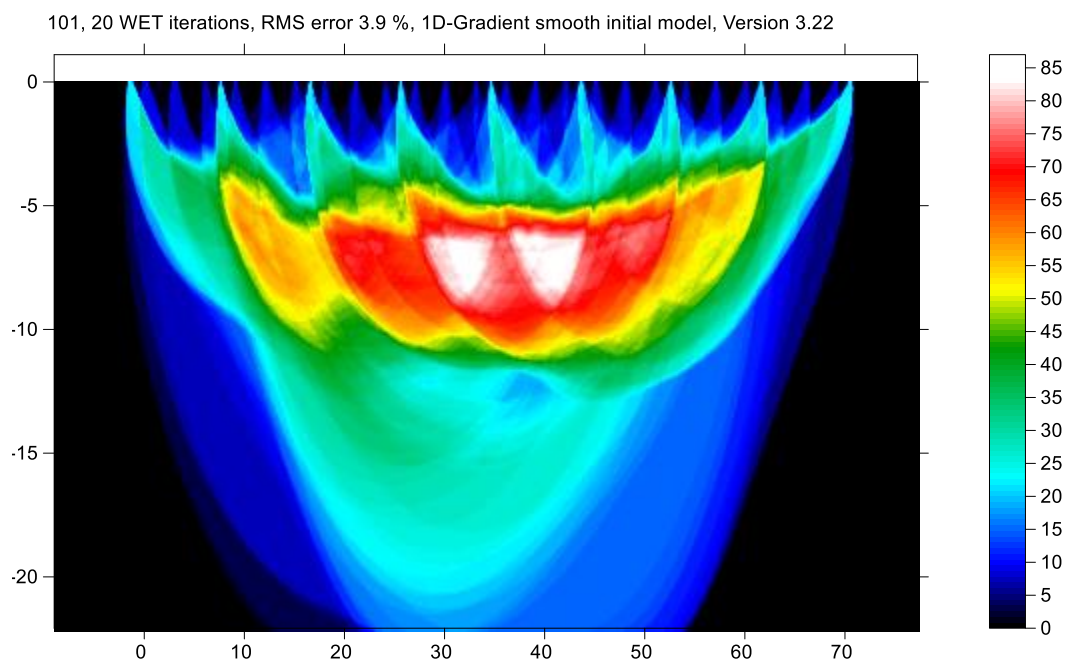
® Software: Rayfract ver. 3.22

**STENDIMENTO N.3**  
**MULTICHANNEL ANALYSIS OF SURFACE WAVES (MASW)**  
**SISMOGRAMMA**



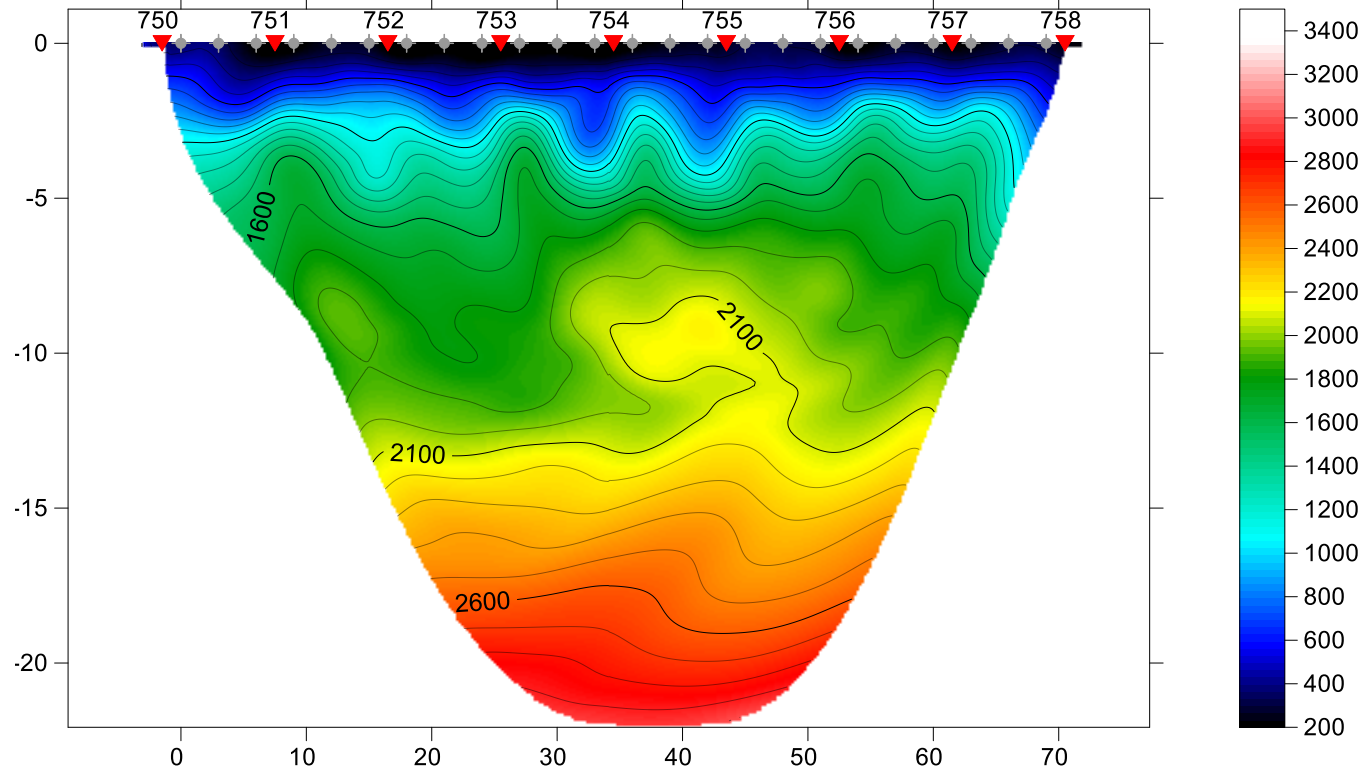
© Software: Rayfract ver. 3.22

**COPERTURA DEI RAGGI SISMICI DELLA SEZIONE TOMOGRAFICA**



**STENDIMENTO N.3**  
**SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA**  
**ONDA P**

101, 20 WET iterations, RMS error 3.9 %, 1D-Gradient smooth initial model, Version 3.22



® Software: Rayfract ver. 3.22

## PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE *(Standard Cone Penetration Test)*

### NOTE ILLUSTRATIVE - DIVERSE TIPOLOGIE DI PENETROMETRI DINAMICI

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

*La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di “catalogare e parametrizzare” il suolo attraversato con un’immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.*

*La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii e la consistenza in generale del terreno.*

*L’utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.*

*Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:*

- **peso massa battente M**
- altezza libera caduta H
- punta conica: diametro base cono D, area base A (angolo di apertura  $\alpha$ )
- avanzamento (penetrazione)  $\delta$
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici).



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

Tipo	Sigla di riferimento	Peso della massa $M$ (kg)	Prof.max indagine battente (m)
Leggero	DPL (Light)	$M < 10$	8
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	20-25
Pesante	DPH (Heavy)	$40 < M < 60$	25
<b>Super pesante (Super Heavy)</b>	<b>DPSH (Super Heavy)</b>	<b><math>M &gt; 60</math></b>	<b>&gt;25</b>

### CORRELAZIONE CON NSPT

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi  $N_{spt}$  ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con  $N_{spt}$ . Il passaggio viene dato da:

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

Dove:

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

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

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

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

in cui

$M$  = peso massa battente;

$M'$  = peso aste;

$H$  = altezza di caduta;

$A$  = area base punta conica;

$\delta$  = passo di avanzamento.

### VALUTAZIONE RESISTENZA DINAMICA ALLA PUNTA RPD

Formula Olandesi

$$R_{pd} = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

Rpd = resistenza dinamica punta (area A);  
e = infissione media per colpo ( $\delta/N$ );  
M = peso massa battente (altezza caduta H);  
P = peso totale aste e sistema battuta.

### **METODOLOGIA DI ELABORAZIONE**

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della *GeoStru Software*, calcolando il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini 1983 - Meyerhof 1956 - Desai 1968 - Borowczyk-

Frankowsky 1981, etc. Permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.

### **VALUTAZIONI STATISTICHE E CORRELAZIONI**

#### ***Elaborazione Statistica***

Permette l'elaborazione statistica dei dati numerici di Dynamic Probing, utilizzando nel calcolo dei valori rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato (dato comunque maggiormente utilizzato); i valori possibili in immissione sono :

#### ***Media***

Media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### ***Media minima***

Valore statistico inferiore alla media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### ***Massimo***

Valore massimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### ***Minimo***

Valore minimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### ***Scarto quadratico medio***

Valore statistico di scarto dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### ***Media deviata***

Valore statistico di media deviata dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### ***Media + s***

Media + scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### ***Media - s***

Media - scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

### **PRESSIONE AMMISSIBILE**

Pressione ammissibile specifica sull'interstrato (con effetto di riduzione energia per svergolamento aste o no) calcolata secondo le note elaborazioni proposte da Herminier, applicando un coefficiente di sicurezza (generalmente = 20-22) che corrisponde ad un coefficiente di sicurezza standard delle

fondazioni pari a 4, con una geometria fondale standard di larghezza pari a 1 mt. ed immersione  $d = 1$  mt..

$$N_{spt\ corretto} = 15 + 0.5 \times (N_{spt} - 15)$$

### **CORRELAZIONI GEOTECNICHE TERRENI INCOERENTI**

#### **Correzione $N_{spt}$ in presenza di falda**

$N_{spt}$  è il valore medio nello strato

La correzione viene applicata in presenza di falda solo se il numero di colpi è maggiore di 15 (la correzione viene eseguita se tutto lo strato è in falda) .

Permette di calcolare utilizzando dati  $N_{spt}$  il potenziale di liquefazione dei suoli (prevalentemente

#### **Liquefazione**

sabbiosi). Attraverso la relazione di *SHI-MING (1982)*, applicabile a terreni sabbiosi, la liquefazione risulta possibile solamente se  $N_{spt}$  dello strato considerato risulta inferiore a  $N_{spt}$  critico calcolato con l'elaborazione di *SHI-MING*.

- Meyerhof (1956) Correlazione valida per terreni argillosi ed argillosi-marnosi fessurati e terreni

#### **Angolo di Attrito**

di riporto sciolti da modifica sperimentale di dati.

- Owasaki & Iwasaki Valido per sabbie - sabbie medie e grossolane-ghiaiose (cond. ottimali per prof. > 8 m sopra falda e > 15 m per terreni in falda)  $s > 15$  t/mq.

#### **Densità relativa (%)**

- Skempton (1986) elaborazione valida per limi e sabbie e sabbie da fini a grossolane NC a qualunque pressione efficace, per ghiaie il valore di  $D_r$  % viene sovrastimato, per limi sottostimato.

#### **Modulo Di Young ( $E_y$ )**

- Schmertmann (1978), correlazione valida per vari tipi litologici .
- Bowles (1982), correlazione valida per sabbia argillosa, sabbia limosa, limo sabbioso, sabbia media, sabbia e ghiaia.

#### **Modulo Edometrico**

- Menzenbach e Malcev valida per sabbia fine, sabbia ghiaiosa e sabbia e ghiaia.

#### **Stato di consistenza**

- Classificazione A.G.I. 1977

#### **Peso di Volume $\gamma$**

- Meyerhof ed altri, valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

#### **Peso di volume $\gamma_{sat}$**

- Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948-1967. Correlazione valida per peso specifico del materiale pari a circa  $\gamma = 2,65$  t/mc e per peso di volume secco variabile da 1,33 (Nspt = 0) a 1,99 (Nspt = 95)

#### ***Modulo di poisson***

- Classificazione A.G.I.

#### ***Potenziale di liquefazione (Stress Ratio)***

- Seed-Idriss 1978-1981 . Tale correlazione è valida solamente per sabbie, ghiaie e limi sabbiosi, rappresenta il rapporto tra lo sforzo dinamico medio e la tensione verticale di consolidazione per la valutazione del potenziale di liquefazione delle sabbie e terreni sabbio-ghiaiosi attraverso grafici degli autori.

#### ***Modulo di deformazione di taglio (G)***

- Ohsaki & Iwasaki – elaborazione valida per sabbie con fine plastico e sabbie pulite

#### ***Modulo di reazione (K<sub>0</sub>)***

- Navfac 1971-1982 - elaborazione valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

#### ***Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Q<sub>c</sub>)***

- Robertson 1983 Q<sub>c</sub>



## PROVA PENETROMETRICA

<b>Committente:</b>	<b>COMUNE DI SAPRI (SA)</b>
<b>Riferimento:</b>	<b>Geol. Francesco Mileo</b>
<b>Località:</b>	<b>Sapri (SA)</b>

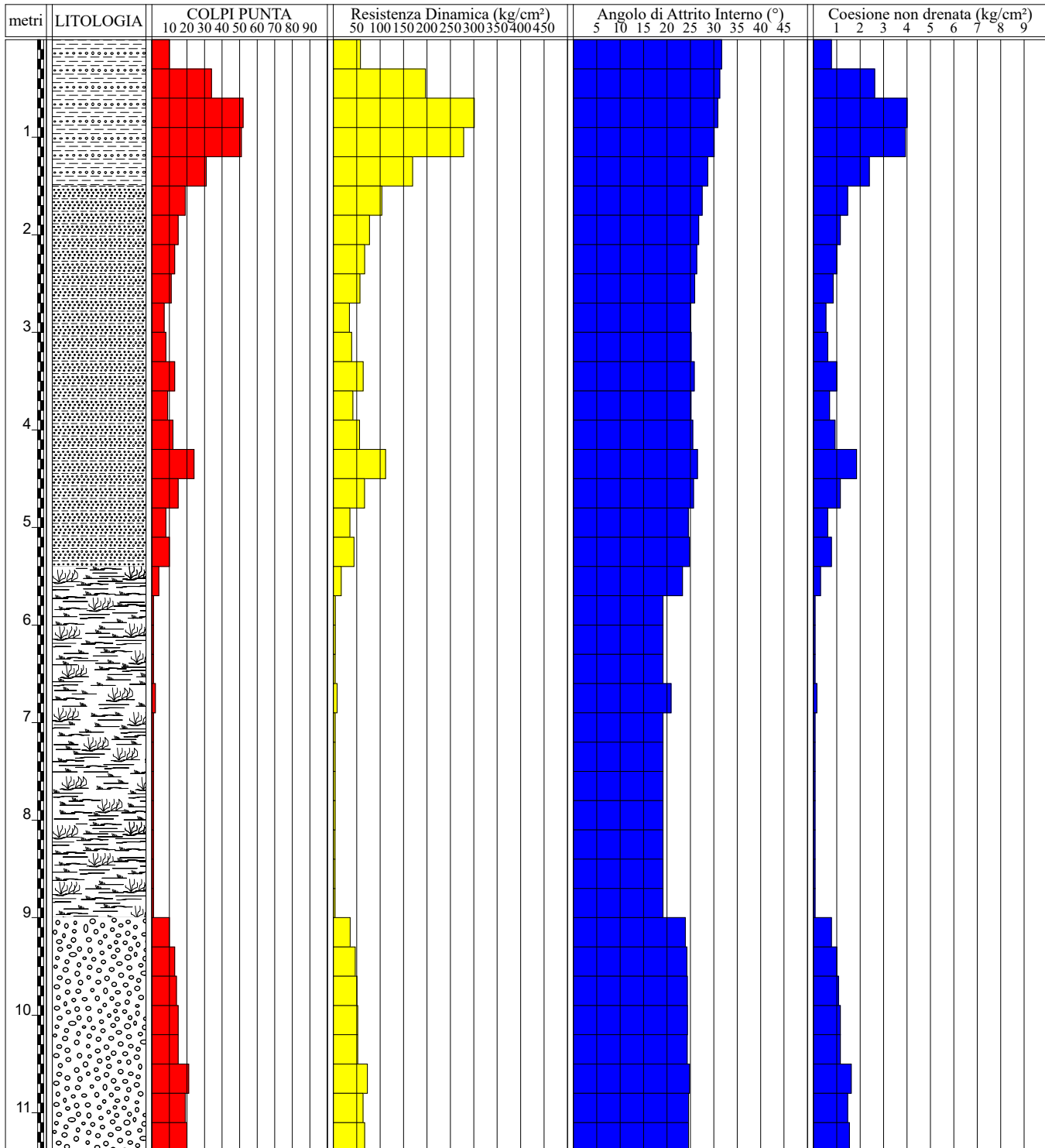
<b>Modello Penetrometro:</b>	<b>DEEP DRILL 73/200</b>
<b>Normativa:</b>	<b>DIN 4094</b>
<b>Peso massa battente (kg):</b>	<b>73.000</b>
<b>Peso accessori (kg):</b>	<b>35.000</b>
<b>Peso di ogni asta (kg):</b>	<b>7.000</b>
<b>Lunghezza aste (cm):</b>	<b>90</b>
<b>Area della punta (cm<sup>2</sup>):</b>	<b>20.00</b>
<b>Angolo di apertura della punta (°):</b>	<b>60</b>
<b>Altezza di caduta (cm):</b>	<b>75</b>
<b>Intervallo di penetrazione (cm):</b>	<b>30</b>
<b>Coefficiente di sicurezza:</b>	<b>1.00</b>
<b>Coefficiente di correlazione:</b>	<b>1.15</b>

Committente: COMUNE DI SAPRI (SA)	Prova n°: 1
Riferimento: Geol. Francesco Mileo	Data prova: 06/06/2023
Località: Sapri (SA)	Quota: 5.2 m
Attrezzatura: DEEP DRILL 73/200	Coord.: Lat. 40.074327° Log. 15.622973°

SCALA 1 :60

**PROVA PENETROMETRICA - 1**

Pagina 1/3



Committente: COMUNE DI SAPRI (SA)	Prova n°: 1
Riferimento: Geol. Francesco Mileo	Data prova: 06/06/2023
Località: Sapri (SA)	Quota: 5.2 m
Attrezzatura: DEEP DRILL 73/200	Coord.: Lat. 40.074327° Log. 15.622973°

### PROVA PENETROMETRICA - 1

Pagina 2/3

n°	Profondità m	Colpi punta	Nspt equivalente	Resist. dinam. kg/cm <sup>2</sup>	Carico ammiss. kg/cm <sup>2</sup>	Angolo a.i. °	Dens. relativa %	Modulo edom. kg/cm <sup>2</sup>	Coesione n.d. kg/cm <sup>2</sup>
1	0.30	10	12	57.924	57.924	31.7	83.44	82	0.771
2	0.60	34	39	196.941	196.941	31.3	148.16	278	2.620
3	0.90	52	60	301.204	301.204	30.9	176.92	425	4.007
4	1.20	51	59	278.462	278.462	30.1	169.57	416	3.930
5	1.50	31	36	169.261	169.261	28.7	128.21	253	2.389
6	1.80	19	22	103.741	103.741	27.5	97.51	155	1.464
7	2.10	15	17	77.456	77.456	26.8	84.30	122	1.156
8	2.40	13	15	67.129	67.129	26.4	77.33	106	1.002
9	2.70	11	13	56.801	56.801	25.9	70.28	90	0.848
10	3.00	7	8	34.286	34.286	25.1	55.40	57	0.539
11	3.30	8	9	39.184	39.184	25.2	58.55	65	0.616
12	3.60	13	15	63.674	63.674	25.8	73.80	106	1.002
13	3.90	9	10	41.924	41.924	25.1	60.73	73	0.693
14	4.20	12	14	55.899	55.899	25.5	69.37	98	0.925
15	4.50	24	28	111.797	111.797	26.5	97.08	196	1.849
16	4.80	15	17	66.613	66.613	25.7	75.96	122	1.156
17	5.10	8	9	35.527	35.527	24.5	54.91	65	0.616
18	5.40	10	12	44.408	44.408	24.8	60.79	82	0.771
19	5.70	4	5	16.971	16.971	23.3	38.07	33	0.308
20	6.00	1	1	4.243	4.243	19.2	18.86	8	0.077
21	6.30	1	1	4.243	4.243	19.2	18.68	8	0.077
22	6.60	1	1	4.062	4.062	19.2	18.51	8	0.077
23	6.90	2	2	8.123	8.123	20.9	25.94	16	0.154
24	7.20	1	1	4.062	4.062	19.2	18.18	8	0.077
25	7.50	1	1	3.895	3.895	19.2	18.02	8	0.077
26	7.80	1	1	3.895	3.895	19.2	17.87	8	0.077
27	8.10	1	1	3.895	3.895	19.2	17.72	8	0.077
28	8.40	1	1	3.742	3.742	19.2	17.57	8	0.077
29	8.70	1	1	3.742	3.742	19.2	17.43	8	0.077
30	9.00	1	1	3.742	3.742	19.2	17.29	8	0.077

Committente: COMUNE DI SAPRI (SA)		Prova n°: 1
Riferimento: Geol. Francesco Mileo		Data prova: 06/06/2023
Località: Sapri (SA)		Quota: 5.2 m
Attrezzatura: DEEP DRILL 73/200		Coord.: Lat. 40.074327° Log. 15.622973°

### PROVA PENETROMETRICA - 1

Pagina 3/3

n°	Profondità m	Colpi punta	Nspt equivalente	Resist. dinam. kg/cm <sup>2</sup>	Carico ammiss. kg/cm <sup>2</sup>	Angolo a.i. °	Dens. relativa %	Modulo edom. kg/cm <sup>2</sup>	Coesione n.d. kg/cm <sup>2</sup>
31	9.30	10	12	36.007	36.007	23.9	54.22	82	0.771
32	9.60	13	15	46.809	46.809	24.3	61.29	106	1.002
33	9.90	14	16	50.409	50.409	24.3	63.07	114	1.079
34	10.20	15	17	52.041	52.041	24.4	64.74	122	1.156
35	10.50	15	17	52.041	52.041	24.3	64.21	122	1.156
36	10.80	21	24	72.857	72.857	24.8	75.37	171	1.618
37	11.10	19	22	63.600	63.600	24.6	71.12	155	1.464
38	11.40	20	23	66.947	66.947	24.6	72.40	163	1.541



Committente: COMUNE DI SAPRI (SA)	Prova n°: 1
Riferimento: Geol. Francesco Mileo	Data prova: 06/06/2023
Località: Sapri (SA)	Quota: 5.2 m
Attrezzatura: DEEP DRILL 73/200	Coord.: Lat. 40.074327° Log. 15.622973°

### PARAMETRI CARATTERISTICI - ANALISI STATISTICA

Allegato

<b>UNITA' LITOLOGICA 1    Profondità da m 0.00 a m 1.50    -    Spessore m 1.50</b>							
Materiale a comportamento prevalentemente granulare							
Peso di volume (g/cm³): 1.90							
	Dati	Media	Minimo	Massimo	Deviazione standard	Valore caratt. Grandi volumi	Valore caratt. Piccoli volumi
Colpi	5	36	10	52	15.40	21.21	6.23
Nspt	5	40.94	11.50	59.80	17.71	24.40	7.17
[1] Angolo attrito interno (°)	5	30.5	28.7	31.7	1.0	29.6	28.6
[2] Densità relativa (%)	5	141.26	10.00	176.92	33.57	109.89	77.23
[3] Modulo edometrico (kg/cm²)	5	290.80	82.00	425.00	125.60	173.44	51.24
[4] Coesione non dren. (kg/cm²)	5	2.74	0.77	4.01	1.19	1.63	0.48

Formule utilizzate: [1] Malcev - [2] Gibbs e Holtz (Terzaghi) - [3] Farrent - [4] Terzaghi e Peck

<b>UNITA' LITOLOGICA 2    Profondità da m 1.50 a m 5.40    -    Spessore m 3.90</b>							
Materiale a comportamento prevalentemente granulare							
Peso di volume (g/cm³): 1.90							
	Dati	Media	Minimo	Massimo	Deviazione standard	Valore caratt. Grandi volumi	Valore caratt. Piccoli volumi
Colpi	13	13	7	24	4.63	10.36	4.77
Nspt	13	14.51	8.05	27.60	5.33	11.91	5.48
[1] Angolo attrito interno (°)	13	25.8	24.5	27.5	0.8	25.4	24.4
[2] Densità relativa (%)	13	72.00	10.00	97.51	13.84	65.25	48.56
[3] Modulo edometrico (kg/cm²)	13	102.85	57.00	196.00	37.86	84.39	38.71
[4] Coesione non dren. (kg/cm²)	13	0.97	0.54	1.85	0.36	0.80	0.37

Formule utilizzate: [1] Malcev - [2] Gibbs e Holtz (Terzaghi) - [3] Farrent - [4] Terzaghi e Peck

<b>UNITA' LITOLOGICA 3    Profondità da m 5.40 a m 9.00    -    Spessore m 3.60</b>							
Materiale a comportamento prevalentemente granulare							
Peso di volume (g/cm³): 1.90							
	Dati	Media	Minimo	Massimo	Deviazione standard	Valore caratt. Grandi volumi	Valore caratt. Piccoli volumi
Colpi	12	1	1	4	0.85	0.90	-0.11
Nspt	12	1.53	1.15	4.60	0.98	1.03	-0.13
[1] Angolo attrito interno (°)	12	19.6	19.2	23.3	1.2	19.0	17.6
[2] Densità relativa (%)	12	20.34	10.00	38.07	5.79	17.39	10.51
[3] Modulo edometrico (kg/cm²)	12	10.75	8.00	33.00	7.06	7.15	-1.24
[4] Coesione non dren. (kg/cm²)	12	0.10	0.08	0.31	0.07	0.07	-0.01

Formule utilizzate: [1] Road Bridge Specification - [2] Gibbs e Holtz (Terzaghi) - [3] Farrent - [4] Terzaghi e Peck

<b>UNITA' LITOLOGICA 4    Profondità da m 9.00 a m 11.40    -    Spessore m 2.40</b>							
Materiale a comportamento prevalentemente granulare							
Peso di volume (g/cm³): 2.00							
	Dati	Media	Minimo	Massimo	Deviazione standard	Valore caratt. Grandi volumi	Valore caratt. Piccoli volumi
Colpi	8	16	10	21	3.55	13.56	9.70
Nspt	8	18.26	11.50	24.15	4.08	15.59	11.15
[1] Angolo attrito interno (°)	8	24.4	23.9	24.8	0.3	24.2	24.0
[2] Densità relativa (%)	8	65.80	10.00	75.37	6.41	61.62	54.64
[3] Modulo edometrico (kg/cm²)	8	129.38	82.00	171.00	28.84	110.55	79.18
[4] Coesione non dren. (kg/cm²)	8	1.22	0.77	1.62	0.27	1.04	0.75

Formule utilizzate: [1] Malcev - [2] Gibbs e Holtz (Terzaghi) - [3] Farrent - [4] Terzaghi e Peck

## PROVA PENETROMETRICA

<b>Committente:</b>	<b>COMUNE DI SAPRI (SA)</b>
<b>Riferimento:</b>	<b>Geol. Francesco Mileo</b>
<b>Località:</b>	<b>Sapri (SA)</b>

<b>Modello Penetrometro:</b>	<b>DEEP DRILL 73/200</b>
<b>Normativa:</b>	<b>DIN 4094</b>
<b>Peso massa battente (kg):</b>	<b>73.000</b>
<b>Peso accessori (kg):</b>	<b>35.000</b>
<b>Peso di ogni asta (kg):</b>	<b>7.000</b>
<b>Lunghezza aste (cm):</b>	<b>90</b>
<b>Area della punta (cm<sup>2</sup>):</b>	<b>20.00</b>
<b>Angolo di apertura della punta (°):</b>	<b>60</b>
<b>Altezza di caduta (cm):</b>	<b>75</b>
<b>Intervallo di penetrazione (cm):</b>	<b>30</b>
<b>Coefficiente di sicurezza:</b>	<b>1.00</b>
<b>Coefficiente di correlazione:</b>	<b>1.15</b>



Committente: COMUNE DI SAPRI (SA)		Prova n°: 2
Riferimento: Geol. Francesco Mileo		Data prova: 06/06/2023
Località: Sapri (SA)		Quota: 12.6 m
Attrezzatura: DEEP DRILL 73/200		Coord.: Lat. 40.0688° Log. 15.619220°

### PROVA PENETROMETRICA - 2

Pagina 2/2

n°	Profondità m	Colpi punta	Nspt equivalente	Resist. dinam. kg/cm <sup>2</sup>	Carico ammiss. kg/cm <sup>2</sup>	Angolo a.i. °	Dens. relativa %	Modulo edom. kg/cm <sup>2</sup>	Coesione n.d. kg/cm <sup>2</sup>
1	0.30	11	13	63.716	63.716	31.8	87.51	83	0.848
2	0.60	11	13	63.716	63.716	29.5	84.27	83	0.848
3	0.90	16	18	92.678	92.678	28.9	98.14	103	1.233
4	1.20	9	10	49.140	49.140	27.3	71.23	75	0.693
5	1.50	11	13	60.060	60.060	27.1	76.37	188	0.848
6	1.80	14	16	76.441	76.441	27.0	83.70	229	1.079
7	2.10	12	14	61.965	61.965	26.4	75.40	201	0.925
8	2.40	12	14	61.965	61.965	26.2	74.30	201	0.925
9	2.70	13	15	67.129	67.129	26.2	76.40	215	1.002
10	3.00	19	22	93.062	93.062	26.7	91.28	297	1.464
11	3.30	17	20	83.266	83.266	26.4	85.35	269	1.310
12	3.60	15	17	73.470	73.470	26.1	79.27	242	1.156
13	3.90	23	26	107.139	107.139	26.7	97.09	351	1.772
14	4.20	24	28	111.797	111.797	26.6	98.11	365	1.849
15	4.50	9	10	41.924	41.924	24.9	59.45	161	0.693
16	4.80	50	58	222.042	222.042	27.6	138.68	408	3.853



Committente: COMUNE DI SAPRI (SA)	Prova n°: 2
Riferimento: Geol. Francesco Mileo	Data prova: 06/06/2023
Località: Sapri (SA)	Quota: 12.6 m
Attrezzatura: DEEP DRILL 73/200	Coord.: Lat. 40.0688° Log. 15.619220°

### PARAMETRI CARATTERISTICI - ANALISI STATISTICA

Allegato

<b>UNITA' LITOLOGICA 1    Profondità da m 0.00 a m 1.20    -    Spessore m 1.20</b>							
Materiale a comportamento prevalentemente granulare							
Peso di volume (g/cm³): 1.90							
	Dati	Media	Minimo	Massimo	Deviazione standard	Valore caratt. Grandi volumi	Valore caratt. Piccoli volumi
Colpi	4	12	9	16	2.59	8.71	6.32
Nspt	4	13.51	10.35	18.40	2.97	10.02	7.27
[1] Angolo attrito interno (°)	4	29.4	27.3	31.8	1.6	27.5	26.0
[2] Densità relativa (%)	4	85.29	10.00	98.14	9.60	74.02	65.12
[3] Modulo edometrico (kg/cm²)	4	86.00	75.00	103.00	10.34	73.85	64.27
[4] Coesione non dren. (kg/cm²)	4	0.91	0.69	1.23	0.20	0.67	0.49

Formule utilizzate: [1] Malcev - [2] Gibbs e Holtz (Terzaghi) - [3] Mezembach e Malcev - [4] Terzaghi e Peck

<b>UNITA' LITOLOGICA 2    Profondità da m 1.20 a m 4.50    -    Spessore m 3.30</b>							
Materiale a comportamento prevalentemente granulare							
Peso di volume (g/cm³): 1.90							
	Dati	Media	Minimo	Massimo	Deviazione standard	Valore caratt. Grandi volumi	Valore caratt. Piccoli volumi
Colpi	11	15	9	24	4.66	12.87	7.43
Nspt	11	17.67	10.35	27.60	5.36	14.80	8.55
[1] Angolo attrito interno (°)	11	26.4	24.9	27.1	0.6	26.1	25.4
[2] Densità relativa (%)	11	81.52	10.00	98.11	10.73	75.76	63.24
[3] Modulo edometrico (kg/cm²)	11	247.18	161.00	365.00	63.39	213.18	139.21
[4] Coesione non dren. (kg/cm²)	11	1.18	0.69	1.85	0.36	0.99	0.57

Formule utilizzate: [1] Malcev - [2] Gibbs e Holtz (Terzaghi) - [3] Mezembach e Malcev - [4] Terzaghi e Peck

<b>UNITA' LITOLOGICA 3    Profondità da m 4.50 a m 4.80    -    Spessore m 0.30</b>							
Materiale a comportamento prevalentemente granulare							
Peso di volume (g/cm³): 1.90							
	Dati	Media	Minimo	Massimo	Deviazione standard	Valore caratt. Grandi volumi	Valore caratt. Piccoli volumi
Colpi	1	50	50	50	0.00	0.00	0.00
Nspt	1	57.50	57.50	57.50	0.00	0.00	0.00
[1] Angolo attrito interno (°)	1	27.6	27.6	27.6	0.0	0.0	0.0
[2] Densità relativa (%)	1	138.68	10.00	138.68	0.00	0.00	0.00
[3] Modulo edometrico (kg/cm²)	1	408.00	408.00	408.00	0.00	0.00	0.00
[4] Coesione non dren. (kg/cm²)	1	3.85	3.85	3.85	0.00	0.00	0.00

Formule utilizzate: [1] Malcev - [2] Gibbs e Holtz (Terzaghi) - [3] Farrent - [4] Terzaghi e Peck

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**



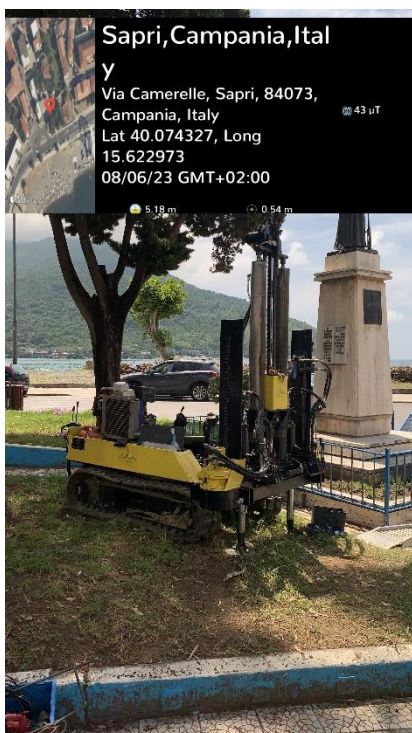
**Sismica a rifrazione n.1**



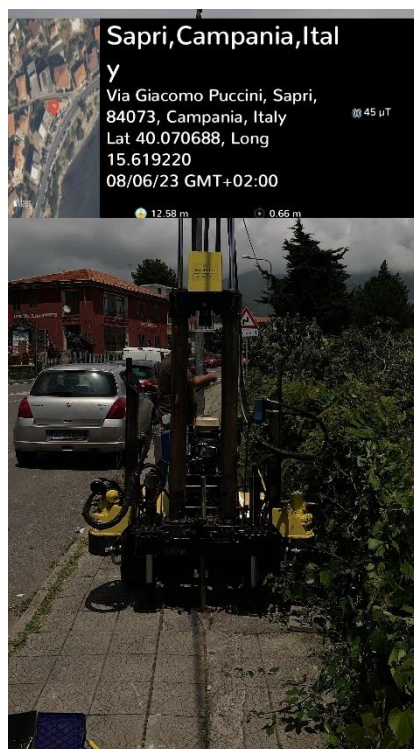
**Sismica a rifrazione n.2**



**Sismica a rifrazione n.3**



**DPSH N.1**



**DPSH N.2**

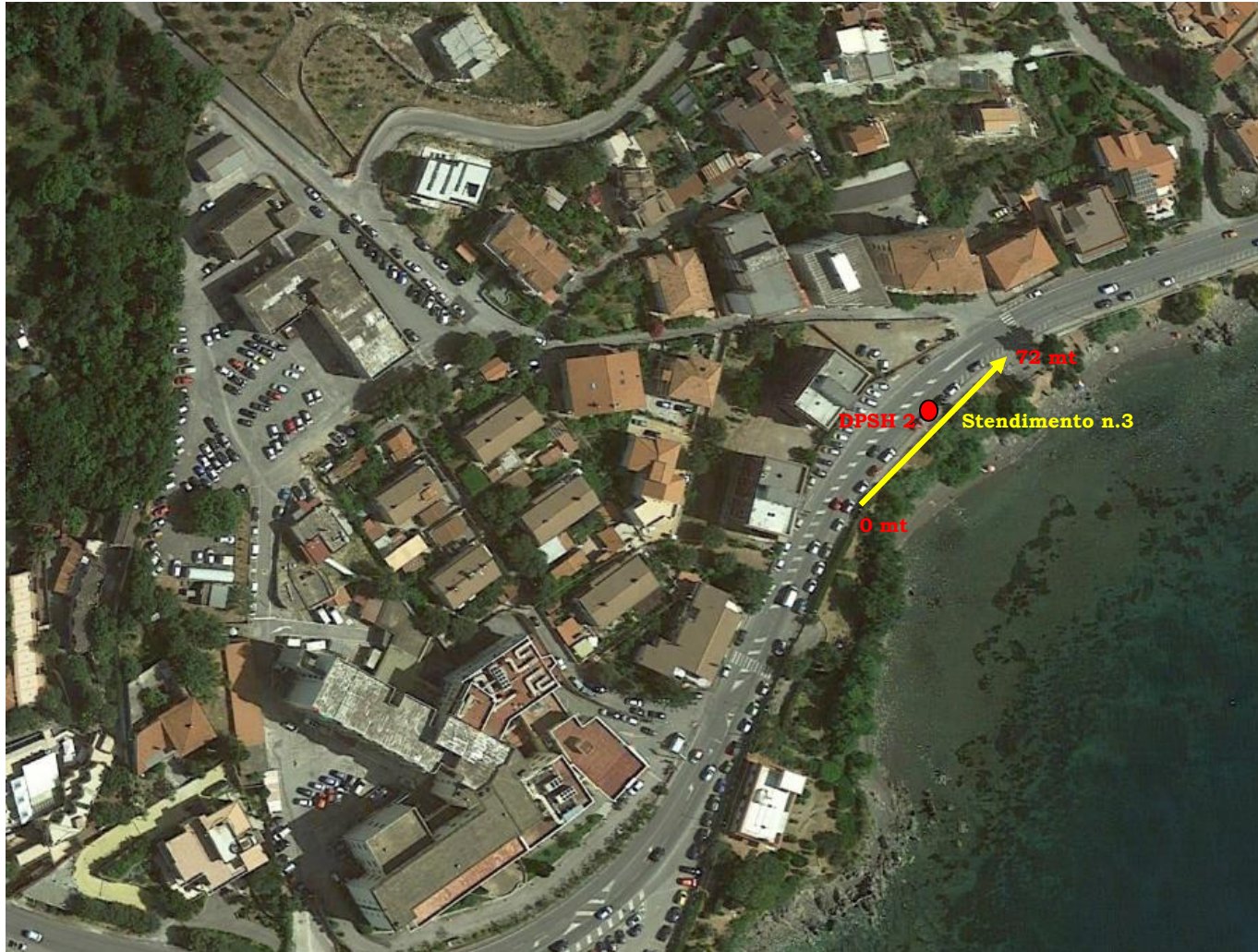


## STRALCI PLANIMETRICI



Sismica a rifrazione e prove penetrometriche DPSH





Sismica a rifrazione e prove penetrometriche DPSH