Committente:

Funzione Ingegneria e Realizzazioni
IRETI.S.p.A - Società con socio unico IREN S.p.A
Sottoposta a direzione e coordinamento di IREN S.p.A
Sede legale : Via Piacenza 54 - 16138 Genova
cod.fisc e P.IVA n° 01791490343 pec:ireti@pec.ireti.it

Oggetto:

LAVORI DI RIPRISTINO DELLE OPERE DI DIFESA A MARE DEL DEPURATORE DI PUNTA PEDALE A SEGUITO DELLA MAREGGIATA DEL 29/30.10.2018 FASE II: SISTEMAZIONE DEFINITIVA

Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA E SULLE INDAGINI GEOGNOSTICHE

redatto da Dott. Geol. Roberto De Franchi

Progettisti:

STUDIOELB Ingegneri Associati
Corso Torino 17/6 sc.A - 16129 Genova Tel. 010.5740568 - fax : 010.4211059
e-mail: inge@studioelb.it - PEC: studio@pec.studioelb.it - C.F. e P. I.V.A.: 01933110999

Firmato digitalmente da

Riccardo Giammarini

CN = Giammarini Riccardo
O = Ordine degli Ingegneri della Provincia di Genova
T = Ingegnere
SerialNumber = TINIT-GMMRCR71H23D969X
C = IT

0	10.10.2019	ER	SC	RG	Emissione
Revisione	Data	Redatto da:	Verificato da:	Approvato da:	Descrizione

Data:	Scala:	
10.10.2019	-	B27–2 **R03**

COMUNE SANTA MARGHERITA LIGURE (GE)

LAVORI DI RIPRISTINO DELLE OPERE DI DIFESA A MARE DEL DEPURATORE DI PUNTA PEDALE A SEGUITO DELLA MAREGGIATA DEL 30.10.2018

FASE II: SISTEMAZIONE DEFINITIVA

RELAZIONE GEOLOGICA

Genova, 10/10/2019

STUDIO GEOLOGICO
Dott. Geol. Roberto De Franchi
Via Dante 2/82 – 16121.- Genova;
Tel 0100986545 - 3356371274
e-mail : robertodefranchi@libero.it
Consulenze geologiche - Indagini geognostiche- Prove geotecniche in sito - Sondaggi penetrometrici statico-dinamici -Monitoraggi geotecnici ed ambientali



SOMMARIO

1 PREMESSA 3

1.1 ASPETTI NORMATIVI 3

2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO 4

3 INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOTECNICHE 5

3.1 INDAGINI PREGRESSE 5

3.1 SONDAGGI GEOGNOSTICI ESEGUITI PER QUESTO PROGETTO 7

3.2 INDAGINE SISMICA A RIFLESSIONE MEDIANTE SISTEMA SBP BOOMER PLATE CON POTENZE 10

4 MODELLO GEOLOGICO E PARAMETRIZZAZIONE GEOTECNICA 11

4.1 STRATO 1 – MATERIALE DI RIEMPIMENTO E RIPORTO 11

4.2 STRATO 2 – SEDIMENTI MARINI 11

4.3 STRATO 3 – SUBSTRATO ROCCIOSO 12

5 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SOTTOSUOLO 12

5.1 PARAMETRI SISMICI AL SITO DI RIFERIMENTO RIGIDO-ORIZZONTALE 12

5.2 EFFETTI DI SITO - AMPLIFICAZIONE LOCALE 14

5.3 PARAMETRI SISMICI AL SITO EFFETTIVO 16

6 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE 18

1 PREMESSA

La presente relazione fa parte della progettazione esecutiva relativa al ripristino e potenziamento delle opere a mare (fase 2) dell'Impianto di depurazione di Punta Pedale a seguito della mareggiata del 30.10.2018.

1.1 ASPETTI NORMATIVI

Gli aspetti normativi specifici di carattere geologico cui farà riferimento la presente relazione, sono relativi alle discipline legislative di seguito riportate.

1.1.1 PIANO DI BACINO

L'area a terra rientra nel *Piano di Bacino Stralcio Ambito 15* approvato con DGP n. 171 del 22/11/2011 ai sensi del DL 180/98 e smi.

Dall'analisi della cartografia e della normativa specifica si possono effettuare le seguenti considerazioni:

- Sulla *Carta della suscettività al dissesto* l'area risulta cartografata in area **Pg1 - *Suscettività Bassa*.**
- L'area non rientra in alcuna fascia di inondabilità nella specifica *Carta delle fasce fluviali*.
- Nella Carta *del Reticolo Idrografico* l'intervento si trova ad una distanza molto maggiore di 40 m dal rivo più vicino. Ai sensi del Regolamento Regionale 16 Marzo 2016 N. 1 che ha modificato il Regolamento Regionale 14 luglio 2011, n. 3 (Regolamento recante disposizioni in materia di tutela delle aree di pertinenza dei corsi d'acqua) l'area di intervento risulta pertanto esterna sia alla fasce di inedificabilità assoluta che a quella di rispetto.

Sulla base delle considerazioni sopra riportate si può dichiarare che l'intervento è compatibile con la normativa di piano di bacino e non necessita di alcuna autorizzazione o nulla osta da parte dell'ufficio Piani di Bacino della Provincia.

1.1.2 VINCOLO IDROGEOLOGICO

Il sito d'intervento **non** ricade in area sottoposta a vincolo idrogeologico ai sensi del R.D.L. n. 3267 del 30.12.1923.

1.1.3 NORME TECNICHE – D.M. 17.01.2018

L'indagine è svolta conformemente a quanto prescritto dal D.M. (Min. Infrastrutture) 17.01.2018 (Approvazione norme tecniche per le costruzioni).

L'obiettivo di questo studio è quello di definire le caratteristiche geologiche e geomorfologiche della zona di intervento e valutare le caratteristiche geotecniche dei terreni presenti, ai sensi ed in ottemperanza alle *Norme tecniche* vigenti.

1.1.4 ZONA SISMICA

La Regione Liguria con D.G.R. n. 216 del 17.03.2017 ha aggiornato la classificazione sismica del territorio regionale: **il Comune di Santa Margherita Ligure è classificato in zona sismica 3**.

Stabilite le caratteristiche stratigrafiche e topografiche del sito, saranno definite le categorie di sottosuolo e le condizioni topografiche necessarie per la valutazione della risposta sismica locale (§ 3.2.2 del D.M. 17.01.2018).

Saranno perciò forniti i parametri sismici che definiscono la pericolosità sismica di base del sito, per la determinazione dell'azione sismica di progetto (§ 3.2 del D.M. 17.01.2018).

2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

Il sito in oggetto è ubicato sul tratto di costa in corrispondenza di Punta Pedale nel comune di Santa Margherita Ligure.

A monte del profilo costiero è presente un versante molto acclive con vasti affioramenti del substrato roccioso, mentre tutta l'area pianeggiante compresa tra la strada e la costa è costituita da un vasto accumulo di rilevante spessore costituito da terreni di riporto e riempimenti che appoggiano sui depositi pedemontani e marini.

Da un'esaustiva ricerca bibliografica e da quanto si è potuto verificare direttamente nei rilevamenti di campagna, risulta che il substrato roccioso è costituito dalla formazione geologica dei *Calcari del Monte Antola*, caratterizzata in generale da un'alternanza di livelli di calcari marnosi, marne calcaree, marne argillose, con sottili intercalazioni argillose ed arenacee.

Il terreno superficiale investigato nell'area di indagine è un terreno di riporto costituito da grossi blocchi intercalati in un materiale lapideo grossolano, ciottoloso ghiaioso, in matrice sabbioso limoso argillosa.

3 INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOTECNICHE

3.1 INDAGINI PREGRESSE

Negli anni 2003 e 2005 furono eseguite una serie di indagini geognostiche per la realizzazione della struttura del depuratore; di seguito vengono riportate le indagini ritenute più significative per lo studio riferito al progetto di ripristino in esame.

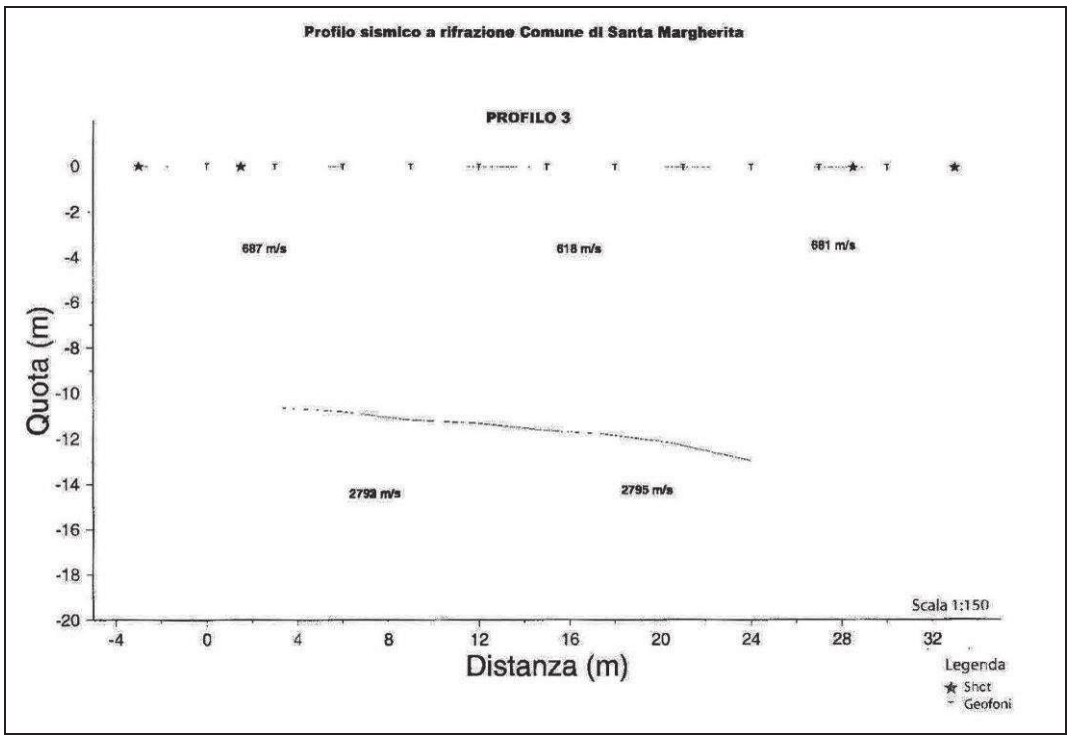
Da quanto riportato nelle relazioni precedentemente redatte è possibile ricavare informazioni utili sulla profondità del substrato roccioso nel piazzale e nelle zone limitrofe, sulle caratteristiche geomeccaniche dello stesso substrato e sulle caratteristiche sismiche dell'area in oggetto.

I sondaggi precedentemente eseguiti furono posizionati in corrispondenza della zona di sedime del depuratore; in base alla consultazione delle stratigrafie il substrato roccioso è stato ritrovato a profondità crescenti dalla costa verso il mare, più precisamente, in corrispondenza della strada provinciale è stato ritrovato a profondità comprese tra 9 e 11 m da p.c., mentre in corrispondenza del lato a mare del parcheggio e della zona del depuratore, a profondità comprese tra 10 e 12 m dal p.c. locale.

Nell'anno 2005 fu eseguita un'indagine sismica a rifrazione e un'indagine NASW che, attraverso l'acquisizione e l'analisi del rumore sismico di fondo, ha permesso di ricostruire il profilo della velocità delle onde di taglio Vs nel terreno.

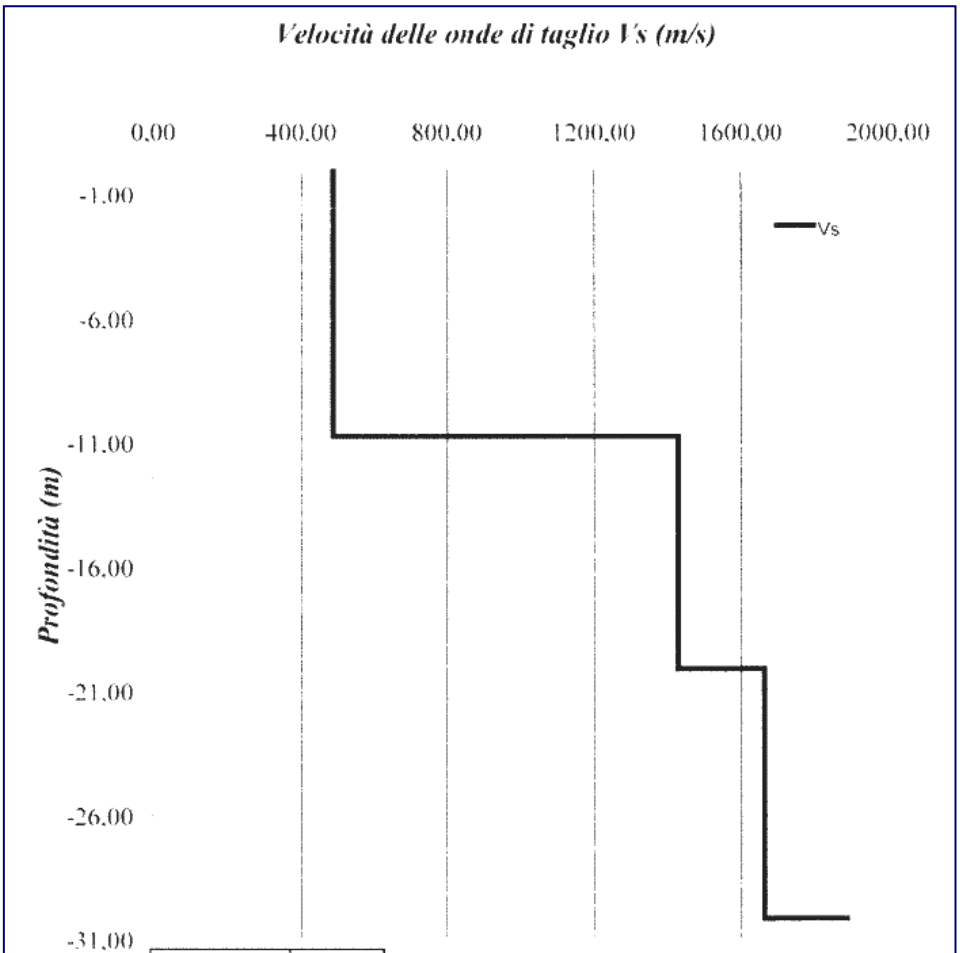
Il profilo a rifrazione 3 (posizionato come riportato nella planimetria in allegato) mostra un contrasto di velocità attribuibile all'interfaccia substrato roccioso-terreni incoerenti a profondità comprese tra 10 e 13 m circa dal p.c. locale con un abbassamento verso mare; la stesa fu eseguita ad una quota di circa 7 m s.l.m.m.

Questi dati concordano con i risultati dei carotaggi eseguiti specificatamente per questo progetto e descritti nel paragrafo seguente (profondità del substrato a circa -5 m dal l.m.m., per cui i dati risultano concordi.



Dall'indagine NASW è stato ricavato il seguente profilo di velocità

:



Profondità (m)	Vs (m/s)
0,00	486,67
-10,77	486,67
-10,77	1427,78
-20,14	1427,78
-20,14	1661,11
-30,20	1661,11
-30,20	1883,33

3.1 SONDAGGI GEOGNOSTICI ESEGUITI PER QUESTO PROGETTO

In data 27/08/2019 – 02/09/2019 sono stati eseguiti tre sondaggi a carotaggio continuo denominato S1-S2-S3 posizionati al margine dell'impianto di depurazione, così come illustrato nelle planimetrie in allegato (TAV G1 e TAV G3).

Durante l'indagine sono state effettuate le seguenti operazioni:

- 3 sondaggi a carotaggio continuo spinti sino alla profondità di 6.5-9 m rispetto al p.c. locale
- Ricovero delle carote di terreno in cassette catalogatrici in PVC a scomparti (4 cassette, ciascuna per 5 metri di carotaggio)
- Realizzazione di 4 Prove penetrometriche in foro SPT (per valutare in situ il grado di addensamento o consistenza del terreno presente nei punti testati)

Il dettaglio delle caratteristiche del materiale rinvenuto e di tutte le operazioni del carotaggio sono contenute nei *diagrammi stratigrafici* riportati in allegato.

Nella tabella seguente sono riportati in forma semplificata i principali livelli stratigrafici individuati nei sondaggi, con le rispettive profondità dal piano campagna ed i valori di N_{SPT} dei livelli testati.

Sigla sondaggio	***Profondità (m) da p.c.***	***Descrizione terreno***	***SPT misurati***	
			Prof. (m)	***N_{SPT}***
S1 *Prof. raggiunta –9.00 m da p.c.*	0.00 – 0.70	***RIPORTO: Ciottoli e ghiaia in matrice sabbioso limosa.***		
	0.70 – 1.50	***TROVANTE***		
	1.50 – 2.70	***RIPORTO: Ciottoli e ghiaia in matrice sabbioso limosa.***	2.50	***R***
	2.70 – 5.40	***RIPORTO: Ghiaia in matrice limoso argillosa.***	4.00 5.00	***45*** ***R***
	5.40 – 6.90	***CAPPELLACCIO DI ALTERAZIONE DEL SUBSTRATO ROCCIOSO***		
	6.90 – 9.00	***SUBSTRATO ROCCIOSO***		

Sigla sondaggio	Profondità (m) da p.c.	Descrizione terreno	SPT misurati	
			Prof. (m)	N_{SPT}
S2 *Prof. raggiunta –6.50 m da p.c.*	0.00 – 1.50	***TROVANTI***	2.30	***R***
	1.50 – 2.00	***RIPORTO: Ciottoli e ghiaia in matrice sabbioso limosa.***		
	2.00 – 2.30	***TROVANTI***		
	2.30 – 2.45	***RIPORTO: Ciottoli e ghiaia in matrice sabbioso limosa.***		
	2.45 – 2.60	***TROVANTE***		
	2.60 – 3.00	***RIPORTO: Ghiaia e sabbia limoso argillosa.***		
	3.00 – 3.60	***TROVANTI***		
	3.60 – 4.25	***RIPORTO: Ghiaia in matrice limoso argillosa.***		
	14.25 – 5.30	***TROVANTI***		
	5.30 – 6.50	***SUBSTRATO ROCCIOSO***		

Sigla sondaggio	Profondità (m) da p.c.	Descrizione terreno	SPT misurati	
			Prof. (m)	N_{SPT}
S3 *Prof. raggiunta –8.00 m da p.c.*	0.00 – 0.70	***RIPORTO: Ghiaia in matrice sabbioso limosa.***		
	0.70 – 1.75	***TROVANTI***		
	1.75 – 1.85	***RIPORTO: Ghiaia in matrice sabbioso limosa.***		
	1.85 – 2.30	***TROVANTI***		
	2.30 – 2.60	***RIPORTO: Ciottoli e ghiaia in matrice sabbioso limosa.***		
	2.60 – 3.40	***TROVANTE***		
	3.40 – 3.50	***RIPORTO: Ghiaia in matrice sabbioso limosa.***		
	3.50 – 5.80	***TROVANTI***		
	5.80 – 6.30	***RIPORTO: Ghiaia in matrice limoso argillosa.***		
	6.30 – 6.70	***CAPPELLACCIO DI ALTERAZIONE DEL SUBSTRATO ROCCIOSO***		
	6.70 – 8.00	***SUBSTRATO ROCCIOSO***		

Il p.c. locale risulta sopraelevato di circa 1.5 m rispetto al l.m.m.

3.1.1 RISULTATI STANDARD PENETRATION TEST

I valori di N_{SPT} misurati sono stati normalizzati e corretti in funzione dell'efficienza del sistema di battuta, del diametro del sondaggio, del metodo di campionamento, della presenza di falda della lunghezza delle aste e della pressione litostatica.

Attraverso la seguente relazione $N' = N_{(SPT\ misurato)} * C_E * C_B * C_S * C_R * C_{N^*}$

dove

$C_E = E_R / 60$ = valore corretto per un efficienza energetica del 60%

C_B = correzione per il diametro del foro (nel nostro caso in classe 65-115 mm → $C_B = 1$

C_S =correzione in funzione del metodo di campionamento (nel nostro utilizzato campionatore Raymond → $C_S = 1$

C_R = correzione in funzione delle aste sotto la testa di battuta

Correzione in funzione della presenza della falda → per sabbie fini e limose sotto falda per N> 15 il valore si riduce con la seguente espressione N = 15 + (N-15)/2

$C_{N^*=Correzione}$ in funzione della pressione litostatica efficace; nel nostro caso si è utilizzata la correzione di Skempton per sabbie grossolane 300/(200 + σ')

Nelle tabelle seguenti vengono riportati tutti i valori di NSPT corretti per ogni sondaggio;

S1							
Profondità effettiva	**Profondità da p.c. (m)**	**γ (KN/m³)**	**NSPT (colpi/piede)**	**σ'v0 (kPa)**	**CR**	**CN skempton**	**N'SPT (colpi/piede)**
4,15	4,00	19,00	45	52,85	0,85	1,19	**45**

° ° °

Per valutare infine le caratteristiche geotecniche, si può utilizzare la tabella sottostante che fa riferimento alla terminologia riportata nelle Raccomandazioni AGI (AGI, 1977 - Terzaghi & Peck, 1948/1967) ed alle correlazioni più comunemente utilizzate, per i terreni eminentemente granulari, tra NSPT e l'angolo d'attrito efficace ϕ' e il peso di volume saturo γ_{sat} (Terzaghi & Peck, 1948/1967).

SPT N_{30}	**< 4**	**4 – 10**	**10 - 30**	**30 - 50**	**>50**
grado di addensamento (1)	molto sciolto	sciolto	mediamente addensato	addensato	molto addensato
peso di volume saturo γ_{sat} (t/m³) (1)	1.83 -1.87	1.87 – 1.93	1.93 - 2.05	2.05 - 2.15	> 2.15
peso di volume secco γ_d (t/m³) (1)	1.33 – 1.40	1.40- 1.50	1.50 – 1.69	1.69 1.85	> 1.85
angolo di resistenza al taglio φ' (2)	< 28°	28° - 30°	30° - 36°	36° - 42°	> 42°
angolo di resistenza al taglio φ' (3)	< 27°	27° - 31°	31° - 39°	39° - 45°	> 45°
angolo di resistenza al taglio φ' (4)	< 28°	28° - 30°	30° - 36°	36° - 42°	/

(1) Raccomandazioni AGI, 1977 Terzaghi & Peck, 1948/1967
(2) Peck – Hanson – Thorburn (1953-1974) [sabbie sopra falda con tensioni efficaci <10 t/mq '→ φ' = 27.2 +0.28 * N_{60}]
(3) Muromachi (1974) [terreni granulari'→φ' = 3.5 *$N^{0.5}$ +20]
(4) Shioi e Fukuni (1982) – [sabbie sabbie medie e grosse **φ'** per Nspt <45 '→ φ' = (0.3 * N) + 27]

° ° °

Per i terreni fini coesivi, le correlazioni sono meno affidabili, e in ogni modo in prima approssimazione si può far riferimento alla tabella seguente (AGI, 1977 - Terzaghi & Peck, 1948/1967):

SPT N_{30}	**< 2**	**2 - 4**	**4 – 8**	**8 - 15**	**15 - 30**	**> 30**
consistenza dei terreni	Privo di consistenza	poco consistente	moderatam. consistente	consistente	molto consistente	duro
coesione non drenata c_u (kg/cm^2)	< 0.1	0.1 - 0.25	0.25 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2
peso di volume saturo γ_{sat} (t/m^3)	< 1.75	1.75 - 1.80	1.80 – 1.90	1.90 - 1.95	1.95 - 2.10	> 2.10

3.2 INDAGINE SISMICA A RIFLESSIONE MEDIANTE SISTEMA SBP BOOMER PLATE CON POTENZE

A corredo dell'indagine batimorfologica mediante sistema Multibeam l'impresa Drafinsub Survey, ha eseguito anche una prospesione di sismica a riflessione mediante sistema Sub Bottom Profiling Boomer Plate con potenze comprese da 50 a 200 Joules

Per la spiegazione della metodologia di indagine e l'interpretazione dei risultati si rimanda alla specifica relazione.

Sono stati sostanzialmente individuati due strati riconducibili al substrato roccioso e ai sedimenti marini ad esso sovrapposti. L'individuazione di questa successione stratigrafica stratigrafia ha permesso di elaborare una carta con le isopache del substrato roccioso ed una carta delle isopache dello spessore dei sedimenti su tutta l'area investigata.

Sulla base di questi risultati sono state redatte tre sezioni geologiche interpretative dello stato attuale in cui i livelli stratigrafici ricavati con la sismica marina sono stati raccordati con quelli ricavati dai sondaggi (sia quelli realizzati in questa fase sia quelli precedenti) e dalle osservazioni dirette (vedi tav G2 *Sezioni geologiche interpretative – stato attuale come da SBP*).

4 MODELLO GEOLOGICO E PARAMETRIZZAZIONE GEOTECNICA

Sulla base delle osservazioni dirette di superficie, di tutte le indagini geognostiche effettuate a terra e delle prospezioni sismiche SBP effettuate a mare è stato possibile ricostruire le sezioni geologiche più significative ai fini progettuali e riportate in allegato (Tav G4 – *sezioni geologiche interpretative su profilo di progetto*) ed un modello geologico a costituito dai seguenti strati:

- un livello superficiale costituito prevalentemente da trovanti di grandi dimensioni intercalati in un materiale di riporto costituito da ciottoli e ghiaia in matrice sabbioso limosa (nella zona a terra a monte della scogliera in massi di protezione)
- Un livello intermedio, presente nella parte più distale, rappresentato dai sedimenti marini, costituiti prevalentemente da sabbie limoso ghiaiose.
- Un livello di base riferibile al substrato roccioso della formazione dei Calcari del M. Antola

4.1 STRATO 1 – MATERIALE DI RIEMPIMENTO E RIPORTO

Questo strato direttamente testato con i carotaggi effettuati in questa fase è rappresentato da un materiale costituito dalla presenza abbondante di blocchi e trovanti di grandi dimensioni nella parte centro-meridionale di indagine (sondaggi S2-S3), mentre nella parte settentrionale (sondaggio S1) è rappresentato prevalentemente da un materiale ciottoloso-ghiaioso molto addensato. In base alle caratteristiche granulometriche ed ai valori di SPT ottenuti alla profondità di 4 m possono essere valutati cautelativamente i seguenti parametri geotecnici medi:

angolo d'attrito efficace	$\phi' = 40°\text{-}42°$
coesione efficace	$c' = 0\ kPa$
peso di volume naturale	$\gamma = 18.5\ KN/m^3$
peso di volume saturo	$\gamma_{sat} = 21.0\ KN/m^3$

4.2 STRATO 2 – SEDIMENTI MARINI

Questo strato è rappresentato da sedimenti sabbioso limoso ghiaiosi del fondale marino. In base ad indagini dirette e prove di laboratorio eseguite su terreni similari nei livelli più superficiali del deposito , a questo strato possono essere attribuiti i seguenti parametri geotecnici medi:

angolo d'attrito efficace	$\phi' = 31°$
peso di volume saturo	$\gamma_{sat} = 19.5\ KN/m^3$

4.3 STRATO 3 – SUBSTRATO ROCCIOSO

Per il substrato roccioso, sulla base dei dati acquisiti con le indagini pregresse, in base ai dati bibliografici disponibili per questa formazione e alle osservazioni che si sono potute effettuare in affioramento in zone vicine all'area di intervento, si possono valutare, anche in questo caso in maniera cautelativa, i seguenti parametri medi:

Angolo di attrito:	$\varphi = 40°$
Coesione ammasso integro:	$c = 150\ KPa$
Peso di volume:	$\gamma = 26\ kN/m^3$

5 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SOTTOSUOLO

In riferimento al D.M. 17/01/2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni" del Ministero delle Infrastrutture, l'accelerazione orizzontale massima al suolo prevista per il sito in esame ($\mathbf{a_{max}}$) può essere valutata in funzione della situazione stratigrafica (coefficiente stratigrafico S_S) e topografica (coefficiente topografico S_T) locale:

$$\mathbf{a_{max}} = S \cdot a_g = (S_S \cdot S_T) \cdot a_g$$

essendo $\mathbf{a_g}$ l'accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido con superficie orizzontale (suolo di categoria A quale definita al § 3.2.2).

5.1 PARAMETRI SISMICI AL SITO DI RIFERIMENTO RIGIDO-ORIZZONTALE

I valori di $\mathbf{a_g}$ sono ricavati dai dati forniti dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (Ministero delle Infrastrutture) e pubblicati sul sito www.cslp.it.

Sul sito istituzionale sopra citato è fornito il foglio elettronico "Spettri-NTC.xls"; mediante le coordinate geografiche in gradi sessadecimali, oppure l'indicazione del comune di riferimento, vengono definiti, per un suolo rigido (categoria A), oltre al valore di $\mathbf{a_g}$, il fattore di accelerazione massima del suolo ($\mathbf{F_0}$), ed il periodo caratteristico ($\mathbf{T_C^*}$) dello spettro (zona a velocità di risposta lineare) riferiti a tempi di ritorno ($\mathbf{T_R}$) compresi tra 30 e 2475 anni.

L'esatto periodo di ritorno per la definizione dell'azione sismica per ogni stato limite, si ottiene sulla base di caratteristiche specifiche dell'opera in progetto:

- la sua vita nominale (V_N), la classe d'uso ed il corrispondente coefficiente d'uso (C_U), nonché il periodo di riferimento sismico (V_R) e la probabilità di superamento dello

stato limite di progetto (P_{VR}).

Il valore **V_N** viene ricavato dalla seguente tabella:

	TIPI DI COSTRUZIONI	Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

La **classe d'uso** ed il coefficiente d'uso **C_U** sono legati alle conseguenze di un collasso e di mancanza di operatività dell'opera:

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergen-za. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie ex-traurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe con-nesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Ad ogni classe d'uso è riferito un coefficiente d'uso come illustrato di seguito:

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

Il valore del periodo di riferimento sismico (**V_R**) si ricava dal calcolo seguente:

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

La probabilità di superamento dello stato limite di progetto (**P_{VR}**) viene definita dalla tabella seguente:

Stati Limite		P_{V_R}: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Il periodo di ritorno sismico T_R, viene calcolato, in funzione di V_R e P_{VR} , mediante l'espressione logaritmica:

$T_R = - V_R / \ln (1- P_{VR})$

Di seguito si riportano i dati di input utilizzati, considerando per l'intervento in progetto, la **tipologia di costruzione 2** e la ***classe d'uso II***:

Coordinate geografiche		Latitudine (rif. datum ED50) *[°]*	44,322943
		Longitudine (rif. datum ED50) *[°]*	9,217402
Tipologia di costruzione	2	Vita nominale (V_N) *[anni]*	50
Classe d'uso	II	Coefficiente d'uso (C_U) *[-]*	1
Periodo di riferimento sismico (V_R) $V_R = V_N \cdot C_U$ *[anni]*			50

Definito il periodo di ritorno per ogni stato limite, si ricavano i corrispondenti parametri **a_g, F_0 e T_C***, su sito rigido-orizzontale.

La tabella seguente riassume i parametri del moto sismico al sito di riferimento, su suolo rigido orizzontale, per i T_R calcolati (sulla base del tipo di opere e classe d'uso), per i diversi stati limite:

STATI LIMITE		*P_{VR}*	*T_R*	*a_g*	*F_0*	*T_C**
		[%]	*[anni]*	*[g]*	*[-]*	*[s]*
SLE - Stati limite esercizio	SLO	81	30	0,029	2,513	0,199
	SLD	63	50	0,036	2,554	0,217
SLU -Stati limite ultimi	SLV	10	475	0,082	2,563	0,287
	SLC	5	975	0,109	2,508	0,294

5.2 EFFETTI DI SITO - AMPLIFICAZIONE LOCALE

5.2.1 AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA

Il valore di **S_S** (coefficiente di amplificazione stratigrafica) può essere calcolato assegnando al tipo di suolo interessato dall'intervento una delle categorie seguenti:

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	*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.
B	*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti,* caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti* con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	*Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti,* con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	*Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D,* con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Per ogni categoria di suolo viene fornito il seguente valore di S_S , funzione di a_g e F_0:

Categoria sottosuolo	S_S
A	1,00
B	$1,00 \le 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \le 1,20$
C	$1,00 \le 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \le 1,50$
D	$0,90 \le 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \le 1,80$
E	$1,00 \le 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \le 1,60$

essendo F_0, come detto, il valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale al sito rigido-orizzontale di riferimento.

Nel sito in esame i terreni di copertura presentano uno spessore superiore a 3 m e contenuto entro 30 m, l'indagine NASW eseguita sopra i terreni di riporto nell'anno 2005 ha fornito per i terreni di copertura valori di vs pari a circa 486.67 m/s (corrispondenti alla Velocità Equivalente), tenendo conto che parte della massicciata in oggetto poggia anche sui sedimenti marini (vedi sezioni geologiche interpretative in allegato) che possono presentare una velocità inferiore, in via del tutto cautelativa si può assumere la **categoria di sottosuolo E**.

Amplificazione stratigrafica **S_S** =	**1,6**	[-]

5.2.2 AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA

Il valore di **S_T** (coefficiente di amplificazione topografica) si ricava dalla seguente

tabella:

CATEGORIA TOPOGRAFICA	UBICAZIONE DELL'OPERA O DELL'INTERVENTO	FATTORE TOPOGRAFICO S_T
T1 Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i ≤ 15°	- - -	1,0
T2 Pendii con inclinazione media i > 15°	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3 Rilevi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media 15° ≤ i ≤ 30°	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4 Rilevi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione i > 30°	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

Il valore indicato vale per la sommità del pendio o la cresta del rilievo; per siti ubicati lungo il pendio tale valore va diminuito in proporzione alla quota del sito rispetto alla quota della sommità del pendio o della cresta del rilievo, riferiti alla quota di base del pendio.

Il valore S_T lungo un pendio è facilmente ricavabile dall'espressione:

$S_T = [(h'/H') \cdot 0{,}2] + 1$ per categorie **T2** e **T3**

$S_T = [(h'/H') \cdot 0{,}4] + 1$ per categoria **T4**

essendo (h'/H') il rapporto tra altezza del sito d'intervento ed altezza totale del pendio, entrambe definite rispetto alla base del versante.

Le categorie topografiche sopra indicate si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica solo se di altezza maggiore di 30 m.

Nel caso in esame, l'intervento è ubicato in riva al mare su un'area con pendenza inferiore a 15°; quindi avremo:

Categoria topografica	**T1**			
Quota sito / altezza rilievo (h'/H')	-	Amplificazione topografica S_T =	**1**	[-]

5.3 PARAMETRI SISMICI AL SITO EFFETTIVO

Sulla tabella seguente sono ricavati i valori di a_{max} , k_H e k_V, in funzione della categoria di suolo prescelta, per ogni stato limite. I coefficienti sismici k_H e k_V sono determinati in funzione di β_s (se l'intervento riguarda stabilità dei pendii, fondazioni e fronti di scavo o rilevati,); in funzione di β_m (se l'intervento riguarda opere di sostegno).

RISPOSTA SISMICA LOCALE - Determinazione di a_{max} , k_H e k_V

E **CATEGORIA**

Per stabilità dei pendii e fondazioni

	su sito rigido-piano			tenendo conto degli effetti di sito						
	a_g	F_0	$F_0 \cdot a_g$		$F_0 \cdot a_g$	S_S	S_T	S	a_{max}		β_s
	[g]	[-]	[g]		[g]	[-]	[-]	[-]	[g]	[m/s^2]	[-
SLO	0,029	2,513	0,073	**SLO**	0,073	1,600	1,000	1,600	**0,047**	0,457	0,2
SLD	0,036	2,554	0,092	**SLD**	0,092	1,600	1,000	1,600	**0,057**	0,564	0,2
SLV	0,082	2,563	0,210	**SLV**	0,210	1,600	1,000	1,600	**0,131**	1,287	0,2
SLC	0,109	2,508	0,272	**SLC**	0,272	1,600	1,000	1,600	**0,174**	1,703	0,2

Per fronti di scavo e rilevati

	su sito rigido-piano			tenendo conto degli effetti di sito						
	a_g	F_0	$F_0 \cdot a_g$		$F_0 \cdot a_g$	S_S	S_T	S	a_{max}		β_s
	[g]	[-]	[g]		[g]	[-]	[-]	[-]	[g]	[m/s^2]	[-
SLD	0,036	2,554	0,092	**SLD**	0,092	1,600	1,000	1,600	**0,057**	0,564	0,4
SLV	0,082	2,563	0,210	**SLV**	0,210	1,600	1,000	1,600	**0,131**	1,287	0,3

Per opere di sostegno

	su sito rigido-piano			tenendo conto degli effetti di sito						
	a_g	F_0	$F_0 \cdot a_g$		$F_0 \cdot a_g$	S_S	S_T	S	a_{max}		β_m
	[g]	[-]	[g]		[g]	[-]	[-]	[-]	[g]	[m/s^2]	[-
SLD	0,036	2,554	0,092	**SLD**	0,092	1,600	1,000	1,600	**0,057**	0,564	0,4
SLV	0,082	2,563	0,210	**SLV**	0,210	1,600	1,000	1,600	**0,131**	1,287	0,3

LEGENDA

Su sito rigido-piano

a_g accelerazione orizzontale massima attesa al suolo, **al sito rigido-piano di riferimento**

F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale

Effetti di sito

S_S coefficiente di amplificazione stratigrafica

S_T coefficiente di amplificazione topografica

S coefficiente di amplificazione ($S = S_S \cdot S_T$)

a_{max} accelerazione orizzontale massima attesa al suolo, **al sito effettivo** ($a_{max} = a_g \cdot S$)

β_s coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima (per stabilità dei pendii, fronti di scavo o rilevati, fond

β_m coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima (per opere di sostegno)

k_H coefficiente sismico orizzontale ($k_H = a_{max} \cdot \beta_s$) o ($k_H = a_{max} \cdot \beta_m$)

k_V coefficiente sismico verticale ($k_V = \pm 0{,}5 \cdot k_H$)

6 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Il progetto in esame prevede il ripristino ed il potenziamento della scogliera che sarà realizzata con una berma superiore in aderenza alla struttura del depuratore ed una berma intermedia in modo tale da consentire un primo frangimento delle onde sulla scogliera bassa per la maggior parte degli eventi.

Le scarpate di raccordo tra le due berme e sino ad incontrare il rilevato esistente sono previste con angoli di scarpa differente e con un profilo in configurazione scabra in maniera da dissipare maggiormente l'effetto dell'ondazione.

Nei punti maggiormente esposti e ove sono state individuate nel profilo attuale delle scarpate più pronunciate, è inoltre previsto un consolidamento al piede, sempre mediante massi naturali, per evitare fenomeni di arretramento delle scarpate stesse e scalzamento della scogliera.

I dati ricavati con le osservazioni ed i rilevamenti geologici di superficie, con le indagini geognostiche (sia quelle eseguite appositamente in questa fase, sia quelle realizzate in precedenza) e con le prospezioni sismiche effettuate a mare, hanno permesso una esaustiva modellazione geologica, geotecnica e sismica del sottosuolo che il progettista ha utilizzato per i calcoli delle verifiche geotecniche.

° ° °

In riferimento alla tipologia dell'intervento previsto, sulla base dei risultati ottenuti con le indagini eseguite e in relazione al contesto logistico, geologico, geomorfologico ed idrogeologico del sito, si può concludere che non esiste nessuna pregiudiziale di carattere geologico alla realizzazione delle opere a progetto che pertanto risulta senz'altro fattibile sotto questo aspetto.

Non si individuano particolari e significative difficoltà o problematiche specifiche di ordine geologico.

In fase di esecuzione del lavoro tutte le considerazioni effettuate nei paragrafi precedenti andranno direttamente verificate.

La presente relazione e gli elaborati allegati costituiscono adempimento alle normative citate in premessa.

Genova, 10/10/2019

Dott. Geol. Roberto De Franchi



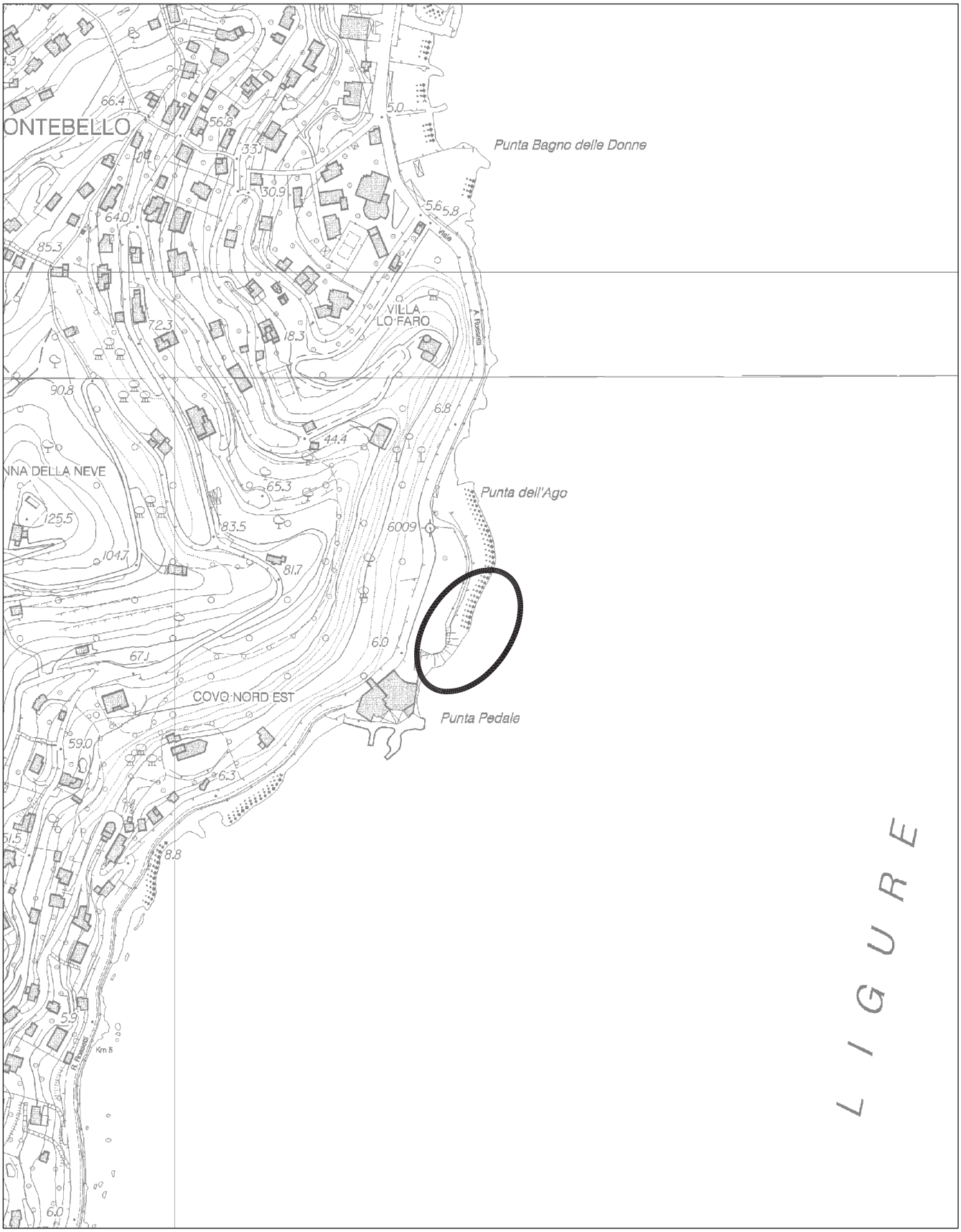
Allegati

- *Corografia (da C.T.R., scala 1 : 5.000)*
- *Stralcio Carta Geologica Regionale CGR (scala 1 : 10.000)*
- *Stralci cartografici Piano di Bacino Ambito 15*
- *Diagrammi stratigrafici*
- *Documentazione fotografica*

Allegati F.T.

- *Tav G1 Planimetria Stato Attuale con ubicazioni indagini (scala 1 : 400)*
- *Tav G2 Sezioni geologiche interpretative – Stato Attuale come da SBP (scala 1 : 400)*
- *Tav G3 Planimetria Interventi in progetto con ubicazione indagini (scala 1 : 200)*
- *Tav G2 Sezioni geologiche interpretative su profilo di progetto (scala 1 : 200)*

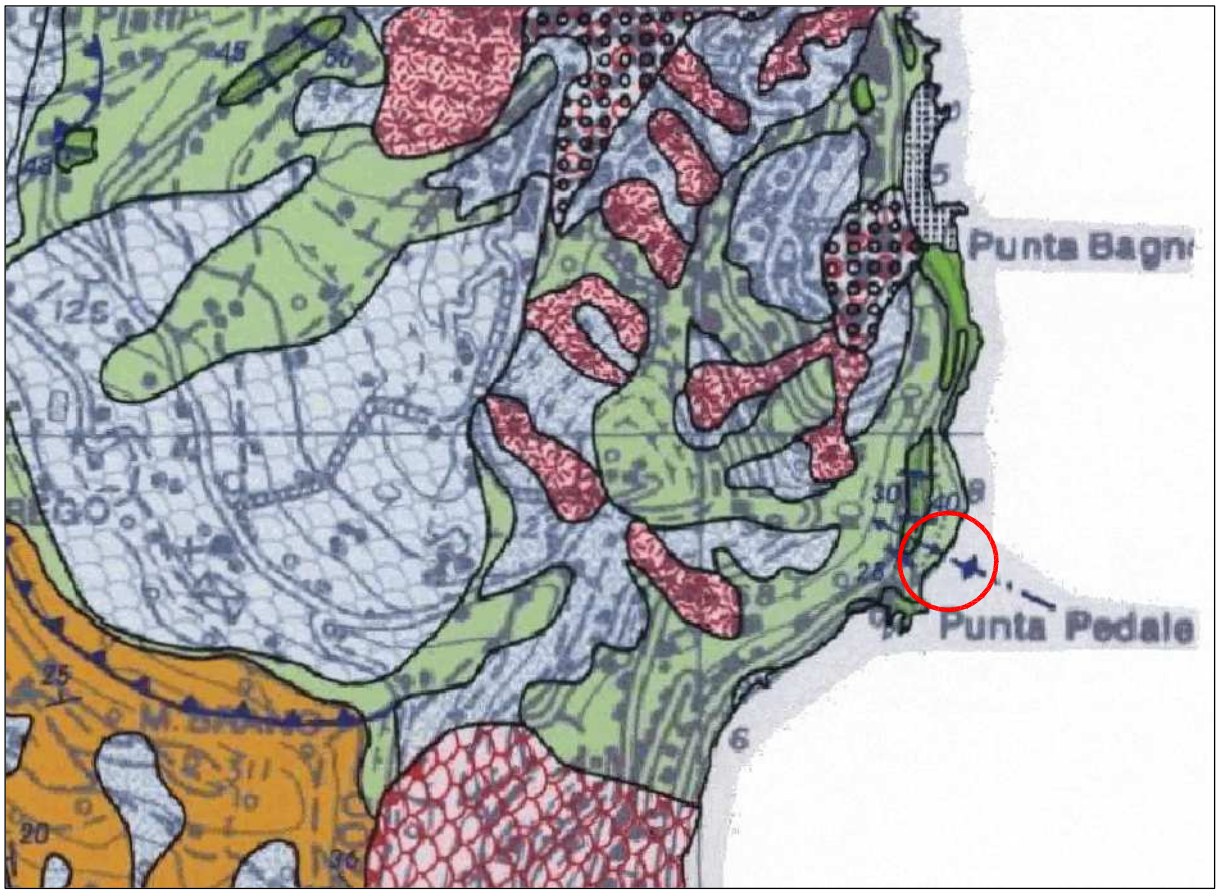
COROGRAFIA
scala 1:5.000



Estratti CTR 231071 e 231072 in scala 1:5000

STRALCIO CARTA GEOLOGICA

(Carta Geologica Regionale(CGR) sc. 1:25000 - tav. 231.1 - Chiavari Recco) - Scala 1:10.000 -



LEGENDA

COPERTURE QUATERNARIE:

- Terreni di riporto
- Depositi di spiaggia
- Coltre eluvio - colluviale
- Coperture detritiche
- DPGV (Deformazioni Gravitative Profonde di Versante)
- Corpo di frana attiva
- Corona di frana attiva
- Corpo di frana non attiva
- Corona di frana non attiva

UNITA' DEL MONTE ANTOLA (Campaniano - Maastrichtiano)

- Flysch del Monte Antola (FAN) (Campaniano superiore - Paleocene). Calcari, calcari marnosi, calcareniti e marne con intercalazioni di argilliti grigio scure affioranti.
- Flysch del Monte Antola (FAN) (Campaniano superiore - Paleocene). Calcari, calcari marnosi, calcareniti e marne con intercalazioni di argilliti grigio scure non affioranti.

CONGLOMERATI DI PORTOFINO (Eocene sup.? - Oligocene inf.?)

- Lito - petro facies Paraggi: Conglomerati, affioranti, costituiti da clasti eterometrici di natura carbonatica e subordinati corpi lentiformi di aspetto sub stratificato.

SEGNI CONVENZIONALI: DEFORMAZIONE EVENTO FRAGILE

Faglie e sovrascorrimenti:

- Sovrascorrimento
- Sovrascorrimento secondario
- Faglia
- Faglia diretta
- Faglia inversa
- Faglia trascorrente

SEGNI CONVENZIONALI: DEFORMAZIONE EVENTO FRAGILE-DUTTILE

Superficie di stratificazione

- Superficie di stratificazione S0 inclinata
- Superficie di stratificazione S0 orizzontale
- Superficie di stratificazione S0 verticale
- Superficie di stratificazione S0 rovesciata

Evento D1:

- Superficie di clivaggio S1 (slaty cleavage) inclinata parallela e/o intersecante S0
- Superficie di clivaggio S1 (slaty cleavage) inclinata parallela e/o intersecante S0 rovesciata
- Superficie di clivaggio S1 verticale
- Asse di piega di prima fase A1 inclinato
- Asse di piega di prima fase A1 orizzontale
- Asse di piega di prima fase A1 di cui è definita la vergenza

Evento D2:

- Superficie di clivaggio C2 (clivaggio di frattura) inclinata
- Superficie di clivaggio C2 verticale
- Asse di piega di seconda fase A2 inclinata
- Asse di piega di seconda fase A2 orizzontale
- Asse di piega di prima fase A2 di cui è definita la vergenza

Evento D3:

- Shear band coniugate C3 inclinata
- Shear band coniugate C3 verticale

Evento D4:

- Zone di taglio locali D4 inclinata
- Zone di taglio locali D4 verticale

Evento D5

- Asse di piega tipo transected fold di quinta fase A5 inclinato
- Asse di piega tipo transected fold di quinta fase A5 orizzontale

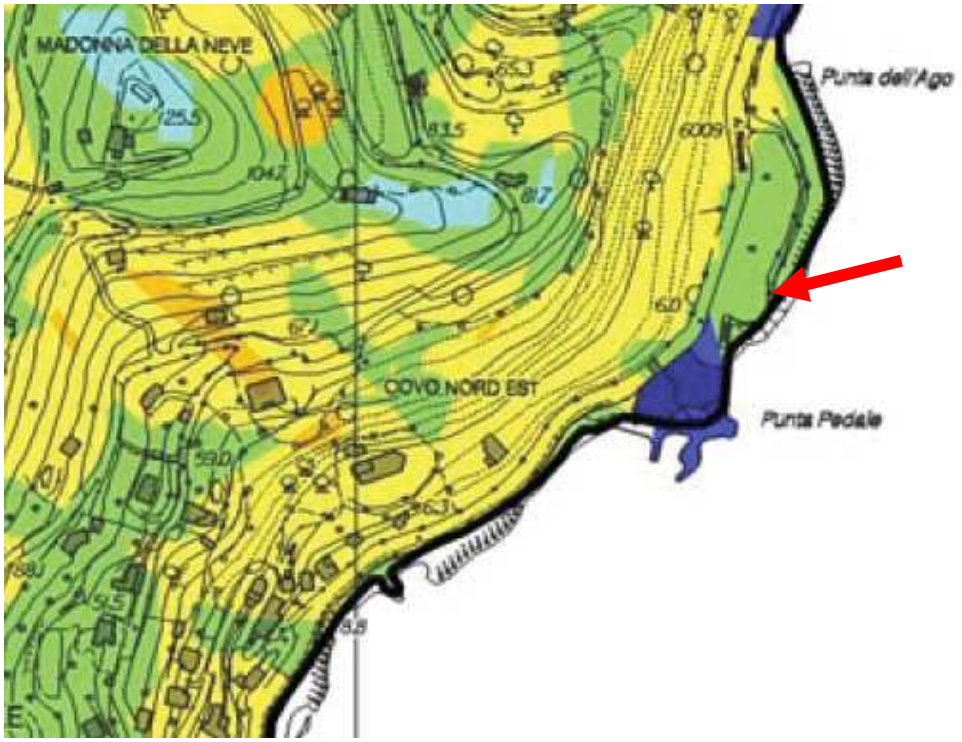
Tracce delle superfici assiali

- Anticlinale di I Fase
- Sinclinale di I Fase
- Anticlinale di II Fase
- Sinclinale di II Fase
- Antiforme di V Fase
- Sinforme di V Fase

Area di intervento

PIANO DI BACINO AMBITO 15

STRALCIO CARTA DELLA SUSCETTIVITÀ AL DISSESTO

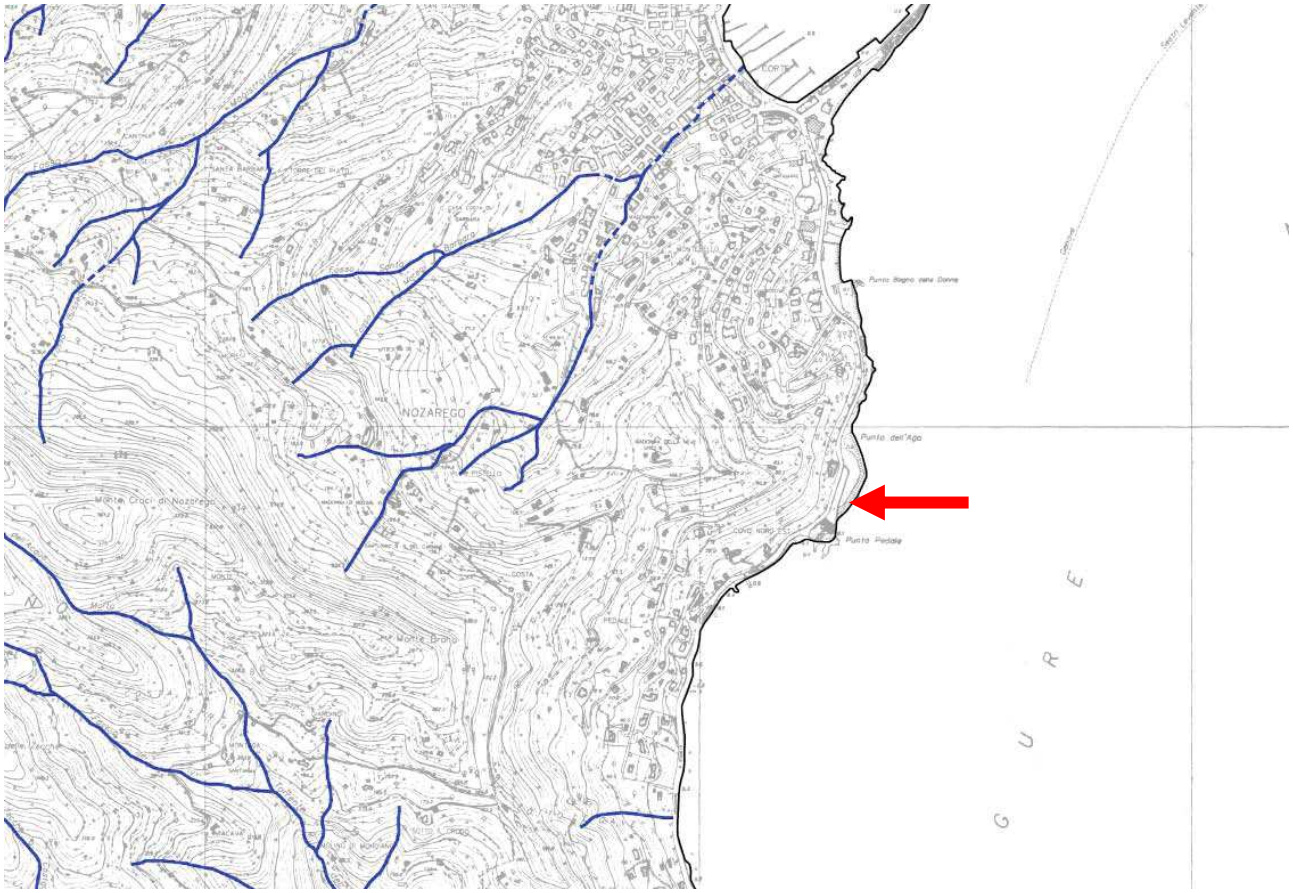


LEGENDA

CLASSI DI SUSCETTIVITA' AL DISSESTO			NORME DI ATTUAZIONE
	MOLTO ELEVATA	Pg4	Art. 16, c. 2
	ELEVATA	Pg3a	Art. 16, c. 3
	ELEVATA	Pg3b	Art. 16, c. 3-ter
	MEDIA	Pg2	Art. 16, c. 4
	BASSA	Pg1	Art. 16, c. 4
	MOLTO BASSA	Pg0	Art. 16, c. 4
CLASSI SPECIALI			
	TIPO A - Cave attive, miniere attive e discariche in esercizio		Art. 16bis, c. 2
	TIPO B1 - Cave inattive e miniere abbandonate		Art. 16bis, c. 3
	TIPO B1 - Cave inattive e miniere abbandonate classificate in Pg3b a seguito di indagini di dettaglio		Art. 16bis, c. 3
	TIPO B2 - Discariche dismesse e riporti antropici		Art. 16bis, c. 5
	Aree di costa alta/falesia attiva per le quali si rinvia al Piano di Tutela dell'Ambiente Marino e Costiero Approvato con DCR n. 18 del 25/09/2012		

PIANO DI BACINO AMBITO 15

STRALCIO CARTA DEL RETICOLO IDROGRAFICO



LEGENDA

Limite del Piano di Bacino

Reticolo idrografico

STUDIO GEOLOGICO DE FRANCHI Via Dante, 2/82 - 16121 GENOVA tel. 010/0986545 - 335/6371274	COMMITTENTE: ***IRETI S.P.A.***	Carotaggio **S 1**
UBICAZIONE: Santa Margherita Ligure, Punta Pedale		QUOTA p.c.: c.a 1.50 m slm
Ditta esecutrice: GEOFISICA E AMBIENTE srls	METODO DI PERFORAZIONE: Carotaggio continuo CAROTIERE (Ø101) PROFONDITA': 9.00 m RIVESTIMENTO (Ø127): 6 m; CASSETTE: n. 2	DATA INIZIO SONDAGGIO: 27/08/2019 DATA FINE SONDAGGIO: 28/08/2019

Profondità	Spessore livelli (m)	Stratigrafia	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Prima falda da p.c.	Manovre (m)	% carotaggio	RQD	SPT	Carotiere
0.70	0.70		**RIPORTO:** Ciottoli e ghiaia costituita da frammenti di calcare marnoso in matrice sabbioso limosa. Sono presenti resti di laterizi, i clasti presentano spigoli vivi.		0.70	100			Semplice (Ø 101 mm)
1.50	0.80		**TROVANTE:** Blocco di calcare marnoso	1.50	1.50	100			
1.90	0.40		**RIPORTO:** Ciottoli e ghiaia costituita da frammenti di calcare marnoso in matrice sabbioso limosa. Sono presenti resti di vegetali, i clasti presentano spigoli vivi.			100			
2.00	0.10		**TROVANTE:** Blocco di calcare marnoso		2.00				
2.70	0.70		**RIPORTO:** Ciottoli e ghiaia costituita da frammenti di calcare marnoso in matrice sabbioso limosa. Sono presenti resti di laterizi, i clasti presentano spigoli vivi.			100			
5.40	2.70		**RIPORTO:** Ghiaia costituita da frammenti di calcare marnoso in matrice limoso argillosa. Sono presenti resti di laterizi e vegetali, i clasti presentano spigoli vivi.		2.50 3.20 4.00 4.50 5.00	100 100 100 100 100		2.50 R 2.60 4.00 6 25 20 4.45 5.00 R 5.14	
6.10	0.70		**CAPPELLACCIO DI ALTERAZIONE DEL SUBSTRATO ROCCIOSO:** Calcare marnoso molto alterato con stratificazione visibile.		6.10	100			
6.90	0.80		**CAPPELLACCIO DI ALTERAZIONE DEL SUBSTRATO ROCCIOSO:** Calcare marnoso molto fratturato.		6.70	80	0		Doppio + diamante
9.00	2.10		**SUBSTRATO ROCCIOSO:** Calcare marnoso sano e compatto.		7.70 8.00 8.50	90 100 90 90	30 100 0 28		

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
- Sondaggio S1 -



Postazione sondaggio S1

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
- Sondaggio S1 -



Cassetta n. 1: da 0,00 a 5,00 m



Cassetta n. 2: da 5,00 a 9,00 m

STUDIO GEOLOGICO DE FRANCHI Via Dante, 2/82 - 16121 GENOVA tel. 010/0986545 - 335/6371274	COMMITTENTE: ***IRETI S.P.A.***	Carotaggio **S 2**
UBICAZIONE: Santa Margherita Ligure, Punta Pedale		QUOTA p.c.: c.a 1.50 m slm
Ditta esecutrice: GEOFISICA E AMBIENTE srls	METODO DI PERFORAZIONE: Carotaggio continuo CAROTIERE (Ø101) PROFONDITA': 6.50 m RIVESTIMENTO (Ø127): 4.5 m; CASSETTE: n. 2	DATA INIZIO SONDAGGIO: 29/08/2019 DATA FINE SONDAGGIO: 30/08/2019

Profondità	Spessore livelli (m)	Stratigrafia	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Prima falda da p.c.	Manovre (m)	% carotaggio	RQD	SPT	Carotiere
0.50	0.50		**TROVANTE:** Blocco di gneiss			100			Semplice (Ø 101 mm)
1.50	1.00	1	**TROVANTI:** Blocchi e ciottoli di calcare marnoso	1.50	0.70	100			Doppio + diamante
2.00	0.50	2	**RIPORTO:** Ciottoli e ghiaia costituita da frammenti di calcare marnoso in matrice sabbioso limosa. Sono presenti resti di laterizi, i clasti presentano spigoli vivi.		1.50	100			Semplice (Ø 101 mm)
2.30	0.30		**TROVANTI:** Blocchi di calcare marnoso e conglomerato		2.00	100			Doppio + diamante
2.45	0.15		**RIPORTO:** Ciottoli e ghiaia costituita da frammenti di calcare marnoso in matrice sabbioso limosa.		2.30			2.30 R 2.42	
2.60	0.15		**TROVANTE:** Blocco di calcare marnoso			90			Semplice (Ø 101 mm)
3.00	0.40	3	**RIPORTO:** Ghiaia e sabbia limoso argillosa. Sono presenti resti di vegetali, i clasti presentano spigoli vivi.		3.00				
3.60	0.60		**TROVANTI:** Blocchi e ciottoli di calcare marnoso		3.60	90			Doppio + diamante
4.25	0.65	4	**RIPORTO:** Ghiaia costituita da frammenti di calcare marnoso in matrice limoso argillosa. Sono presenti resti di vegetali, i clasti presentano spigoli vivi.		4.00	90			Semplice (Ø 101 mm)
5.30	1.05	5	**TROVANTI:** Blocchi e ciottoli di calcare marnoso e conglomerato		4.25	90			
6.50	1.20	6	**SUBSTRATO ROCCIOSO:** Calcare marnoso sano e compatto.		5.00	100	67		Doppio + diamante

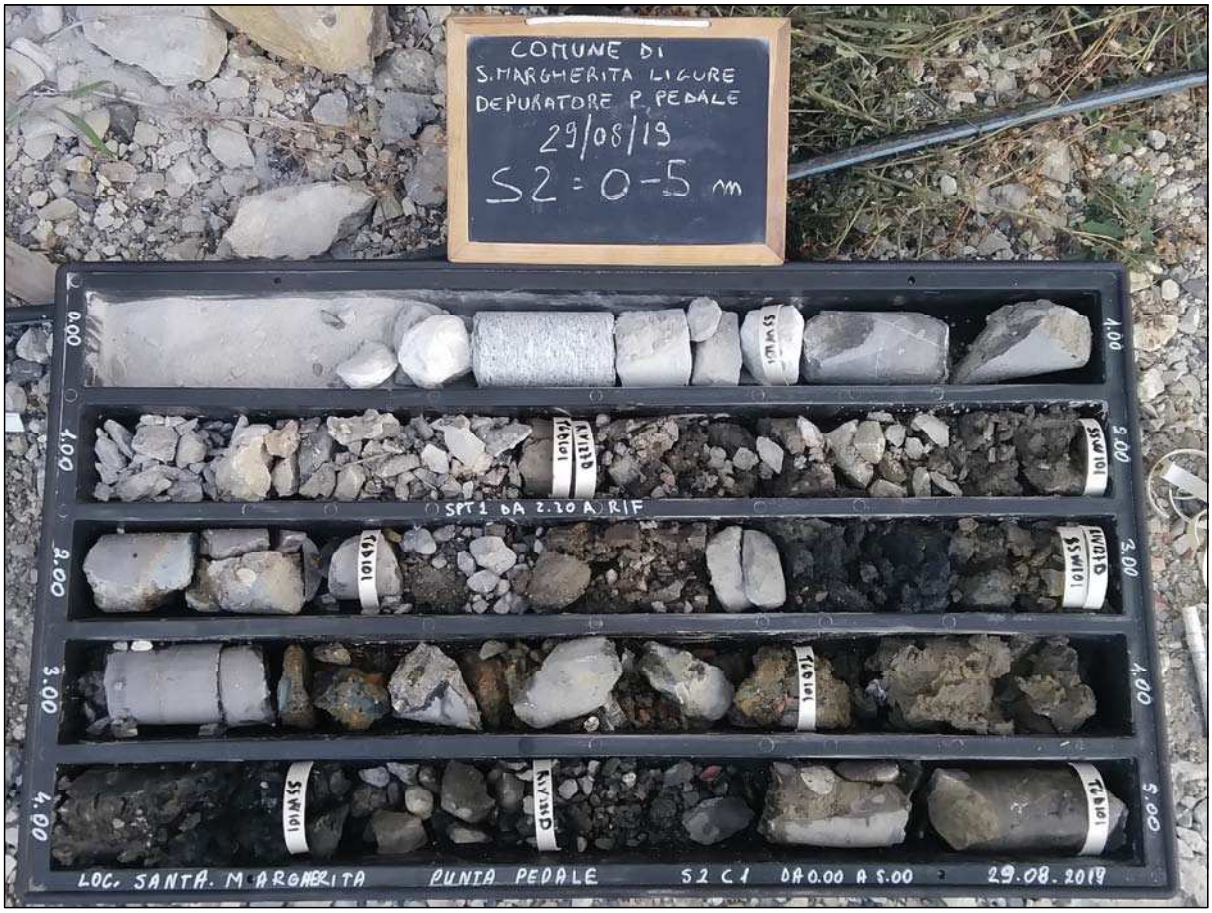
NOTA: l'avanzamento del rivestimento è stato eseguito con corona al diamante

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
- Sondaggio S2 -



Postazione sondaggio S2

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
- Sondaggio S2 -



Cassetta n. 1: da 0,00 a 5,00 m



Cassetta n. 2: da 5,00 a 6,50 m

STUDIO GEOLOGICO DE FRANCHI Via Dante, 2/82 - 16121 GENOVA tel. 010/0986545 - 335/6371274	COMMITTENTE: ***IRETI S.P.A.***	Carotaggio **S 3**
UBICAZIONE: Santa Margherita Ligure, Punta Pedale		QUOTA p.c.: c.a 1.50 m slm
Ditta esecutrice: GEOFISICA E AMBIENTE srls	METODO DI PERFORAZIONE: Carotaggio continuo CAROTIERE (Ø101) PROFONDITA': 8.00 m RIVESTIMENTO (Ø127): 6 m; CASSETTE: n. 2	DATA INIZIO SONDAGGIO: 30/08/2019 DATA FINE SONDAGGIO: 02/09/2019

Profondità	Spessore livelli (m)	Stratigrafia	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Prima falda da p.c.	Manovre (m)	% carotaggio	RQD	SPT	Carotiere
0.70	0.70	1	**RIPORTO:** Ghiaia grossolana costituita da frammenti di calcare marnoso in matrice sabbioso limosa. Sono presenti resti di laterizi, i clasti presentano spigoli vivi.	1	0.70	100			Semplice (Ø 101 mm)
	1.05		**TROVANTE:** Blocco di calcare marnoso		0.90	100			
1.75	0.10		**RIPORTO:** Ghiaia in matrice sabbioso limosa. Sono presenti resti di laterizi.	1.50	1.60	100			Doppio + diamante
1.85	0.45	2	**TROVANTI:** Blocchi di calcare marnoso e conglomerato	2					
2.30	0.30		**RIPORTO:** Ciottoli e ghiaia in matrice sabbioso limosa. Sono presenti resti di laterizi.			100			
2.60	0.80	3	**TROVANTE:** Blocco di calcare marnoso	3					
3.40	0.10		**RIPORTO:** Ghiaia in matrice sabbioso limosa.		3.30				
3.50	2.30	4	**TROVANTI:** Blocchi e ciottoli di calcare marnoso	4		80			
		5		5	4.60	100			
					5.00	80			
5.80	0.50	6	**RIPORTO:** Ghiaia costituita da frammenti di calcare marnoso in matrice limoso argillosa. Sono presenti resti di laterizi, i clasti presentano spigoli vivi.	6	6.00	90			Semplice (Ø 101 mm)
6.30	0.40		**CAPPELLACCIO DI ALTERAZIONE DEL SUBSTRATO ROCCIOSO:** Calcare marnoso molto alterato con stratificazione visibile.		6.30	100			
6.70	1.30	7	**SUBSTRATO ROCCIOSO:** Calcare marnoso sano e compatto.	7	6.70	100	100		Doppio + diamante
8.00		8		8					

NOTA: l'avanzamento del rivestimento è stato eseguito con corona al diamante

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
- Sondaggio S3 -



Postazione sondaggio S3

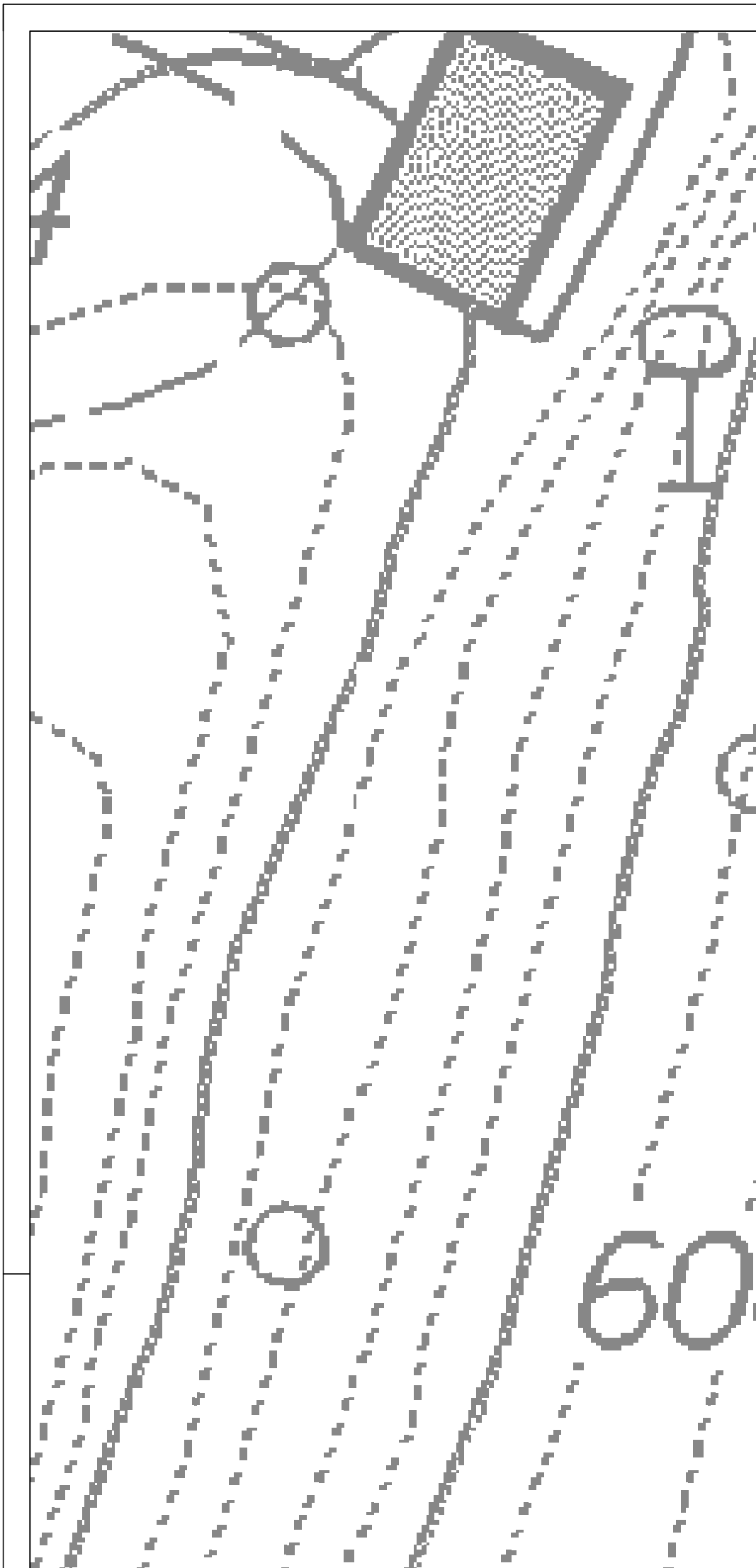
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
- Sondaggio S3 -

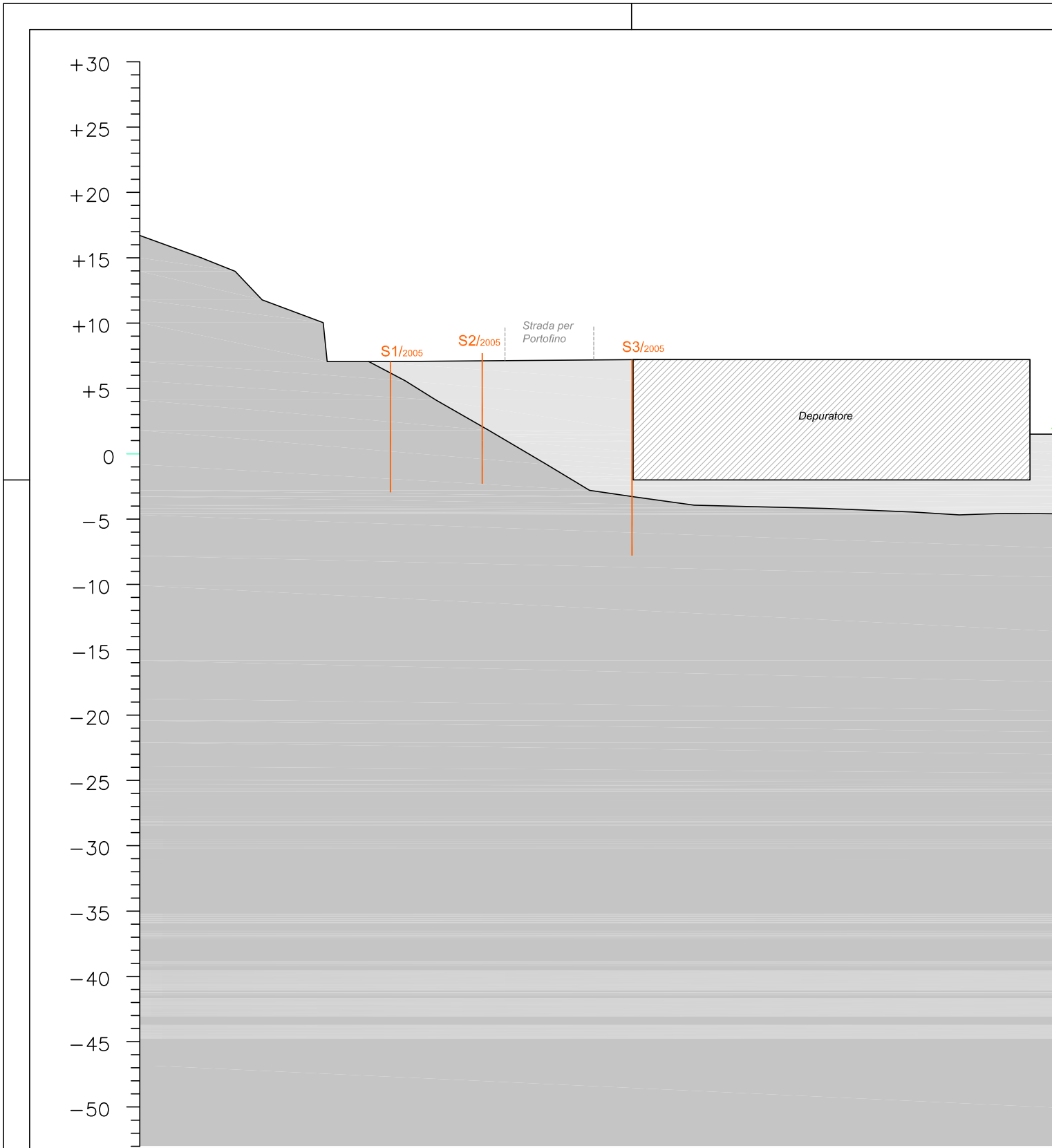


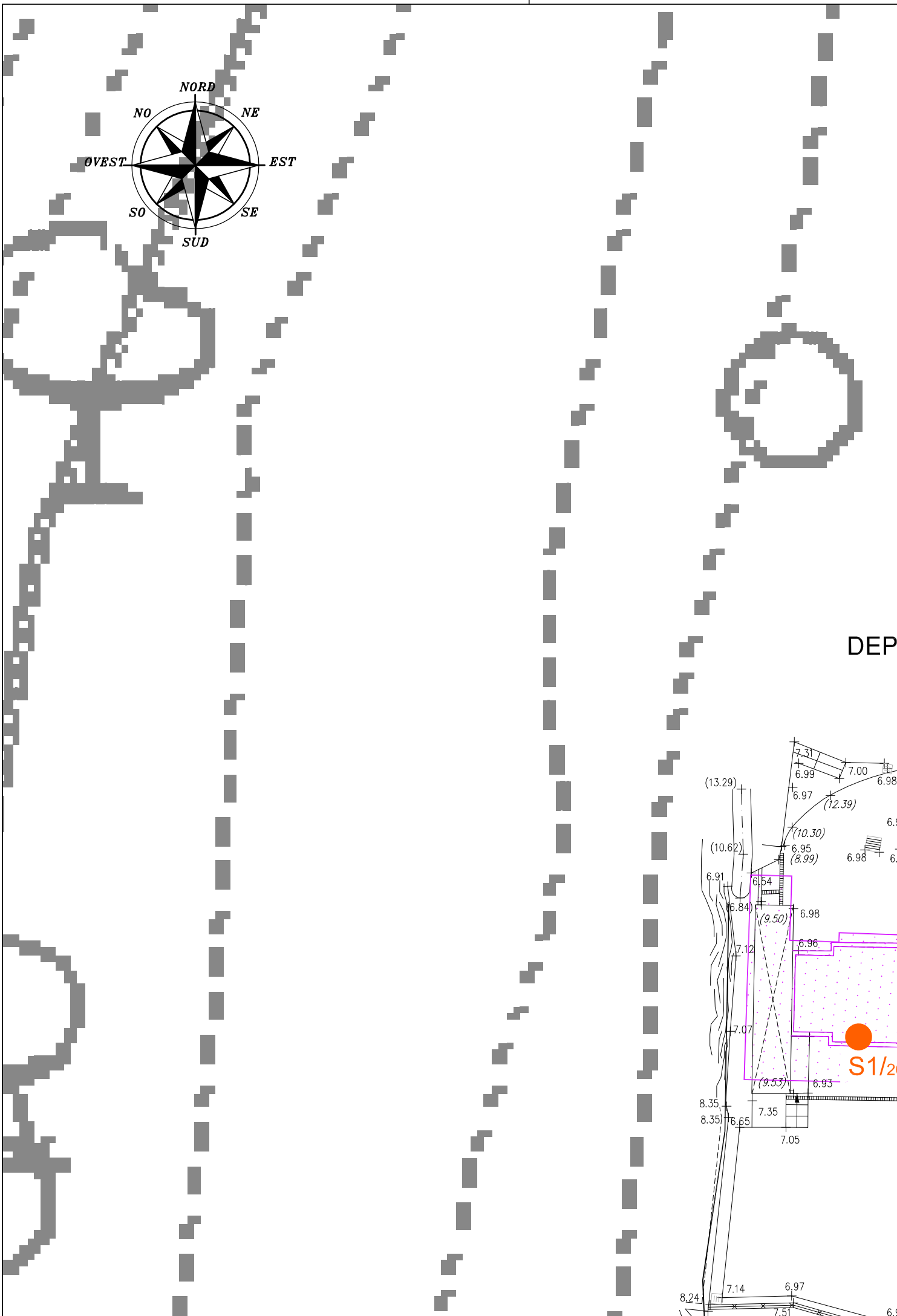
Cassetta n. 1: da 0,00 a 5,00 m

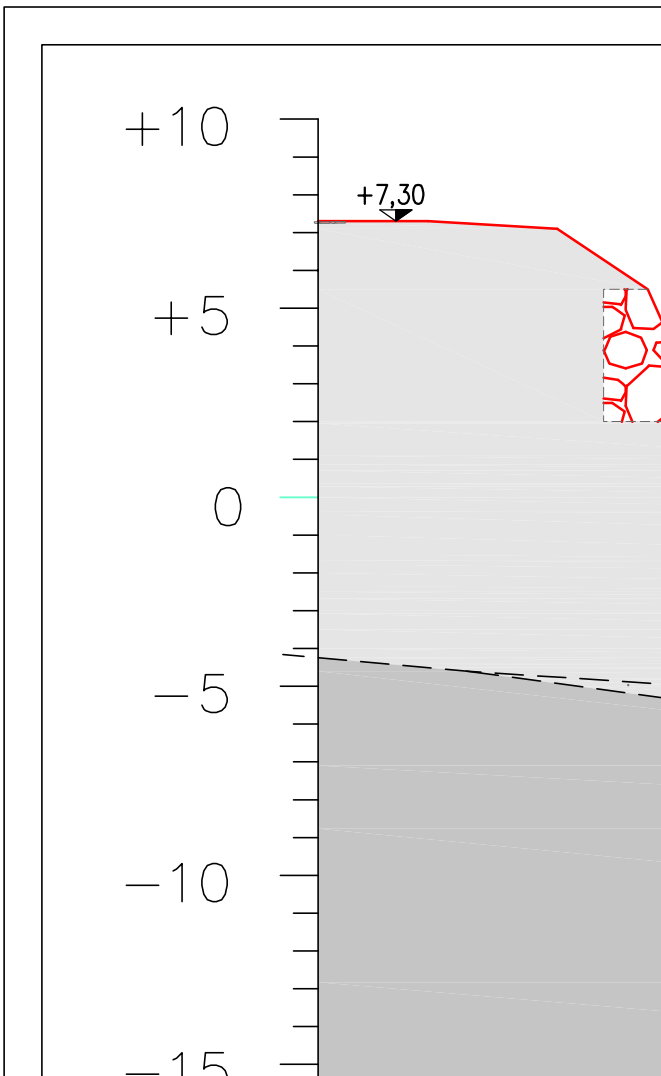


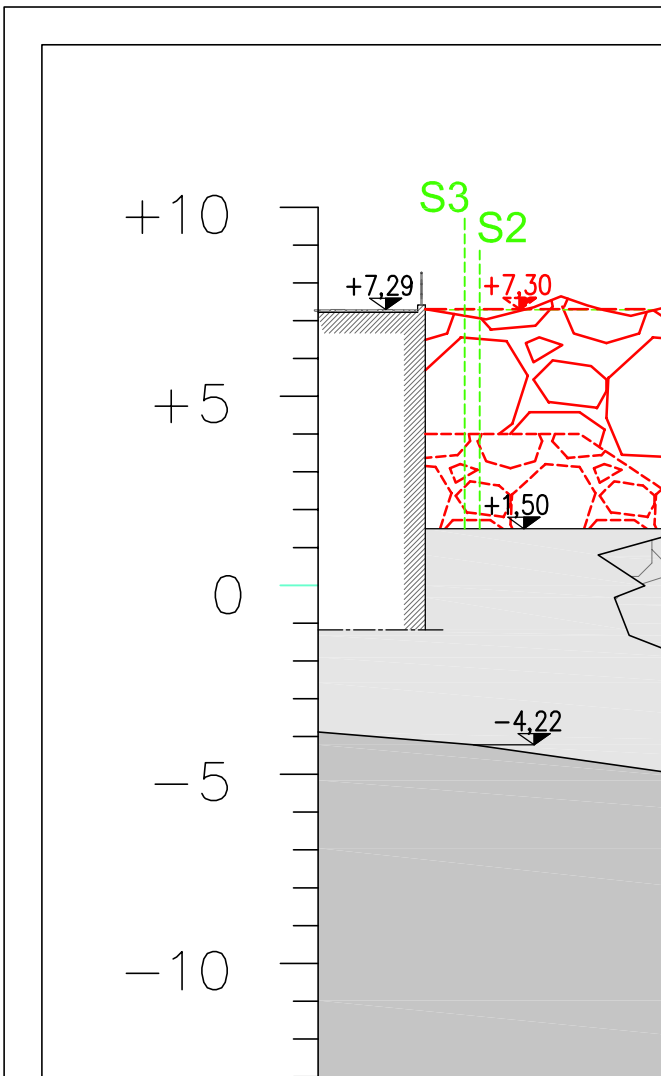
Cassetta n. 2: da 5,00 a 8,00 m




+30
+25
+20
+15
+10
+5
0
−5
−10
−15
−20
−25
−30
−35
−40
−45
−50
S1/2005
S2/2005
Strada per
Portofino
S3/2005
Depuratore


NORD
NO
NE
OVEST
EST
SO
SE
SUD
DEP
7.31
6.99
7.00
6.98
6.97
(12.39)
(13.29)
(10.30)
(10.62)
6.95
(8.99)
6.98
6.91
6.54
(6.84)
(9.50)
6.98
6.96
7.12
7.07
S1/2
(9.53)
6.93
8.35
8.35
7.35
6.65
7.05
8.24
7.14
6.97
7.51


+10
+5
0
−5
−10
−15
+7,30


+10
+5
0
−5
−10
S3
S2
+7,29
+7,30
+1,50
−4,22