Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

LIGURE PROVVEDITORATO PER LE OPERE PUBBLICHE
PIEMONTE VALLE D'AOSTA LIGURIA

COMUNE DI SANTA MARGHERITA

PROGETTAZIONE DEFINITIVA
PER LA REALIZZAZIONE DI UN CANALE SCOLMATORE E SISTEMAZIONE IDRAULICA DEI TORRENTI SAN SIRO E MAGISTRATO IN COMUNE DI SANTA MARGHERITA LIGURE (GE)

PIANO DI UTILIZZO DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO

RELAZIONE (REV. FEBBRAIO 2018)



Progettazione

D'APOLLONIA S.P.A

BETA STUDIO S.R.L

MONTALDO ENGINEERING S.R.L

DR. GEOL. LUCIANO MINETTI .

STEGEO

Coordinatore della Progettazione
(Provveditorato per le OO.PP.)
Dr. Ing. Francesco Caldani

Responsabile del Procedimento
(Provveditorato per le OO.PP.)
Dr. Ing..Alessandro Pentimalli

Genova Febbraio 2018

INDICE Pag

1 PREMESSA 1
2 NORMATIVA RELATIVA ALLE ATTIVITA' DI RIUTILIZZO 1
E RECUPERO DEI MATERIALI DI SCAVO . 1
3 DEFINIZIONI 2
4 BREVE DESCRIZIONE DELLE OPERE 4
5 INQUADRAMENTO TERRITORIALE E TOPO-CARTOGRAFICO
DEL SITO DI PROGETTO 10
5.1 Denominazione ed ubicazione del sito 10
5.2 Estremi catastali .10
5.3 Estremi cartografici da Carta Tecnica Regionale (CTR
5.4. Corografia 10
5.5. Planimetrie degli interventi 20
5.6 Volumi di scavo 20
5.7 Inquadramento Urbanistico 21
5.7.1 Progetto Preliminare del Piano Urbanistico Comunale (PUC) 21
5.7.2 Contenuti e Relazioni con il Progetto 21
5.8 Inquadramento Geologico, Geomorfologico e Idrogeologico 25
5.8.1 Inquadramento Geologico .25
5.8.2 Inquadramento Geomorfologico 27
5.8.3 Inquadramento Idrogeologico 29
5.8.4 Stratigrafia 30
5.9 Descrizione delle attività svolte sul sito 37
5.9.1.uso pregresso del sito e cronistoria delle attività antropiche svolte sul sito37
6. I MATERIALI DERIVATI DALLO SCAVO 37
6.1 Modalità di scavo della galleria 37
6.2 Materiali prodotti dallo scavo della galleria e loro volumi 39
7. NORMALI PRATICHE INDUSTRIALI 41
8 PIANO DI CAMPIONAMENTO E ANALISI 41
(Indagini geotecniche e ambientali)
8.1 Indagini geognostiche e geotecniche 41
8.2 Caratterizzazione geotecnica dei materiali prodotti dallo scavo 43
8.2.1 Terreni sciolti della coltre eluvio colluviale e dell'area DGPV 43
8.2.2 Calcari marnosi del substrato 44
8.3 Caratterizzazione ambientale dei materiali prodotti dallo scavo 45
8.3.1 Controlli in Corso d'Opera 46
9 SOSTENIBILITÀ SULL'UTILIZZO DEI MATERIALI DERIVATO DA SCAVI
NEI CALCARI DEL MONTE ANTOLA, CONSIDERAZIONE SUI RISULTATI
SULLO SMARINO ESTRATTO PER LA REALIZZAZIONE DELLO
SCOLMATORE DEL TORRENTE FEREGGIANO 48
9.1 La caratterizzazione Chimica 48
9.2 Assortimento granulometrico .49
10 GLI UTILIZZI E I SITI DI DESTINAZIONE PREVISTI 51
10.1 Premessa sugli utilizzi ed i siti prescelti 52
10.1.1 Formazione della piattaforma temporanea a mare .52
10.1.2 Gli inerti per i Calcestruzzo Previsti dal Progetto 52
10.1.3 Il ripascimento strutturale spiaggia retroporto a Santa Margherita L. 53

10.1.4 Il ripascimento stagionale del litorale di Santa Margherita Ligure 55
10.1.5 Il bilancio volumetrico delle destinazioni previste 56
10.1.6 Criteri di progettazione degli interventi di ripascimento 57

10.2 Sito di destinazione, il cantiere dello Scolmatore 58
Inquadramento Territoriale e Topo-Cartografico
10.3 Il ripascimento strutturale spiaggia retroporto a Santa Margherita Ligure .60
Inquadramento Territoriale e Topo-Cartografico
10.3.1 Denominazione ed ubicazione del sito 61
10.3.2 Estremi cartografici da Carta Tecnica Regionale (CTR) 61
10.3.3 Ubicazione del sito ed estremi catastali 61
10.3.4 Corografia 63
10.3.5 Planimetrie degli interventi 64
10.3.6 Volumi di ripascimento 66
10.3.7 Inquadramento Urbanistico 66
10.3.8 Inquadramento Geologico, Geomorfologico e Idrogeologico .69
10.3.9 Descrizione delle attività svolte sul sito 75
10.4 Sito di destinazione, il ripascimento stagionale di Santa margherita Ligure
Inquadramento Territoriale e Topo-Cartografico 76
10.4.1 Denominazione ed ubicazione del sito 76
10.4.2 Estremi cartografici da Carta Tecnica Regionale (CTR) 76
10.4.3 Volumi di ripascimento 76
10.4.4 Inquadramento Urbanistico 78
10.4.5 Inquadramento Geologico, Geomorfologico e Idrogeologico 78
10.4.6 Descrizione delle attività svolte sul sito 78
10.5 Sito di destinazione Cava “Sopra la Fontana ” Comune di Né (GE)
Inquadramento Territoriale e Topo-Cartografico 81
10.5.1 Denominazione, desunta dalla toponomastica del luogo 81
10.5.2 ubicazione del sito ed estremi catastali 81
10.5.3 Estremi cartografici da Carta Tecnica Regionale (CTR) 81
10.5.4 .Corografia (preferibilmente scala 1:5.000) 81
10.5.5 Planimetria quotata e profili di scavo 81
10.5.6 Valutazione dei volumi di progetto. 88
10.5.7 Inquadramento Urbanistico 88
10.5.8 Inquadramento geologico ed idrogeologico 93
10.5.9 Il trasporto .95
10.6 Il sito di movimentazione in cantiere 101
11. I TRASPORTI 105

12 CONCLUSIONI 106

Allegati :

Allegato 1 – Cronoprogramma e tabelle
Allegato 2 – Stratigrafia sondaggio SG2
Allegato 3 – Certificati delle prove ambientali
Allegato 4 – Caratterizzazione Chimica e Distribuzione granulometrica Smarino Scolmatore Fereggiano (dati forniti da Comune di Genova, settore Opere Idrauliche e Sanitarie)
Allegato 5 – Manifestazioni di interesse per l'utilizzo dei materiali di scavo
Allegato 6 – Ripascimento strutturale Santa Margherita Ligure .

Gruppo di Lavoro

Dr.Geol. Luciano Minetti
Dr.Geol. Carlo Baracco
Dr.Geol. Guido Paliaga

Documenti Consultati

Elaborati Progettuali 2005 - 2017

- Relazioni geologica e idrogeologica
- Relazione geologica e delle indagini integrative area di DGPV
- Relazioni geotecniche
- Relazioni geomeccanica, tecnica e di calcolo
- SIA
- Progetto Definitivo Porto Di Santa Margherita Ligure; Messa in sicurezza ed adeguamento funzionale con riqualificazione degli ormeggi e del Litorale Sud (Santa Benessere & Social S.p.A. - Dic. 2017- Rev Feb 2018)

1 PREMESSA

A seguito dell'entrata in vigore del DPR 13 giugno 2017 n. 120 "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164", si predispone il presente Piano di Utilizzo dei materiali da scavo derivanti dalle realizzazione dei lavori di scavo della galleria secondo quanto indicato all'art. 5 ed all'Allegato 5 del Decreto, nelle forme e nei tempi ivi previsti.

Nella presente relazione, dopo una presentazione della normativa di riferimento, una descrizione del progetto e un quadro di sintesi del panorama geologico e geomorfologico entro il quale si sviluppa il progetto, si illustrano i caratteri geotecnici e ambientali dei materiali prodotti dallo scavo della galleria e si esamina in quale contesto questi potranno essere utilizzati per evitare costosi conferimenti in discarica non sostenibili dal punto di vista ambientale e del costo.

2 NORMATIVA RELATIVA ALLE ATTIVITA' DI RIUTILIZZO E RECUPERO DEI MATERIALI DI SCAVO

Il presente Piano di Utilizzo è stato redatto in conformità del D.P.R 13 giugno 2017, n. 120 Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164 (G.U. n. 183 del 7 agosto 2017) ed i particolare all'Articolo 9 e all'Allegato 5 che ne dettaglia i contenuti suoi allegati.

3 DEFINIZIONI

Ai fini del regolamento si, di cui al punto 2 si applica le definizioni di cui all'articolo 183, comma 1, del decreto legislativo n. 152 del 2006 e successive modificazioni, nonchè le seguenti:

a. «opera»: il risultato di un insieme di lavori di costruzione, demolizione, recupero, ristrutturazione, restauro, manutenzione, che di per se' esplichi una funzione economica o tecnica ai sensi dell'articolo 3, comma 8, del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163, e successive modificazioni;

b. «materiali da scavo»: il suolo o sottosuolo, con eventuali presenze di riporto, derivanti dalla realizzazione di un'opera quali, a titolo esemplificativo:

- scavi in genere (sbancamento, fondazioni, trincee, ecc.); perforazione, trivellazione, palificazione, consolidamento, ecc.;
- opere infrastrutturali in generale (galleria, diga, strada, ecc.);
- rimozione e livellamento di opere in terra;
- materiali litoidi in genere e comunque tutte le altre plausibili frazioni granulometriche provenienti da escavazioni effettuate negli alvei, sia dei corpi idrici superficiali che del reticolo idrico scolante, in zone golenali dei corsi d'acqua, spiagge, fondali lacustri e marini;
- residui di lavorazione di materiali lapidei (marmi, graniti, pietre, ecc.) anche non connessi alla realizzazione di un'opera e non contenenti sostanze pericolose (quali ad esempio flocculanti con acrilamide o poliacrilamide).
- I materiali da scavo possono contenere, sempre che' la composizione media dell'intera massa non presenti concentrazioni di inquinanti superiori ai limiti massimi previsti dal presente Regolamento, anche i seguenti materiali: calcestruzzo, bentonite, polivinilcloruro (PVC), vetroresina, miscele cementizie e additivi per scavo meccanizzato;

c. «riporto»: orizzonte stratigrafico costituito da una miscela eterogenea di materiali di origine antropica e suolo/sottosuolo come definito nell'allegato 9 del presente Regolamento;

d. «materiale inerte di origine antropica»: i materiali di cui all'Allegato 9. Le tipologie che si riscontrano piu' comunemente sono riportate in Allegato 9;

e. «suolo/sottosuolo»: il suolo e' la parte più superficiale della crosta terrestre distinguibile, per caratteristiche chimico-fisiche e contenuto di sostanze organiche, dal sottostante sottosuolo;

f. «autorità competente»: e' l'autorità che autorizza la realizzazione dell'opera e, nel caso di opere soggette a valutazione ambientale o ad autorizzazione integrata ambientale, e' l'autorita' competente di cui all'articolo 5, comma 1, lettera p), del decreto legislativo n. 152 del 2006 e successive modificazioni;

g. «caratterizzazione ambientale dei materiali di scavo»: attività svolta per accertare la sussistenza dei requisiti di qualita' ambientale dei materiali da scavo in conformità a quanto stabilito dagli Allegati 1 e 2;

h. «Piano di Utilizzo»: il piano di cui all'articolo 5 del Regolamento di cui al punto.2;

i. «ambito territoriale con fondo naturale»: porzione di territorio geograficamente individuabile in cui puo' essere dimostrato per il suolo/sottosuolo che un valore superiore alle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) di cui alle colonne A e B della tabella 1 dell'allegato 5, alla parte quarta, del decreto legislativo n.152 del 2006 e successive modificazioni sia ascrivibile a fenomeni naturali legati alla specifica pedogenesi del territorio stesso, alle sue caratteristiche litologiche e condizioni chimico-fisiche presenti;

l. «sito»: area o porzione di territorio geograficamente definita e determinata, intesa nelle sue componenti ambientali (suolo, sottosuolo e acque sotterranee, ivi incluso l'eventuale riporto) dove avviene lo scavo o l'utilizzo del materiale;

m. «sito di produzione»: uno o più siti perimetrati in cui e' generato il materiale da scavo;

n. «sito di destinazione»: il sito, diverso dal sito di produzione, come risultante dal Piano di Utilizzo, in cui il materiale da scavo e' utilizzato;

o. «sito di deposito intermedio»: il sito, diverso dal sito di produzione, come risultante dal Piano di Utilizzo di cui alla lettera h) del presente articolo, in cui il materiale da scavo e' temporaneamente depositato in attesa del suo trasferimento al sito di destinazione*;*

p. «normale pratica industriale»: le operazioni definite ed elencate, in via esemplificativa, nell'Allegato 3 del regolamento di cui al punto 2;

q. «proponente»: il soggetto che presenta il Piano di Utilizzo;

r. «esecutore»: il soggetto che attua il Piano di Utilizzo.

4 BREVE DESCRIZIONE DELLE OPERE

Il progetto prevede la realizzazione delle seguenti opere principali:

- Opera di presa del torrente San Siro.
- Opera di presa del Torrente Magistrato.
- Galleria idraulica della lunghezza di 2.390m.
- Opera di sbocco a mare.

Si vedano (Fig. da 4.1 a 4.8).

Il tracciato della galleria corre in sponda destra del torrente San Siro e raccoglie sia le portate di questo sia quelle del torrente Magistrato, lo sfocio in mare avviene in prossimità di Punta Pedale.

Le coperture lungo il tracciato variano da un minimo di 10-15m in corrispondenza dei portali ad un massimo di 100m circa.

L'opera in oggetto ha una lunghezza complessiva pari a 2390 m e diparte dalla sponda destra del Torrente San Siro per arrivare a sfociare a mare, in prossimità di Punta Pedale.

Con esclusione delle zone di imbocco e sbocco a mare, le coperture presenti lungo il tracciato variano da un minimo di 2-3 diametri di scavo ad un massimo di 100 metri circa; la sua porzione di monte, di lunghezza pari a 1060 m, parte in corrispondenza dell'opera di presa sul Torrente San Siro a quota 25,50 m s.l.m. e termina in corrispondenza della presa sul Torrente Magistrato a quota 15,30 m s.l.m. realizzando una pendenza pari a circa l'1%.

La sua porzione di valle, di lunghezza pari a circa 1330 metri, parte in corrispondenza della presa sul Torrente Magistrato e termina in corrispondenza dello sbocco a mare a quota 0,00 m s.l.m.; la sua pendenza è compresa tra 1% e 3,8% (ultimi 85 m verso mare) oltre una modesta zona con pendenza del 10%.

Le dimensioni e la forma della sezione della galleria, verificata per le portate di progetto, è stata ottimizzata in funzione delle esigenze costruttive e delle economicità e sicurezza dello scavo condizioni che hanno determinato le dimensioni di scavo rispetto a quelle sufficienti dal punta di vista idraulico.

Forma e dimensione interna della sezione di progetto della galleria idraulica sono state ottenute per successivi affinamenti, partendo dalle sezioni "ovoidale" del progetto preliminare e dalla classica sezione "a ferro di cavallo" sono state individuate le dimensioni minime che permettono il passaggio della portata di progetto con un franco minimo di 1 metro. Per ogni sezione idraulica sono state costruite le rispettive sezioni di scavo. Le dimensioni delle sezioni così ottenute sono però state allargate per garantire un sufficiente grado di sicurezza per gli operatori durante le fasi di costruzione ed una discreta resa di avanzamento del fronte scavo.

A parità di sicurezza e velocità di scavo la sezione "a ferro di cavallo" più bassa rispetto a quella "ovoidale", comportando un minor volume di smarino, è risultata la meno costosa, la sezione

idraulica di progetto, rispetto alla sezione di progetto individuata nella fase preliminare, (L=4,86 metri; H=5,1 metri), risulta più larga e meno alta (L=5,1 metri; H=4,6 metri).

La sezione è stata, infatti, ottimizzata in funzione esigenze costruttive per permettere il passaggio in scurezza dei mezzi di cantiere in modo da limitare il rischio di incidenti estremamente gravi quali lo schiacciamento degli addetti alle varie lavorazioni

I tempi di realizzazione sono riportati dell'opera sono riportati nel Cronoprogramma (All.1), e risultano di 26 mesi, in termini continui; in considerazione del pregiato contesto che ospita l'opera sarà necessario non interferire con le attività turistico balneari, a questo scopo sono previste interruzioni annuali delle attività durante il periodo estivo di quattro mesi da Giugno a Settembre.

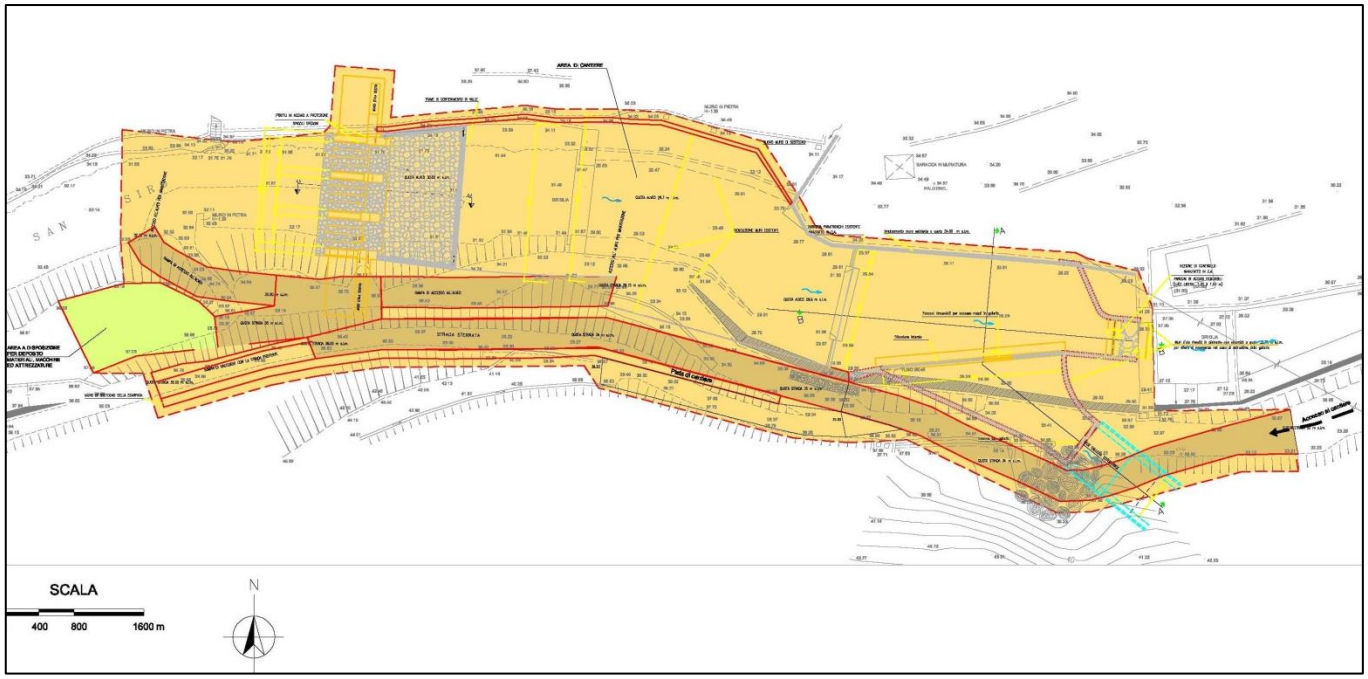


Fig. 4.1 Opera di presa cantiere del torrente San Siro

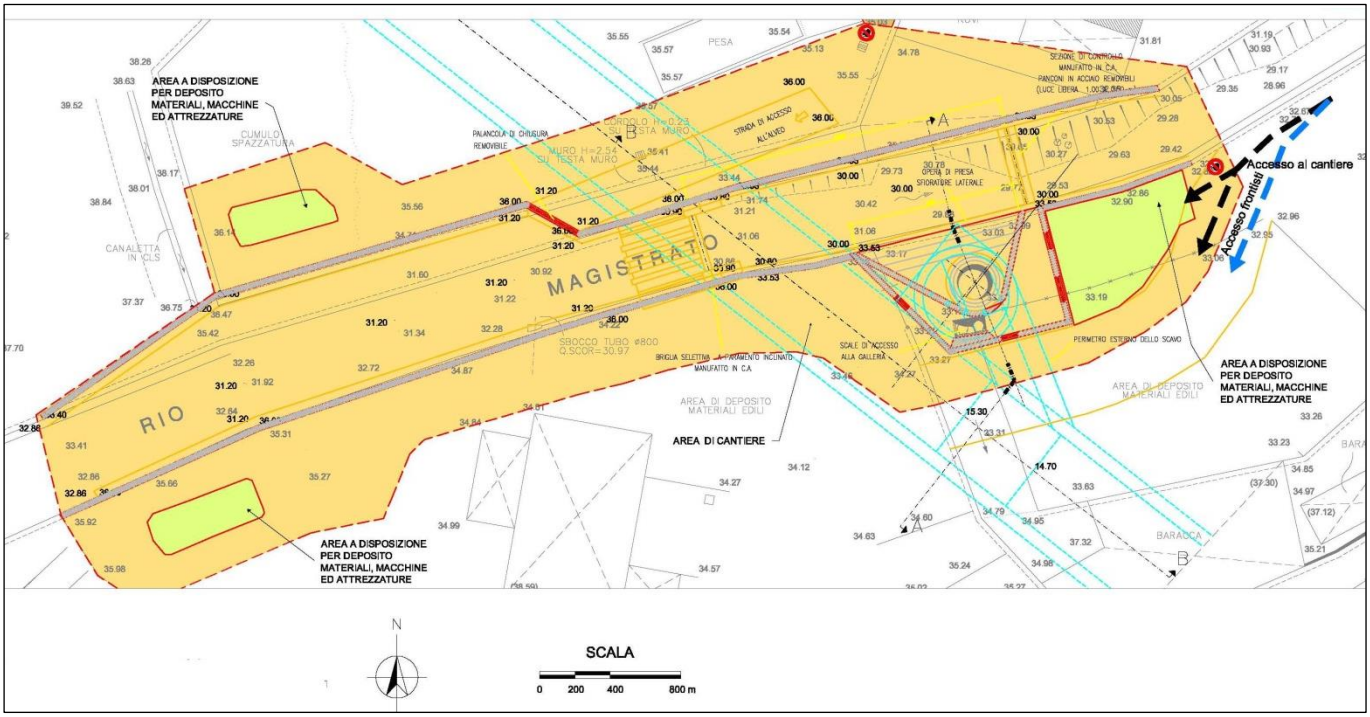


Fig. 4.2 Opera di presa cantiere del torrente Magistrato

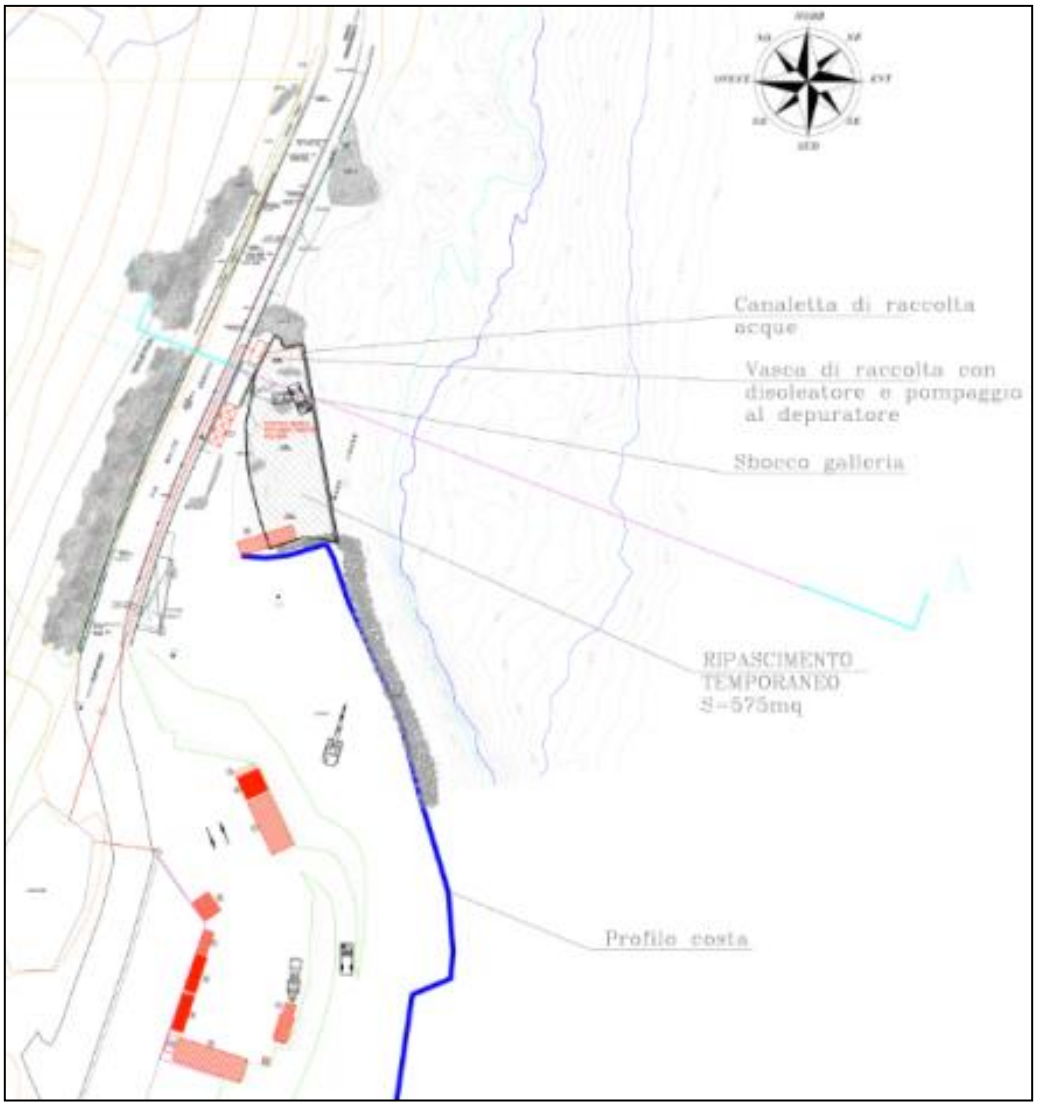


Fig.4.3 Opera Sbocco a Mare, cantiere

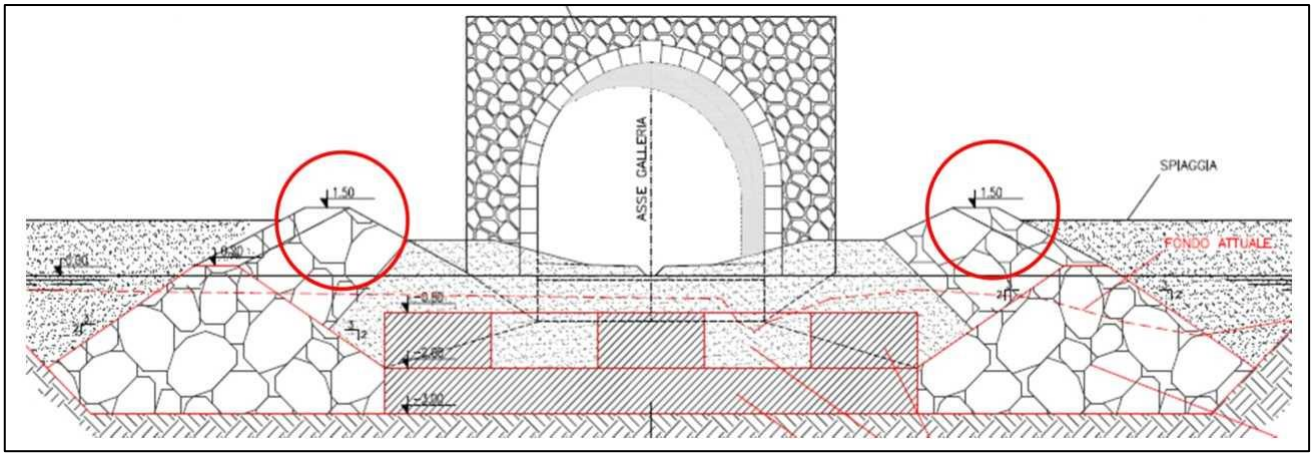


Fig.4.4 Opera Sbocco a mare, Prospetto e Pennelli di scogliere

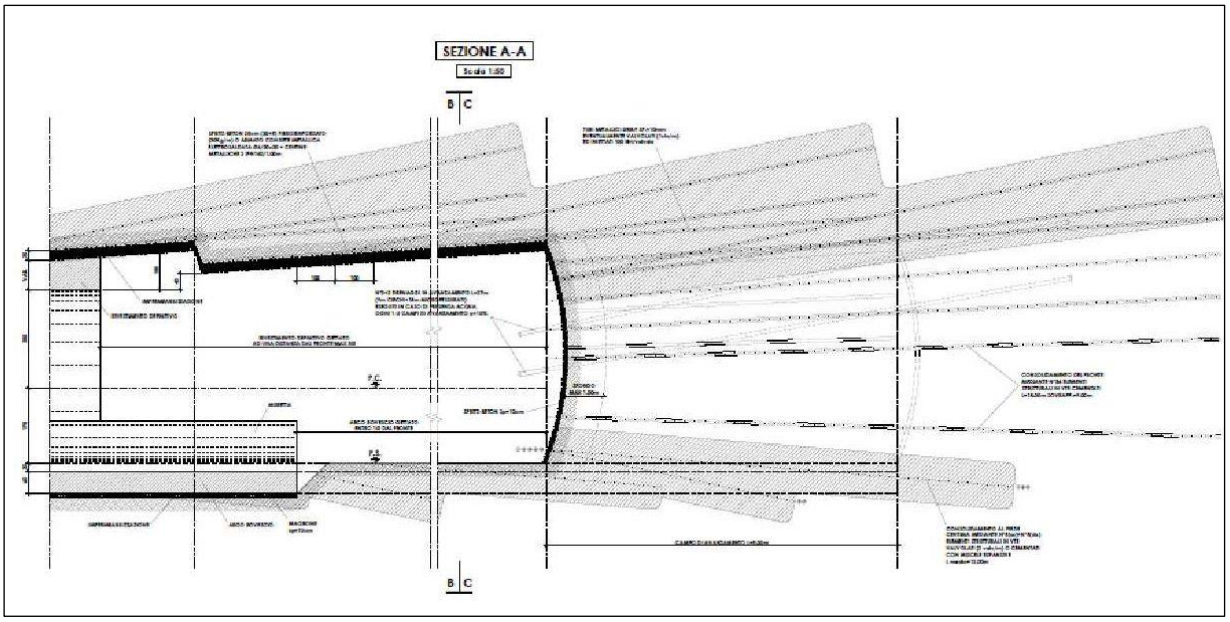


Fig. 4.5 Scavo galleria, Profilo Longitudinale Sezione C0

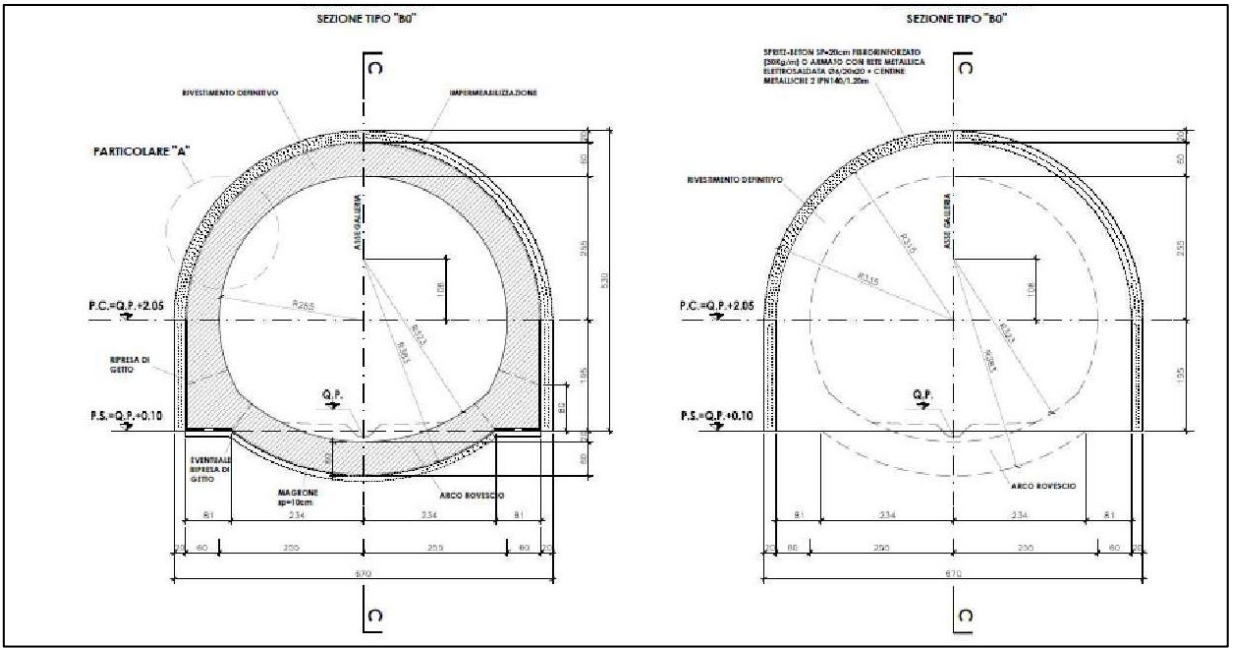


Fig. 4.6 Scavo galleria, Sezione B0

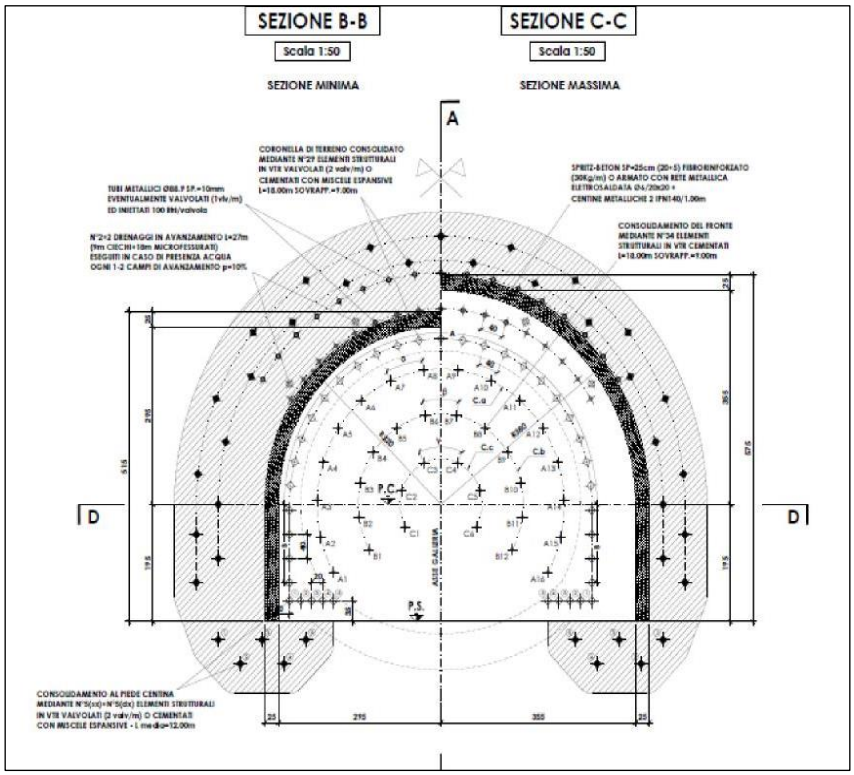


Fig. 4.7Scavo galleria, Sezione BB e CC

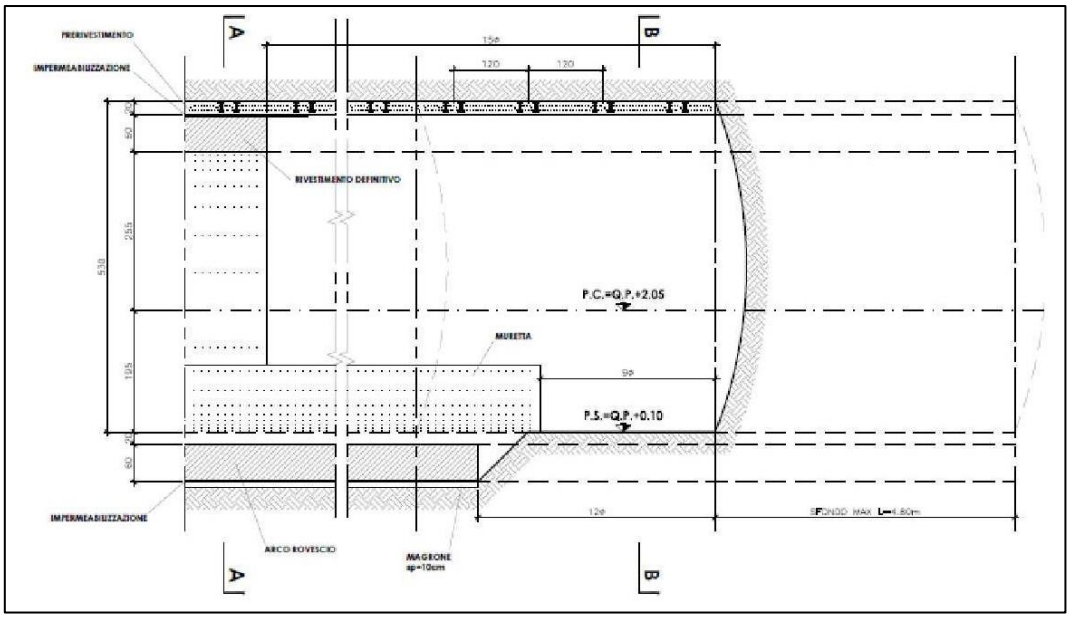


Fig. 4.8 Scavo galleria, Profilo Longitudinale Sezione B0

5 INQUADRAMENTO TERRITORIALE E TOPO-CARTOGRAFICO DEL SITO DI PROGETTO

5.1 Denominazione ed ubicazione del sito

L'opera è situata a Santa margherita Ligure (GE) le dominazioni e collocazioni dei punti rilevanti del tracciato del tunnel sono i seguenti:

- L'opera di presa è collocata lungo il Fosso San Siro, in via Crosa Garibotti.
- L'opera di presa Magistrato è collocata in via Dogali all'altezza del civico 77.
- Lo sbocco a mare dello scolmatore è collocato sulla scogliera, sottostante la Strada Statale n° 227 , via Milite Ignoto, subito a nord di "Punta dell'Ago".

5.2 Estremi catastali

Gli estremi catastali corrispondenti ai siti rilevanti riportati al punto precedente sono evidenziati nelle Fig. 5.1, 5.2 e 5 .3 presentati di seguito.

5.3 Estremi cartografici da Carta Tecnica Regionale (CTR);

Gli estremi cartografici su CTR – Ed.2007 scala 1:5000

CTR 231071, 231072,231074

5.4. Corografia

La corografia è riportata alle Fig. 5.4 a, b e c

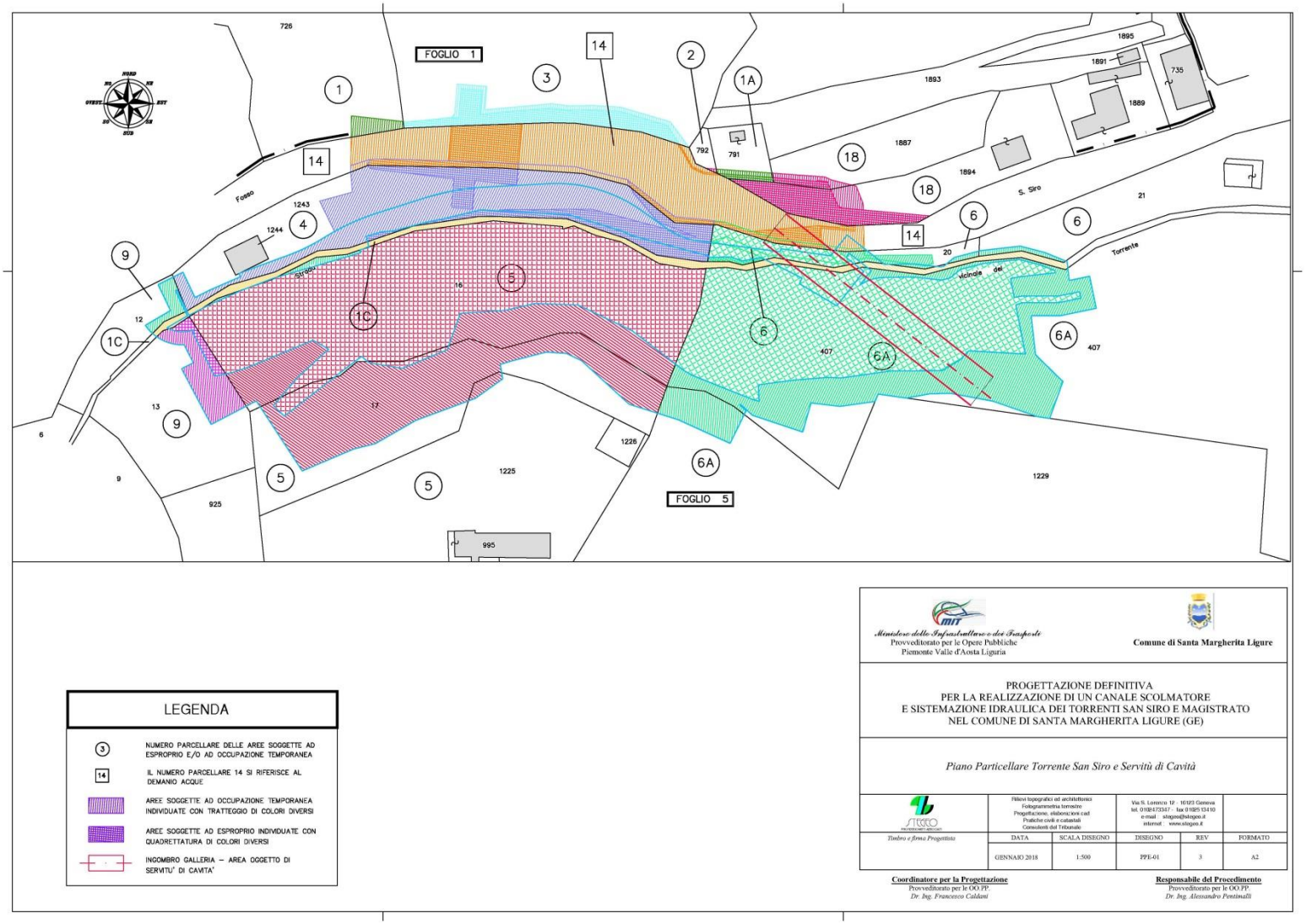


Fig.5.1 Piano particellare Imbocco galleria Torrente San Siro

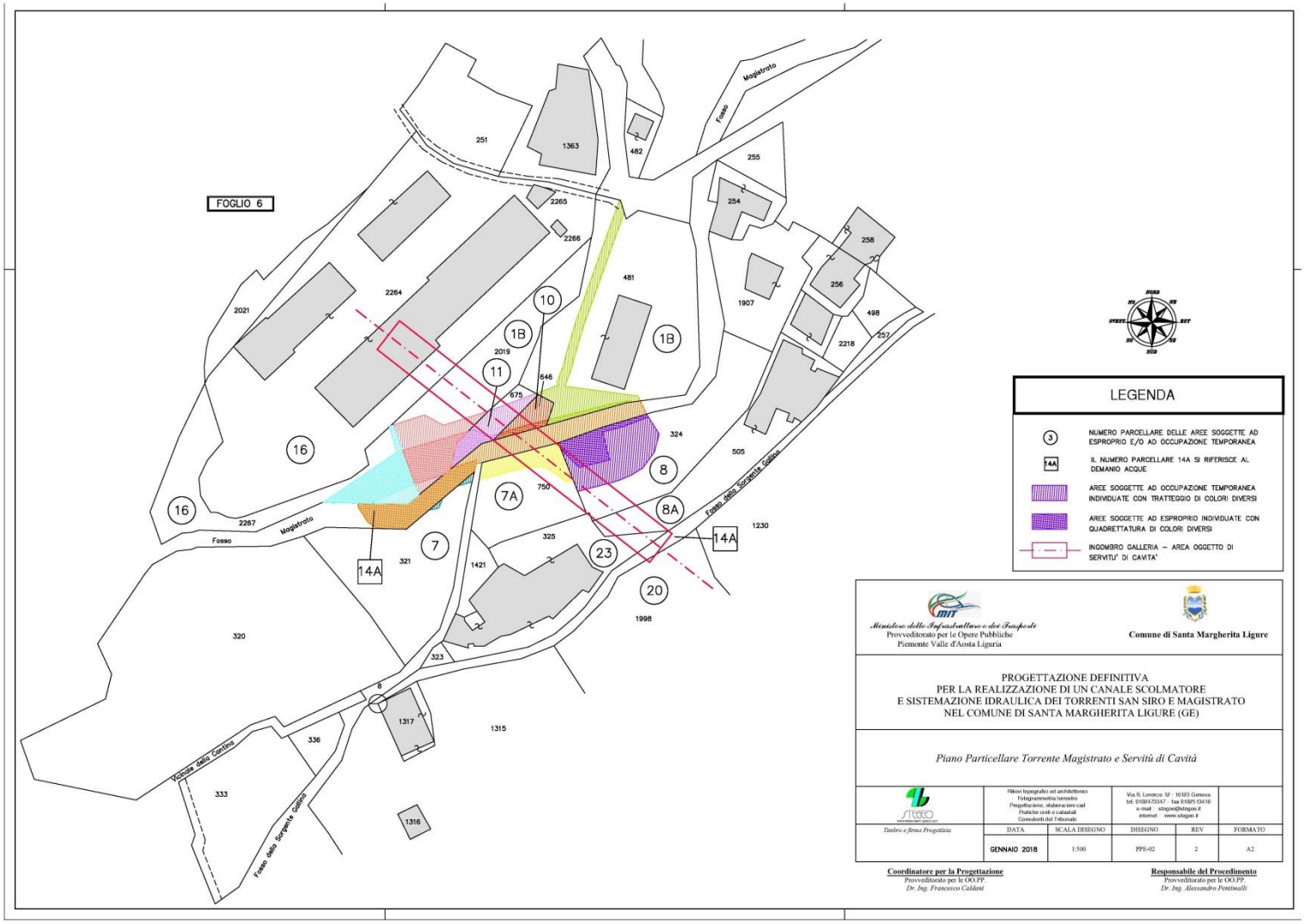


Fig.5.2 Piano particellare Imbocco galleria Torrente Magistrato

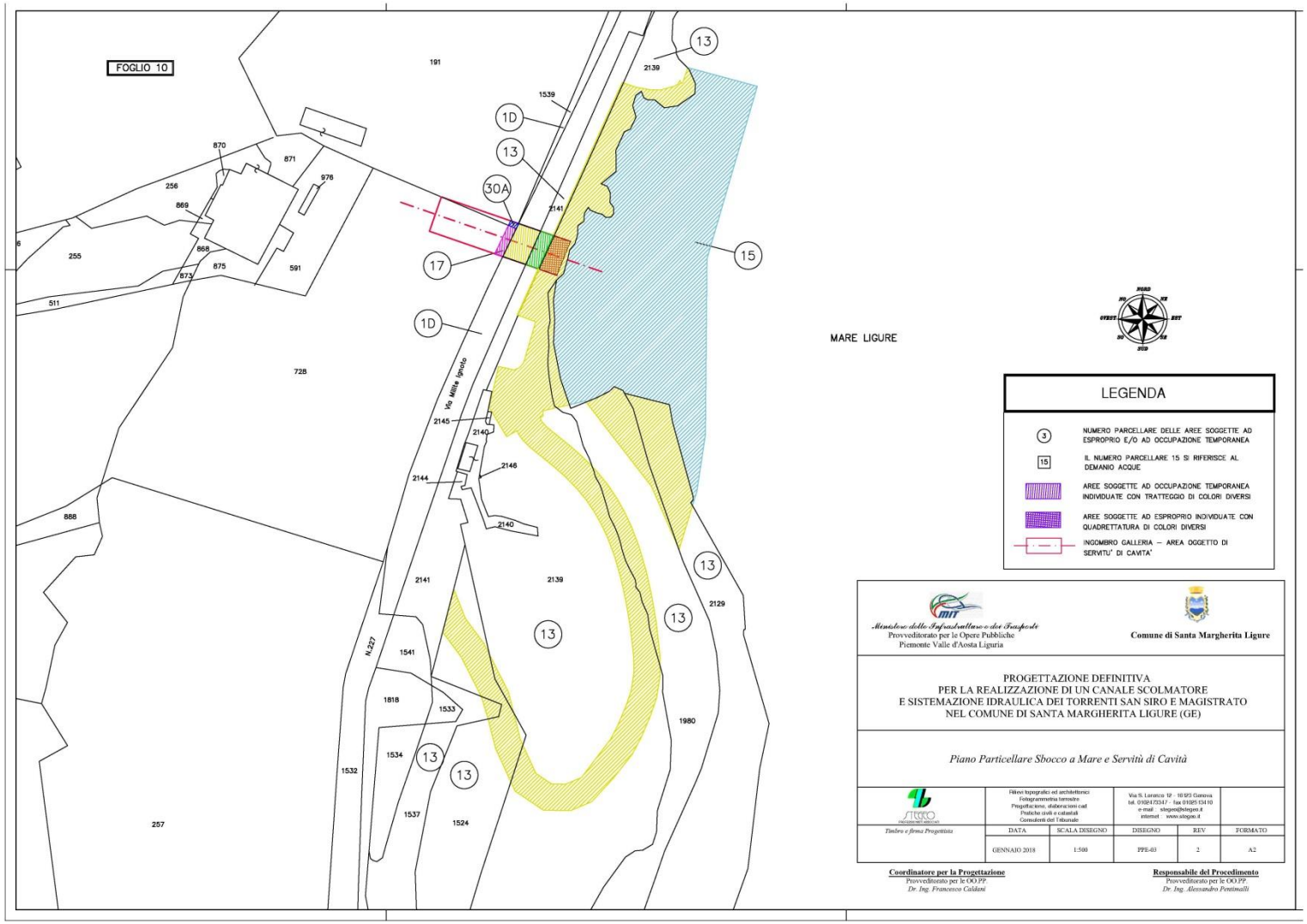


Fig.5.3 Piano particellare sbocco a mare galleria

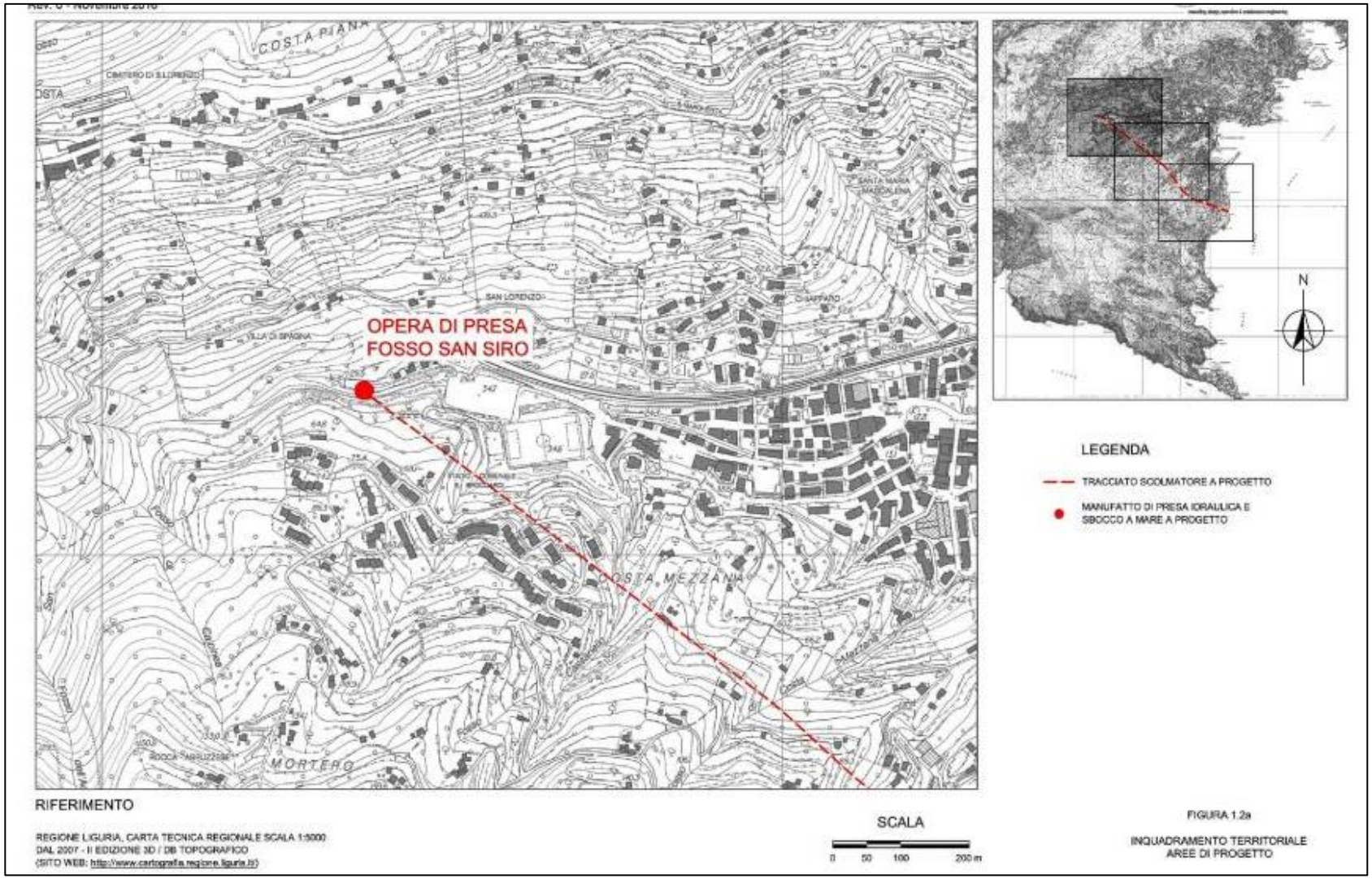

COSTA PIANA
OPERA DI PRESA
FOSSO SAN SIRO
SAN LORENZO
COSTA MEZZANA
MORTERO
N
LEGENDA
TRACCIATO SCOLMATORE A PROGETTO
MANUFATTO DI PRESA IDRAULICA E SBOCCO A MARE A PROGETTO
RIFERIMENTO
REGIONE LIGURIA, CARTA TECNICA REGIONALE SCALA 1:5000
DAL 2007 - II EDIZIONE 3D / DB TOPOGRAFICO
(SITO WEB: http://www.cartografia.regione.liguria.it/)
SCALA
0 50 100 200 m
FIGURA 1.2a
INQUADRAMENTO TERRITORIALE
AREE DI PROGETTO

Fig. 5.4 a

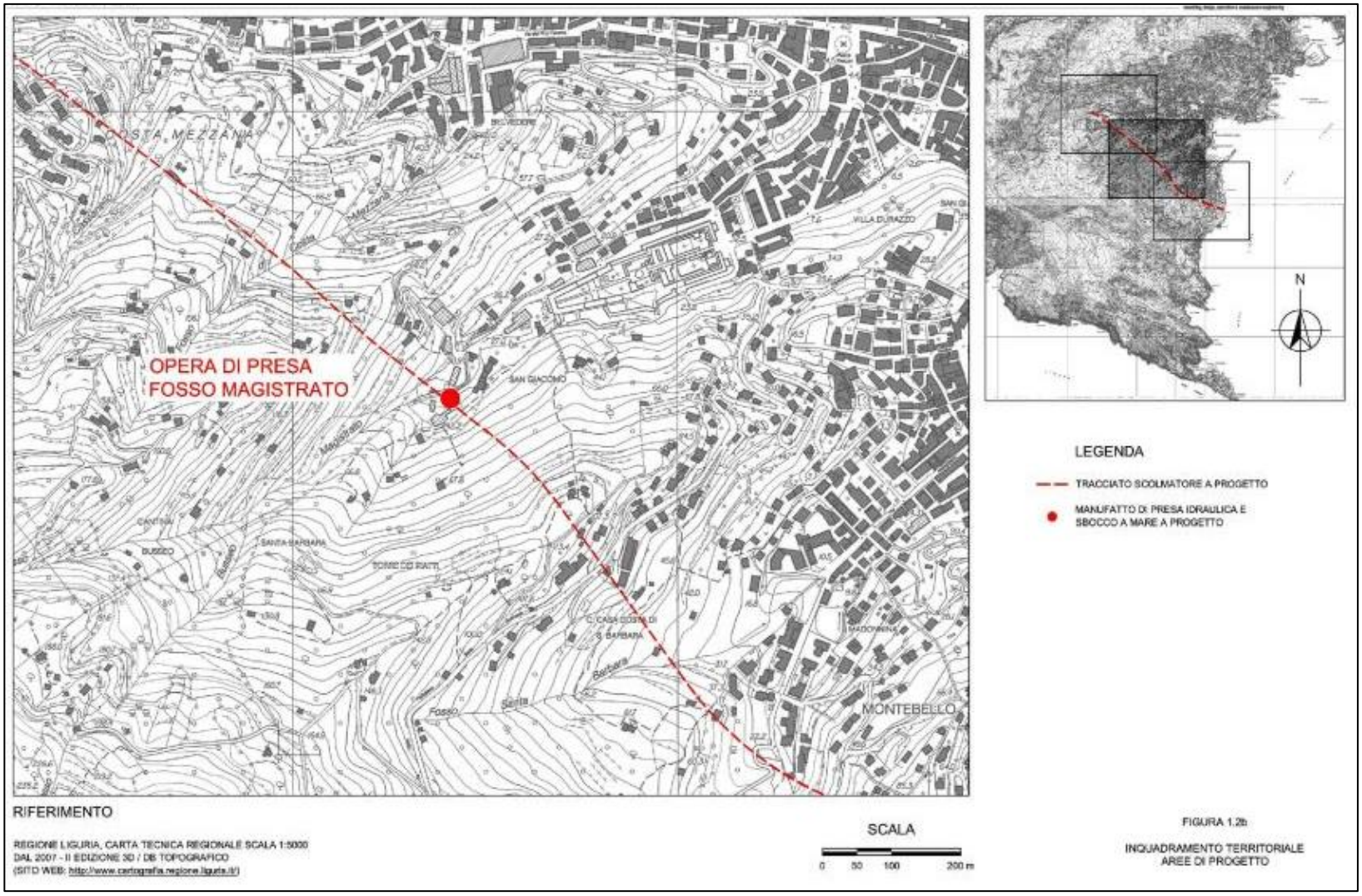

COSTA MEZZANA
OPERA DI PRESA
FOSSO MAGISTRATO
SAN GIACOMO
VILLA DURAZZO
SANTA BARBARA
MONTEBELLO
N
LEGENDA
TRACCIATO SCOLMATORE A PROGETTO
MANUFATTO DI PRESA IDRAULICA E SBOCCO A MARE A PROGETTO
RIFERIMENTO
REGIONE LIGURIA, CARTA TECNICA REGIONALE SCALA 1:5000
DAL 2007 - II EDIZIONE 3D / DB TOPOGRAFICO
(SITO WEB: http://www.cartografia.regione.liguria.it/)
SCALA
0 50 100 200 m
FIGURA 1.2b
INQUADRAMENTO TERRITORIALE
AREE DI PROGETTO

Fig. 5 4b

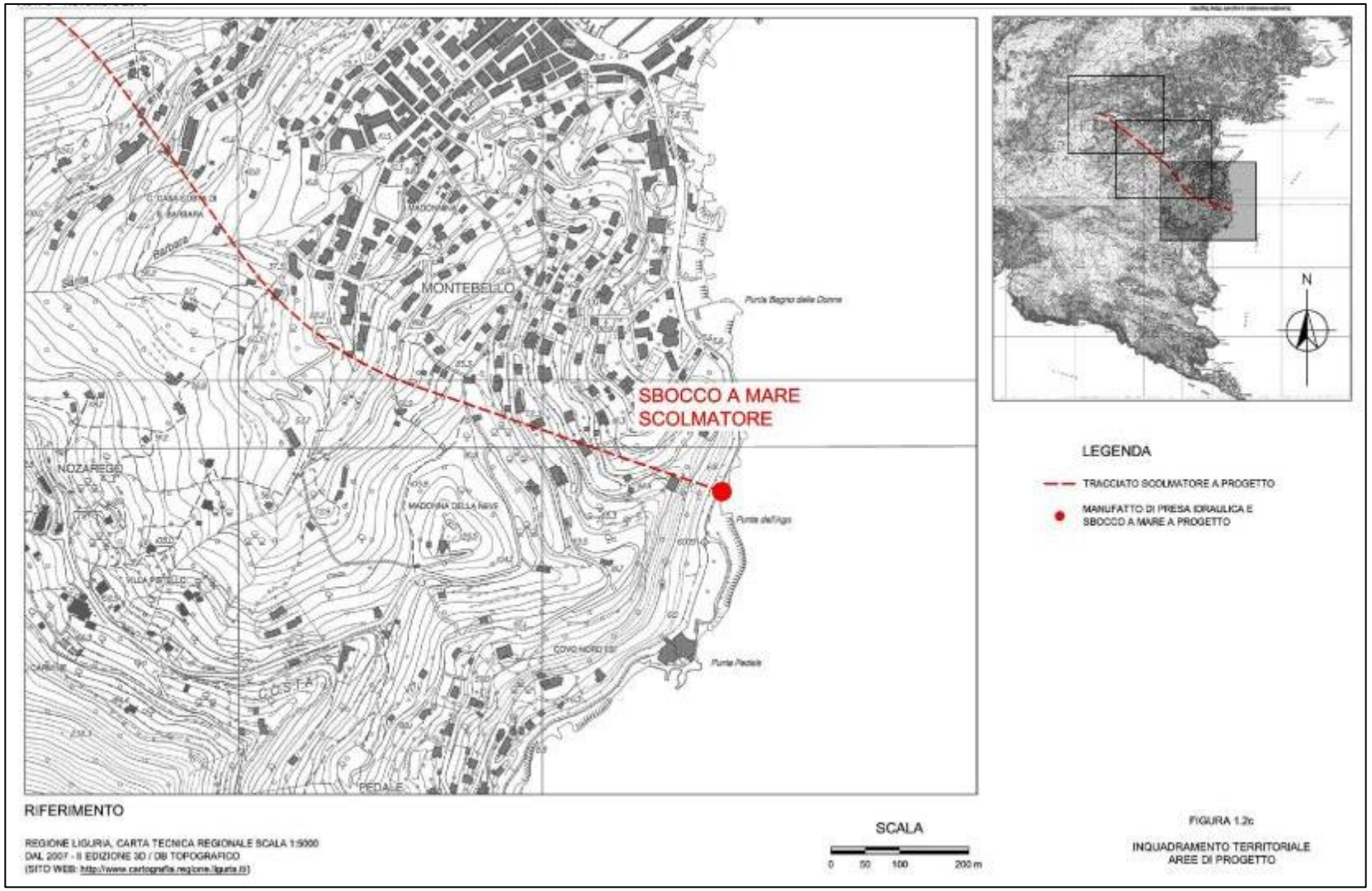

MONTEBELLO
NOZAREGO
SBOCCO A MARE
SCOLMATORE
Punta Bagno delle Donne
Punta dell'Ago
Punta Pedale
COSTA
PEDALE
N
LEGENDA
TRACCIATO SCOLMATORE A PROGETTO
MANUFATTO DI PRESA IDRAULICA E SBOCCO A MARE A PROGETTO
RIFERIMENTO
REGIONE LIGURIA, CARTA TECNICA REGIONALE SCALA 1:5000
DAL 2007 - II EDIZIONE 3D / DB TOPOGRAFICO
SCALA
0 50 100 200 m
FIGURA 1.2c
INQUADRAMENTO TERRITORIALE
AREE DI PROGETTO

Fig. 5.4c

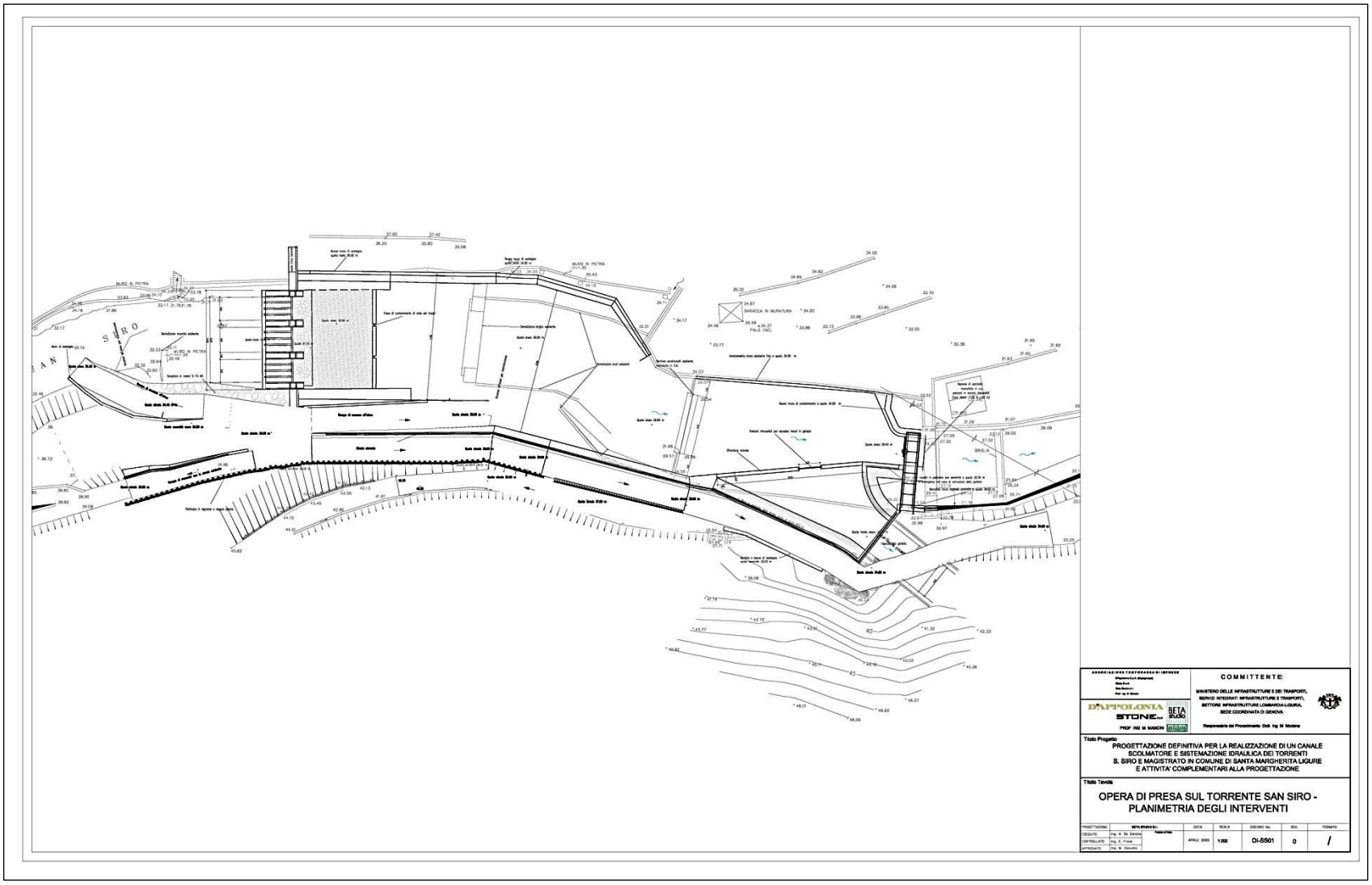


Fig.5.5 Planimetria interventi Opera di Presa sul torrente San Siro

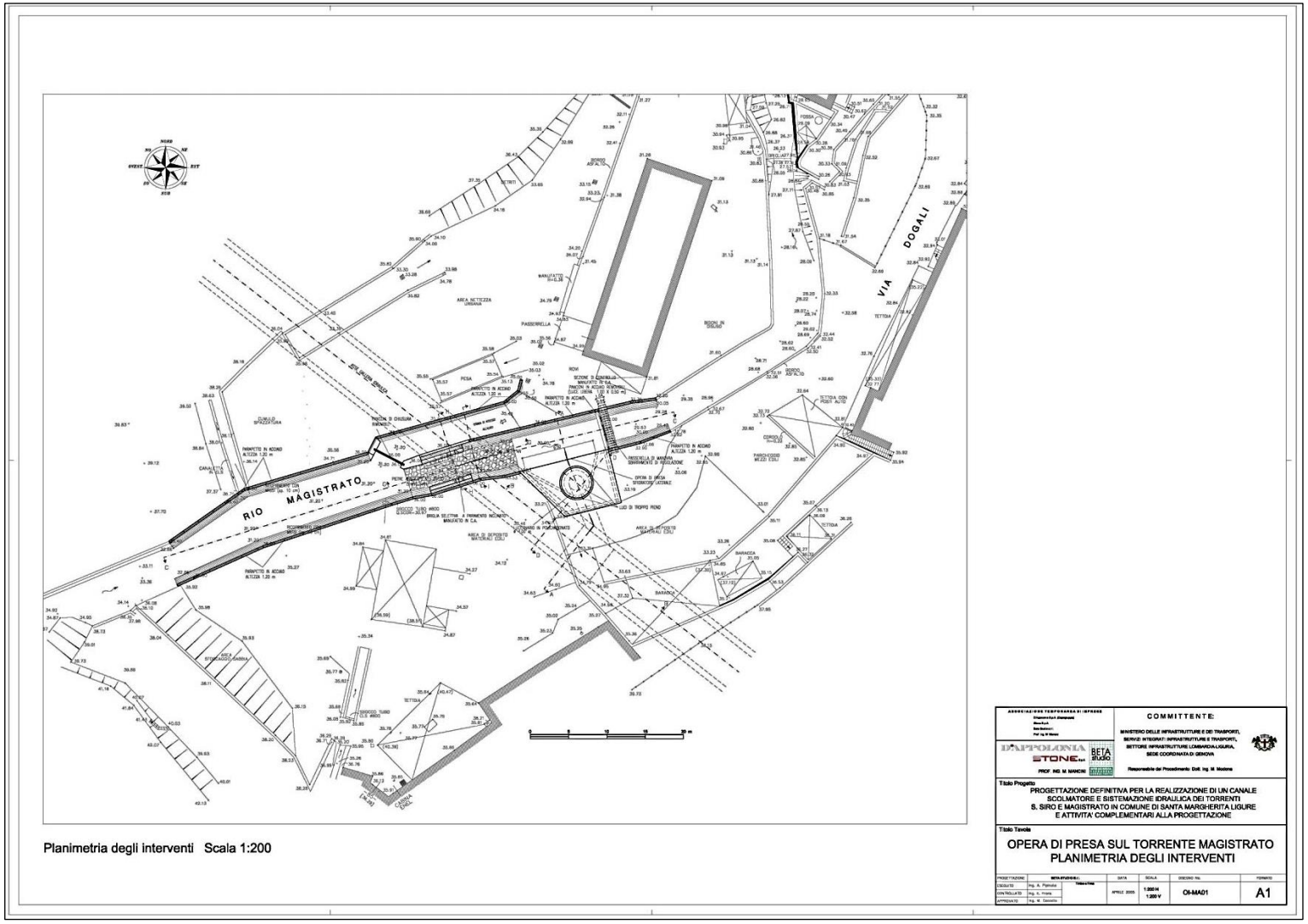


Fig. 5.6 Planimetria interventi Opera di Presa sul torrente Magistrato

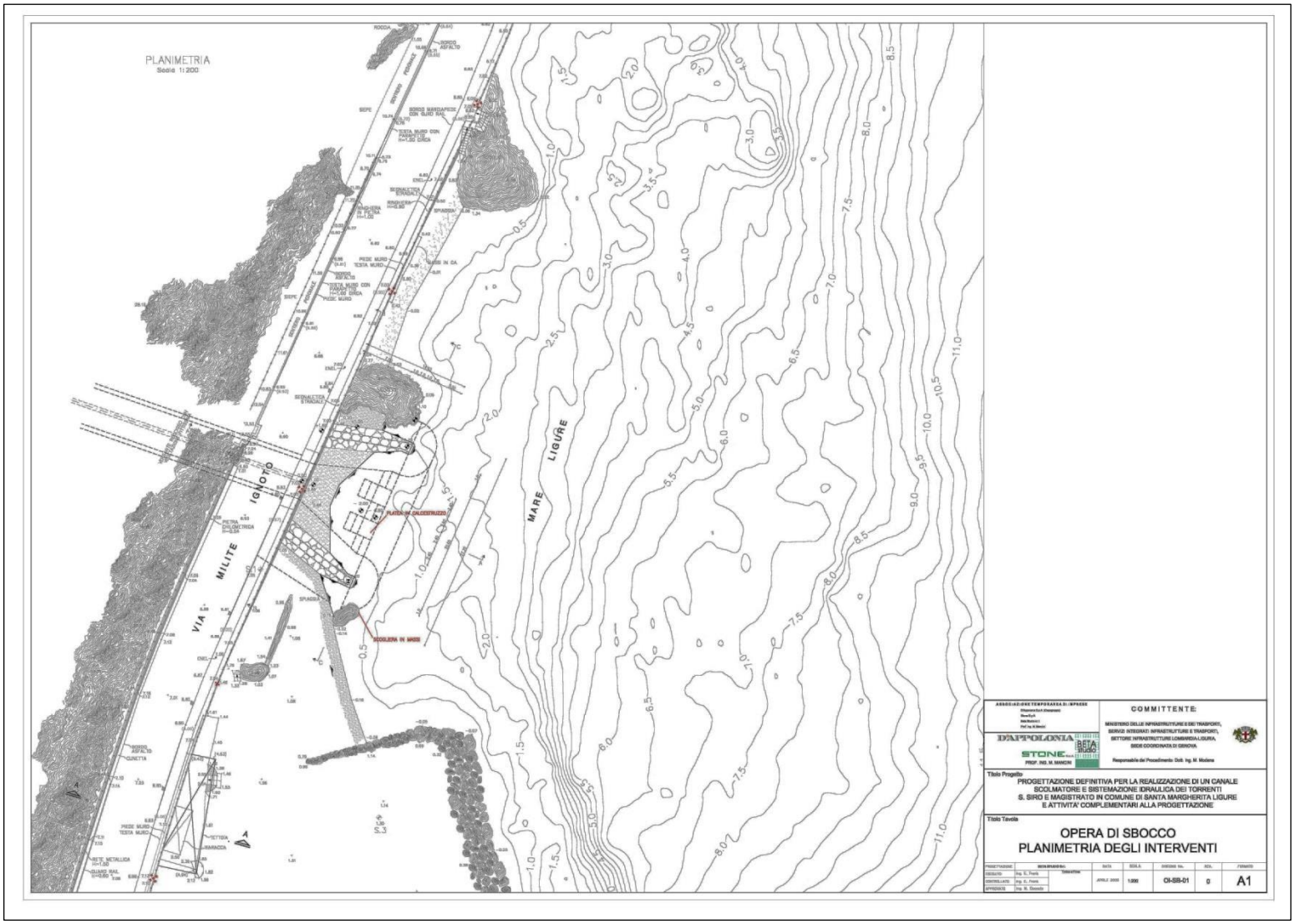


Fig. 5.7 Planimetria interventi Opera di Sbocco

5.5 Planimetrie degli interventi

Le planimetrie degli interventi sono presentati alle seguenti Figure:

- Fig.5.5 Planimetria interventi Opera di Presa sul torrente San Siro
- Fig.5.6 Planimetria interventi Opera di Presa sul torrente Magistrato
- Fig.5.7 Planimetria interventi Opera di Sbocco

5.6 Volumi di scavo

Lo scavo della galleria a piena sezione sarà eseguito utilizzando mezzi meccanici adeguati alla qualità e allo stato di conservazione della roccia, il progetto prevede l'utilizzo di tecnica tradizionale mediante l'impiego di martellone in terreni o rocce tenere e per mezzo di esplosivo (localmente condotto con microcariche) nell'ammasso roccioso consistente; gli attraversamenti delle zone di faglia e/o delle zone ove l'ammasso è fratturato saranno previsti mediante demolitore meccanico; ma non si esclude l'utilizzo di fresa ad attacco puntuale.

Condizioni della Roccia	**Vol. in banco (m^3)**	**Vol. in mucchio (m^3)**	***Resa dopo lavorazione (m^3)**
Categoria A ammasso roccioso in buone condizioni di conservazione e proprietà fisiche, di resistenza e deformabilità	65000	91000	73000 (80%)
Categoria B) ammasso roccioso in condizioni di conservazione mediocri e parametri geomeccanici ridotti rispetto a quelli della categ.A	14000	19500	13000 (65%)
Categoria C) ammasso roccioso in cattivo stato di conservazione e parametri geomeccanici scadenti,	9000	12500	4000 (35%)
Volumi Totali	**88000**	123000	90000 (73%)

* nel caso il materiale sia sottoposto a frantumazione e vagliatura per ripascimento e/o inerti per CLS.

Tab. 5.1 Volumi di Scavo

5.7 Inquadramento Urbanistico:

5.7.1 Progetto Preliminare del Piano Urbanistico Comunale (PUC)

Il Progetto Preliminare del PUC è stato adottato con Deliberazione del Consiglio Comunale No. 18 dell'11 Aprile 2012.

Il Piano, al fine del raggiungimento degli obiettivi proposti, ripartisce il territorio comunale in Ambiti di Conservazione, di Riqualificazione e Distretti di Trasformazione. Gli ambiti sono raggruppati secondo categorie analogiche riferite alla situazione originaria ed alle evoluzioni previste.

5.7.2 Contenuti e Relazioni con il Progetto

Nelle Figura 5.8a e b, seguente, è riportata la Tavola del Progetto Preliminare del PUC di Santa Margherita Ligure STR-1 "Struttura del Piano" riportante la zonizzazione del territorio comunale per le aree di progetto in superficie, da cui si evince inoltre che l'opera a progetto è inserita esplicitamente negli elaborati del PUC stesso.

Nella seguente tabella sono sintetizzate le zone di interesse del PUC per il progetto in esame e i relativi articoli di riferimento delle Norme di Conformità Tecniche di Attuazione.

Sezione di Progetto	Zona Progetto Preliminare PUC	Riferimento Art. Norme	Note
Opera di presa A. San Siro	AC – TPA – S: Territori aperti: Ambiti di Conservazione dei Territori di Presidio Ambientale Saturi	28	-
Opera di presa T. Magistrato	AC-AP, Ambiti di Conservazione delle attività produttive esistenti	38	-
	AR-AP 1, Ambiti di Riqualificazione per completamento delle attività produttive.	39	
Opera di sbocco a mare	Regime Sovraordinato D2 – Mete e strutture del turismo storico	47	L'ambito AC risulta Limitrofo all'area di progetto.
	AC – FCB, Ambiti di Conservazione e di Riqualificazione della fascia costiera e del sistema balneare.	24	

Tabella 5.2 Progetto Preliminare PUC Santa Margherita Ligure -Relazioni con il Progetto

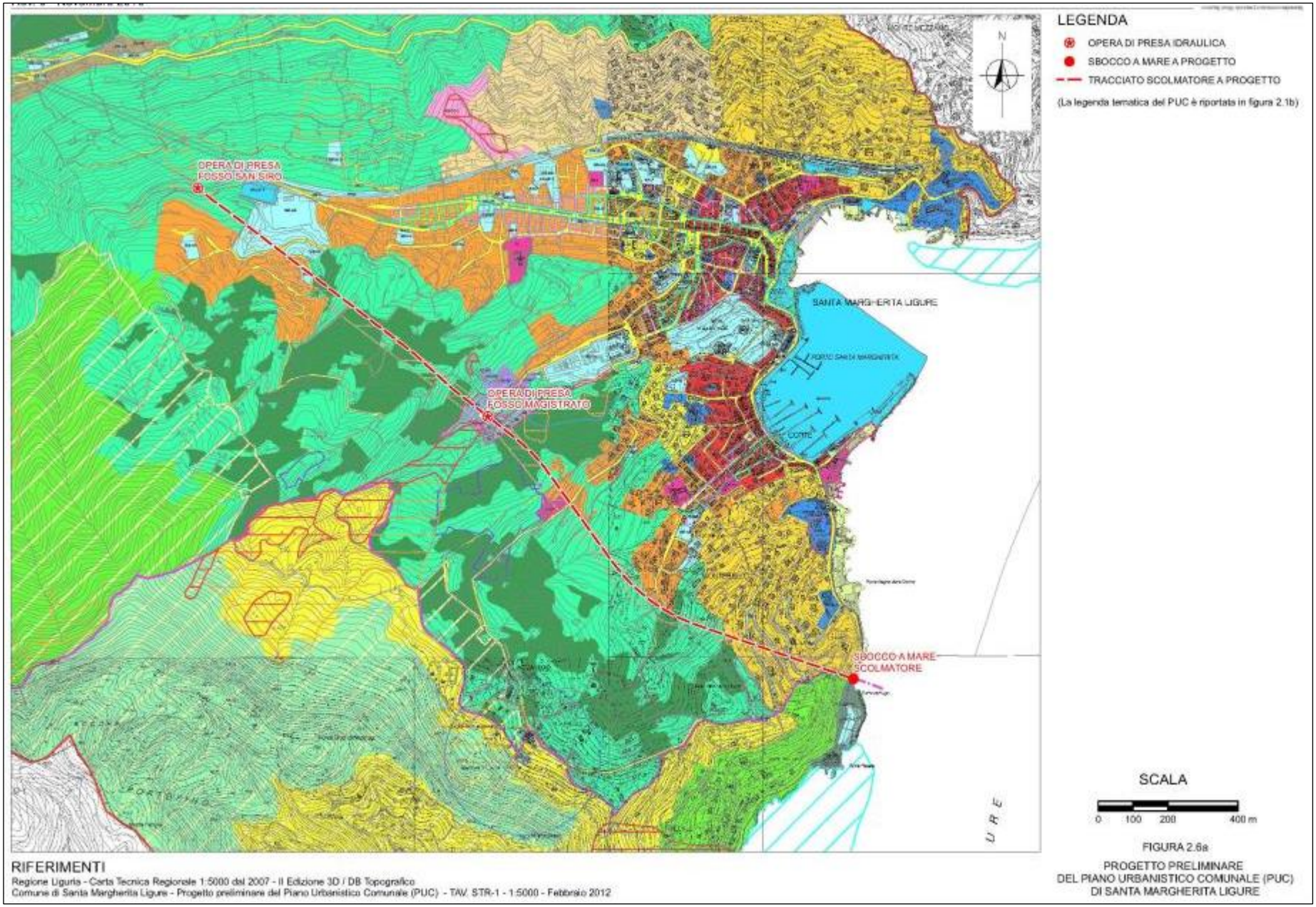


Fig. 5.8a Progetto Preliminare del Piano Urbanistico Comunale (PUC) di Santa Margherita Ligure



Fig. 5.8b Legenda Progetto Preliminare del Piano Urbanistico Comunale (PUC) di Santa Margherita Ligure

L’Articolo 28 delle Norme di Conformità e Congruenza - Disciplina Paesistica indica che gli ambiti AC-TPA-S (Territori aperti: Ambiti di Conservazione dei Territori di Presidio Ambientale Saturi) corrispondono agli ambiti del territorio che presentano caratteri di elevato pregio con elevati valori panoramici e di intervisibilità.

Negli ambiti AC-TPA-S non sono ammessi interventi di nuova edificazione residenziale a nessun titolo e scopo.

L’art. 28, al punto 7 evidenzia che le “superfici scoperte debbono essere conservate nell’originario assetto boscato ove esistente. Fatti salvi gli interventi progettati e condotti direttamente dagli Enti Pubblici non è ammessa la formazione di superfici scoperte destinate al parcheggio veicolare privato. Fatti salvi gli interventi connessi alla sistemazione della rete viaria ed al riassetto idrogeologico non sono ammesse modificazioni della morfologia esistente . Nel caso di interventi comportanti la realizzazione od il rifacimento di muri di contenimento è prescritta l’adozione di tecniche proprie della tradizione locale, con l’esclusione in ogni caso di paramenti lasciati in calcestruzzo a vista. ”.

Gli ambiti AC-AP (Ambiti di Conservazione delle Attività Produttive Esistenti) corrispondono ad ambiti di ridotta dimensione unitaria, localizzati nella piana di fondovalle del Torrente Magistrato e attestati nel tratto terminale di via Dogali (art. 38 delle Norme). In tale ambito e nelle aree contermini, sono presenti edifici ed attrezzature per le attività produttive o di deposito. Le destinazioni d’uso ammissibili confermano delle funzioni artigianali produttive proprie dell’ambito.

Per quanto riguarda la zona AR-AP1 (Ambito di Riqualificazione per completamento delle Attività Produttive) l’obiettivo della riqualificazione consiste in una contenuta integrazione dell’ambito, nel rispetto dei caratteri peculiari del sistema insediato in atto, fermi restando i bassi gradi di intervisibilità dalle principali visuali panoramiche (Art. 39.3).

La zona D2 indicata come soggetta al “Regime Sovraordinato” ricade all’interno all’area del Parco di Portofino. L’Art.47 “Rapporti con la disciplina dell’area del Parco di Portofino” evidenzia che per tali aree vige la disciplina del Piano del Parco.

Per gli Ambiti di Conservazione e di Riqualificazione della fascia costiera e del sistema balneare l'art. 24 delle Norme del PUC indica che "la disciplina riguarda la conservazione, la riqualificazione e l'uso da parte del pubblico e del privato delle aree demaniali marittime. Eventuali ripascimenti strutturali dovranno rispettare le modalità, e i procedimenti normativi di livello nazionale e regionale, ciò anche in merito ai materiali da impiegarsi "

Si evidenzia che l'intervento a progetto è finalizzato ad affrontare e risolvere problemi di natura idrogeologica connessi ad eventi alluvionali sui torrenti San Siro e Magistrato; non comporta modifiche all'assetto insediativo e all'assetto vegetazionale, così come non comporta significative modifiche morfologiche. Le opere fuori terra (opere di presa e sbocco a mare) sono state oggetto di accurata progettazione al fine di contenerne le dimensioni e di armonizzarne l'inserimento nel contesto paesaggistico.

In considerazione di quanto sopra, non si rilevano elementi di contrasto tra la realizzazione del progetto ed il Progetto Preliminare del Piano Urbanistico Comunale. Si evidenzia inoltre che l'opera a progetto è inserita esplicitamente negli elaborati del PUC stesso.

5.8 Inquadramento Geologico, Geomorfologico e Idrogeologico:

5.8.1 Inquadramento Geologico

L'intera area interessata dal progetto è caratterizzata da un substrato costituito dai litotipi del Flysch di M.te Antola.(si veda Fig.5.9).

Il Flysch del M. Antola è costituito da torbiditi marnoso-calcaree a base calcareo-arenacea, le bancate calcaree hanno spessori fino a metrici mentre gli interstrati argillitici presentano stratificazione sottile e, spesso, scistosità.

Il limite stratigrafico basale dell'Antola è costituito dalle Argilliti di Montoggio, mentre quello superiore può essere caratterizzato dal passaggio a unità tardo e post-orogeniche.

Il flysch è costituito da una successione ritmica di strati torbiditici di spessore da submetrico a plurimetrico definiti dalla coppia calcare arenaceo - marna calcarea / marna.

Sono presenti in percentuale calcilutiti in strati submetrici e giunti argillitici emipelagici. L'ambiente di deposizione è quello di piana abissale.

La stratificazione, nella zona interessata dal progetto immerge generalmente verso Sud ‑ Sud Ovest con inclinazioni variabili da 25- 30 a 65° - 75°; l'ambiente di deposizione è attribuibile ad una piana abissale

L'assetto strutturale dei calcari dell'Antola è determinato dalla presenza delle strutture sedimentarie (stratificazione e strutture deformative sin deposizionali) e dalle successive deformazioni sia di tipo duttile, sia fragile che ne hanno determinato il piegamento, oltre alla comparsa di altre superfici strutturali quali clivaggi di fratturazione, giunti e faglie.

I calcari dell'Antola hanno subito almeno tre fasi di deformazione che hanno generato pieghe, post-deposizionali, sopraimposte alla stratificazione originale rappresentata dalle superfici litologiche (stratificazione) e sulle strutture sindeposizionali.

La prima fase si sviluppa nell'Eocene Medio-superiore, con la formazione di pieghe kilometriche con asse circa N80 e vergenza Sud.

La seconda fase di piegamento presenta assi con direzione quasi ortogonale alle pieghe della prima fase e vergenza Est, le pieghe raggiungono dimensioni fino a plurichilometriche e la loro formazione è accompagnata dallo sviluppo di clivaggi di fratturazione molto evidenti, generalmente coniugati. I due gruppi di pieghe a geometria e giacitura differente sono probabilmente riferibili a due distinti eventi all'interno della stessa fase, tra i due il secondo è meglio rappresentato nella zona del Tigullio, quindi nell'area di realizzazione della galleria.

La terza ed ultima fase di piegamento è la meno visibile, in quanto provoca blande ondulazioni con assi disposti circa N100° - 110°E nelle strutture precedenti ed è caratterizzata da spinte tettoniche verso Nord e Nord Est, ed è responsabile dell'attuale incurvamento della catena appenninica.

La deformazione appenninica dei calcari dell'Antola si conclude con la sovrimposizione di una serie di strutture di faglia. Nell'area di progetto le faglie sono organizzate secondo due

famiglie principali con direzioni predominanti WNW-ESE (localmente parallela alla costa del Mar Ligure) e NE-SW, quindi circa ortogonali.

Il grado di fratturazione dei calcari dell'Antola è molto variabile in ragione della posizione strutturale e della eterogeneità litologica della formazione flyschoide; all'interno delle bancate calcaree il grado di fratturazione è medio, con giunti a spaziatura da decimetrica a metrica. Tipicamente in affioramento sono ben visibili nell'ammasso tre famiglie di fratture circa ortogonali tra loro; l'ammasso calcareo evidenzia, localmente, un carsismo giovane.

Le interstratificazioni argillitiche e scistose rappresentano la litologia "debole" dell'ammasso in quanto più sensibili all'alterazione con formazione di strati e soletti plastici e con proprietà geomeccaniche da mediocri a scadenti. L'attraversamento in scavo di queste fasce argillitiche che possono raggiungere lo spessore di decine di metri, può rallentare e rendere difficoltoso l'avanzamento.

Il substrato è diffusamente mascherato dalla coltre eluvio – colluviale omogenica che ha spessori generalmente inferiori a 3m.

La coltre presenta un ampio spettro granulometrico che include clasti calcarei centimetrici a blocchi pluridecimetrici in una matrice fine e plastica.

5.8.2 Inquadramento Geomorfologico

L'inquadramento geomorfologico (si veda Fig.5.10) fornito nella presente relazione deriva da rilievi di campagna e dall'analisi della documentazione della precedente fase progettuale (Progetto Preliminare, Paoletti et al., 2000a) e della revisione critica di lavori bibliografici. In particolare, per quanto riguarda l'analisi geomorfologica, si è fatto riferimento all'archivio cartografico dei Piani di Bacino della Provincia di Genova – Ambito 15. Particolare attenzione è stata posta all'individuazione delle forme legate a dissesti di versante che possono interferire con l'opera in sotterraneo.

Il territorio risulta modellato prevalentemente da incisioni torrentizie disposte lungo lineamenti strutturali con direzione OSO-ENE; nel caso del Torrente San Siro, disposto in direzione E-O, la guida strutturale risulta solo parzialmente evidente. Vengono distinte

frane attive e frane quiescenti, ma non viene considerata in questa distinzione il tipo di cinematica coinvolto:

- le frane attive sono caratterizzate da particolari evidenze morfologiche che indicano uno stato di movimento recente. Esse sono caratterizzate da elementi morfologici ben visibili e netti, che testimoniano la presenza di movimento recente;

- le frane quiescenti, invece, sono quelle caratterizzate da un ritorno naturale alle condizioni di equilibrio. Esse sono riconoscibili per la presenza di elementi morfologici generalmente rimodellati, che spesso non permettono la precisa individuazione del corpo di frana e che testimoniano l'assenza di significativi movimenti recenti.

Dal punto di vista litologico i depositi di frana sono costituiti prevalentemente da una matrice sabbioso limosa con elementi lapidei di pezzatura da centimetrica a decimetrica, prevalentemente monogenetici, provenienti dai sottostanti Calcari di Monte Antola.

Per le frane maggiori, individuate nella cartografia bibliografica, è stato riportato sulla carta il perimetro dell'area del movimento. Le frane non cartografabili sono state invece rappresentate con simbologia puntuale, coincidente con la zona d'innesco. Inoltre sono state indicate in carta alcune scarpate non riconducibili a fenomeni franosi in senso stretto, ma attualmente sede di singoli distacchi non cartografabili, rappresentate come cigli di arretramento morfologico.

Elementi Legati ad Attività Fluvio-Torrentizia e Marina

Sono stati evidenziati i tratti d'alveo caratterizzati da forte erosione di fondo, le principali erosioni laterali e i principali orli di terrazzo di erosione sia fluvio-torrentizia, sia marina. In alcuni settori dell'area oggetto dello studio, a causa dell'elevato grado di antropizzazione, spesso non è stato possibile individuare questi ultimi

Elementi Legati ad Attività Antropica

Nella carta sono distinte le principali scarpate artificiali e i cigli di cava. Le cave e le discariche sono state indicate con simbologia puntuale.

DPGV (si veda Fig. 5.10a)

Sotto il profilo geomorfologico, il tratto versante d'interesse è caratterizzato da acclività da media, nella parte inferiore del versante, a elevata al di sopra dell'isoipsa 150m s.l.m.

Il contesto, come già detto, è caratterizzato nel suo complesso da un assetto geomorfologico poco antropizzato, con un paesaggio caratterizzato dai tipici terrazzamenti a scopo agricolo. In fondovalle sono presenti alcuni insediamenti recenti, ma il livello di urbanizzazione rimane moderato. Procedendo da monte verso valle è presente una coltre eluvio-colluviale sottile (spessore <3m). Lo spessore della coltre aumenta in modo significativo nella porzione di versante interessato dalla DGPV.

I principali affioramenti dei calcari sono concentrati al piede del versante lungo l'incisione torrentizia; altri affioramenti sono visibili in prossimità dell'imbocco della galleria e sono costituiti da un ammasso roccioso alterato e disarticolato. In alveo è presente un accumulo di alluvioni grossolane non molto potente.

La Deformazione Profonda Gravitativa di Versante (DGPV) è un movimento di massa complesso che genera una deformazione tipicamente lenta e progressiva della massa rocciosa, senza evidenziare delle apprezzabili superfici di rottura continue (si veda Fig.5.10a). Il processo deformativo avviene per spostamenti differenziali estremamente lenti che si sviluppano lungo serie di giunti e piani di discontinuità con giaciture variabili o per deformazioni dell'ammasso roccioso, concentrate lungo fasce di maggior debolezza localizzate a diversa profondità e di differenti spessori. I suddetti fattori determinano un mutamento delle condizioni di stabilità generale di ampi settori di versante, dallo spartiacque fino al fondovalle per profondità che possono superare il centinaio di metri, causando spostamenti di volumi rocciosi dell'ordine di decine di milioni di metri cubi diretti verso il basso e verso l'asse della valle.

5.8.3 Inquadramento Idrogeologico

La coltre è permeabile per porosità mentre il substrato calcareo è permeabile per fratturazione (si veda Fig.5.11). I valori di permeabilità misurati durante le indagini geognostiche mediante prove in foro indicano un grado di permeabilità da medio a basso con variabilità correlabile alla profondità in relazione all'apertura delle fratture che tende a diminuire all'aumentare della profondità sia per il progressivo serraggio delle fratture sia per l'intasamento delle medesime con materiali poco permeabili.

Il versante è caratterizzato da un reticolo idrografico denso e impostato lungo faglie e fratture con andamento subverticale che determinano una struttura a blocchi dove la circolazione delle acque è governata dal reticolo di fessure e condizionata dalla presenza di strati e soletti di argilliti decisamente meno permeabili dei calcari, le argilliti rappresentano anche il letto impermeabile dei calcari.

La presenza di questi livelli poco permeabili porterebbe a configurare per il versante una condizione di un sistema di più falde piuttosto che una falda unica.

Il tracciato della galleria si sviluppa interamente sotto la falda sia nei periodi di piena (marzo – aprile) sia di magra (agosto – settembre); il valore massimo del battente idraulico non dovrebbe superare i 50m in nessun punto del tracciato.

5.8.4 Stratigrafia

La sequenza stratigrafica tipica lungo il tracciato della galleria è sostanzialmente costante e articolata come segue:

- coltre di copertura eluvio colluviale, ghiaie e sabbie in matrice limo argillosa moderatamente plastica e mediamente addensata, con spessori compresi tra 3m e 10m;
- strato di alterazione del bedrock calcareo, costituito da rocca fratturata, alterata;
- Substrato calcareo marnoso sano fratturato che migliora progressivamente con la profondità.

Si veda Fig. 5.12

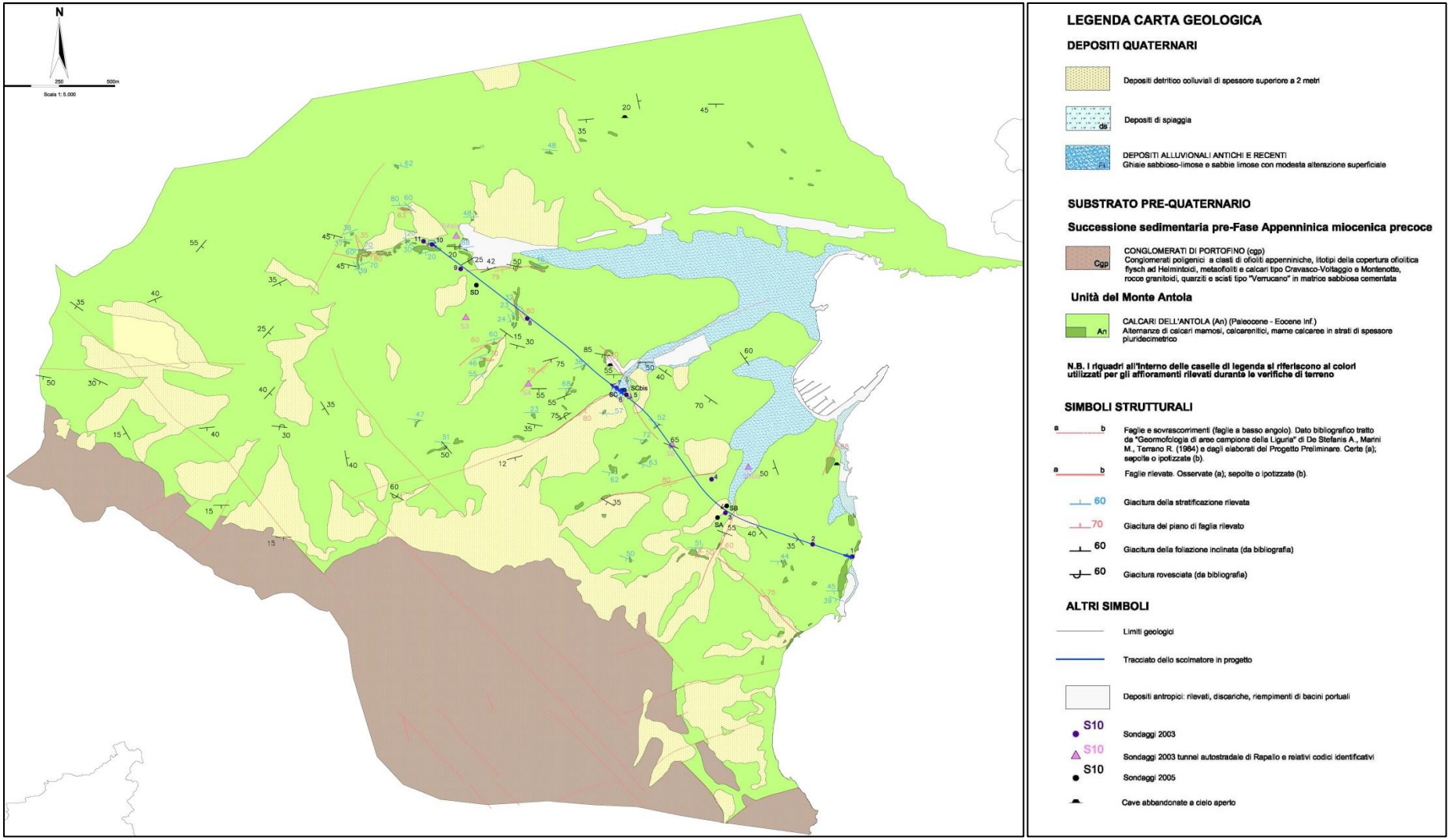


Figura 5.9 Carta Geologica da Cartografia Da elaborati di progetto

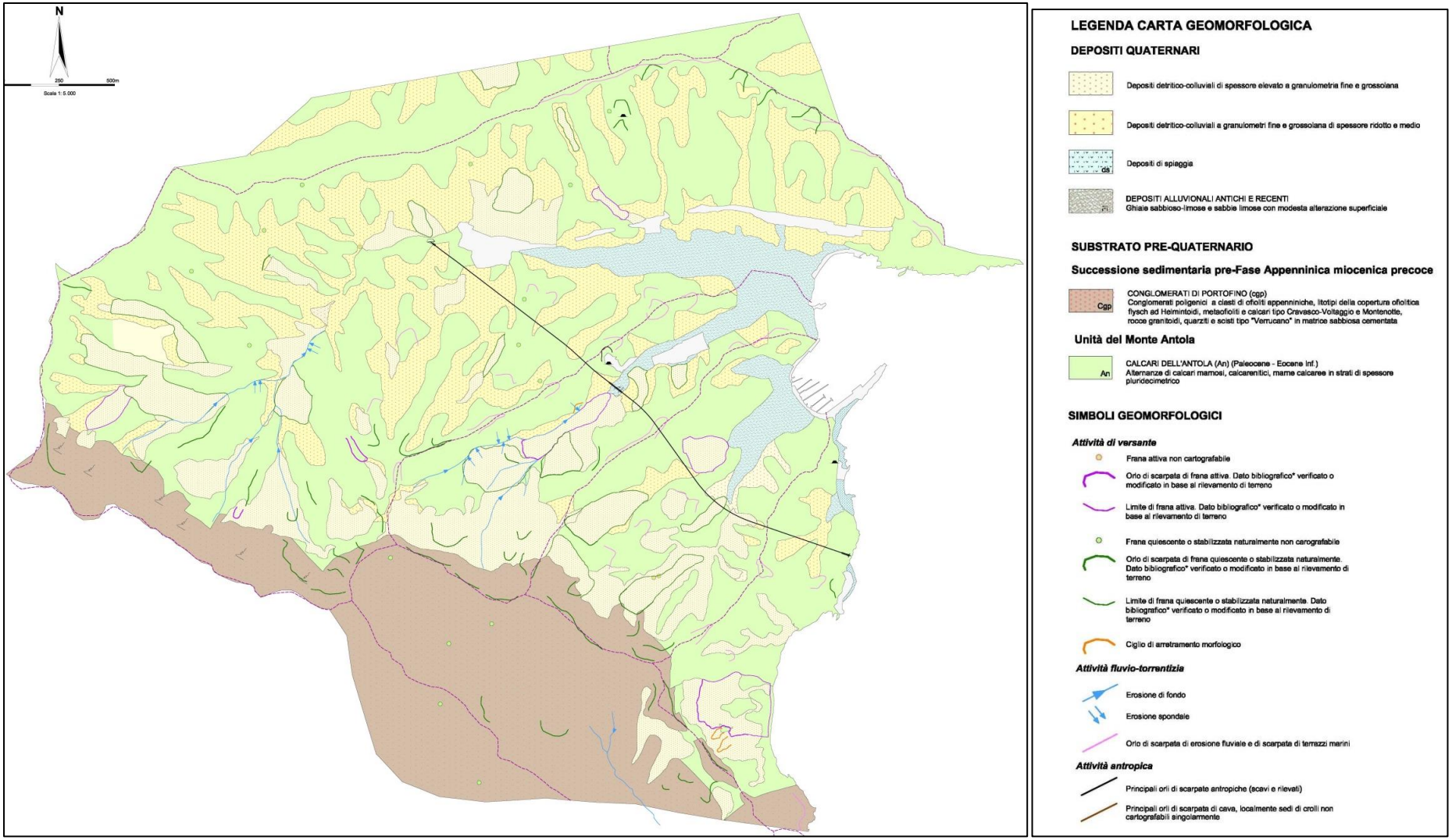


Figura 5.10 Carta Geomorfologica da elaborati di progetto

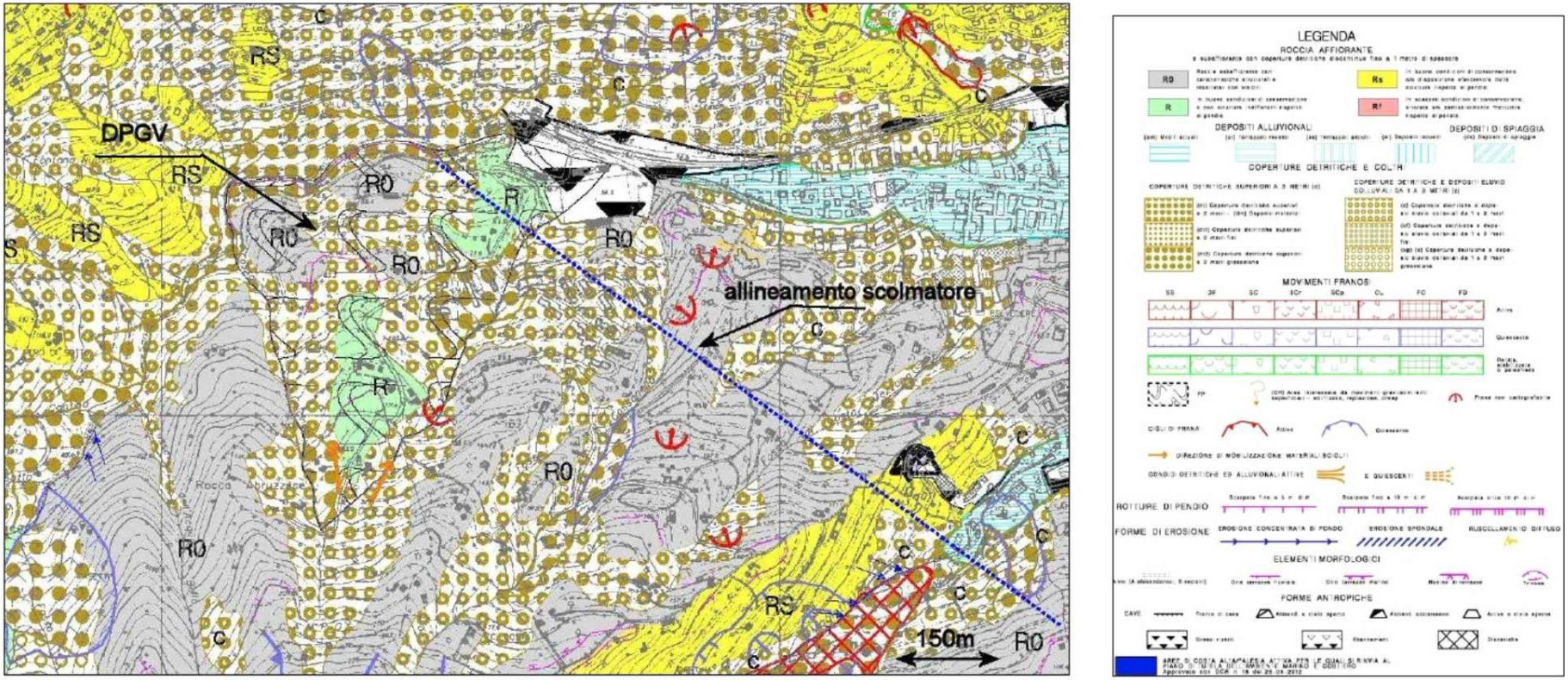


Figura 5.10a Carta Geomorfologica, Dettagli DPGV , imbocco Tunnel da Cartografia Tematica Piano di Bacino Stralcio per l'assetto idrogeologico Ambito 15
Ultima variante entrata in vigore il 28/10/2016

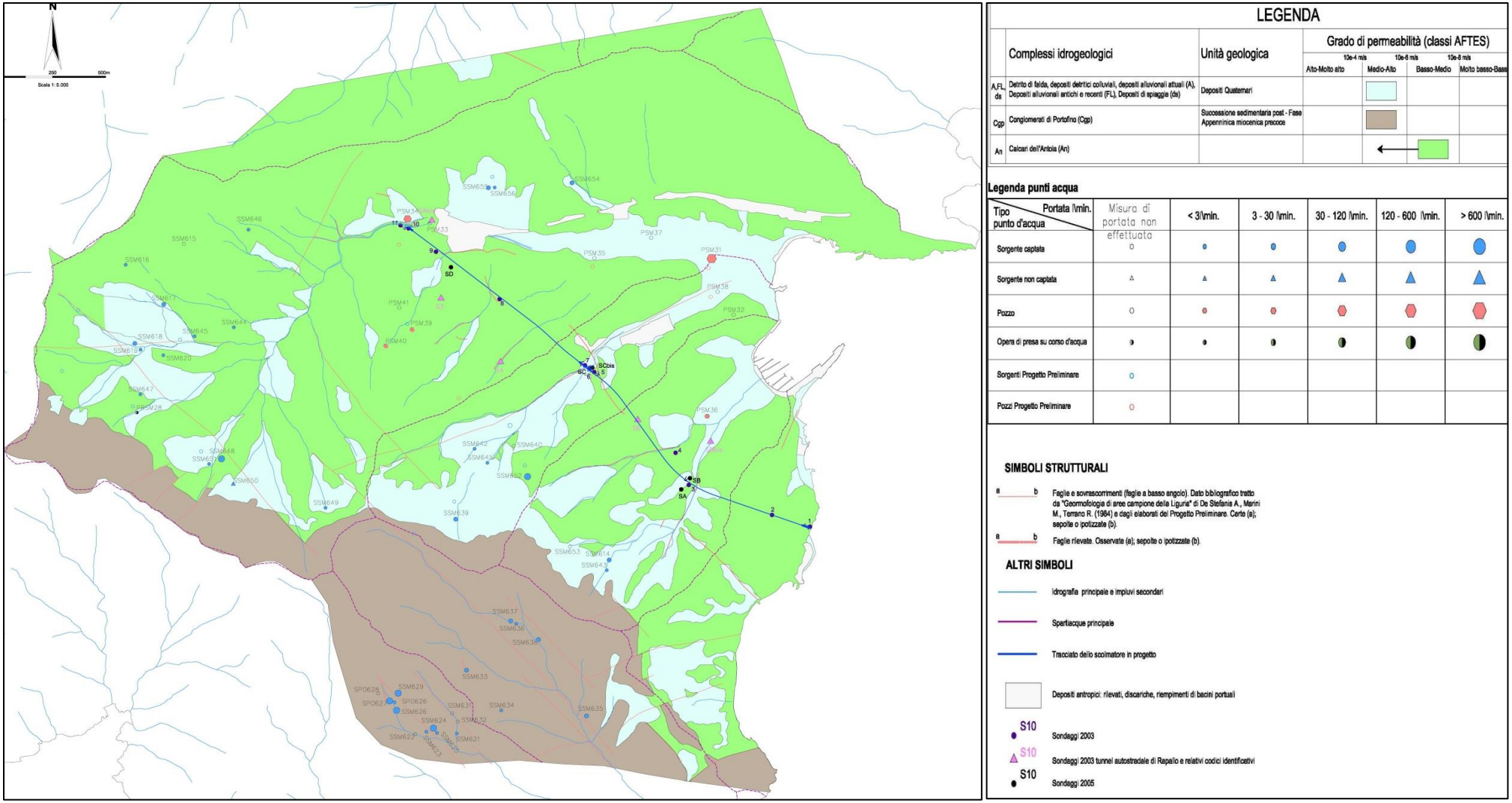
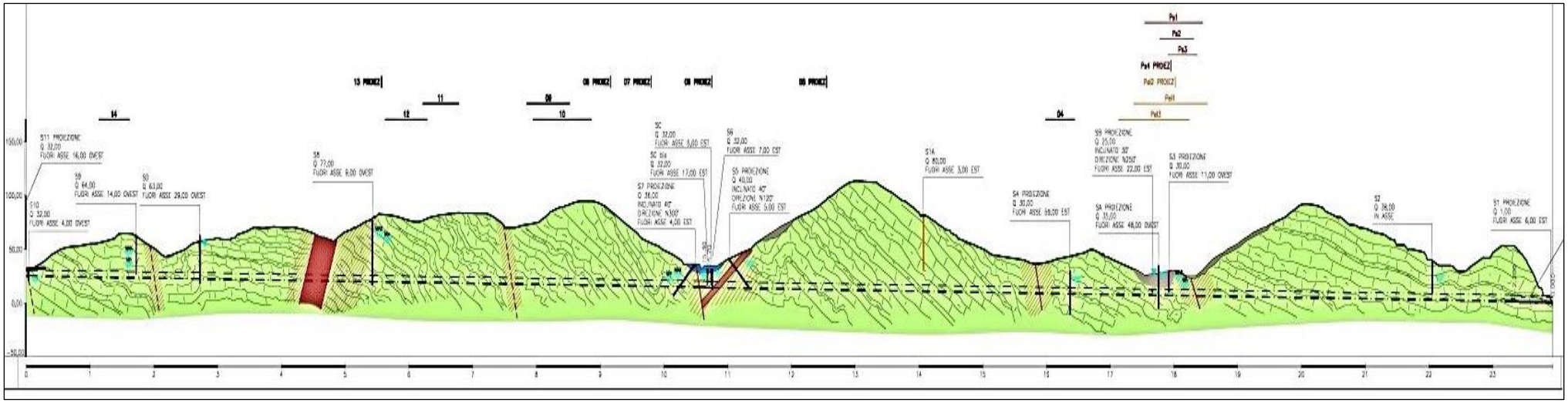


Figura 5.11 Carta Idrogeologica da elaborati di progetto





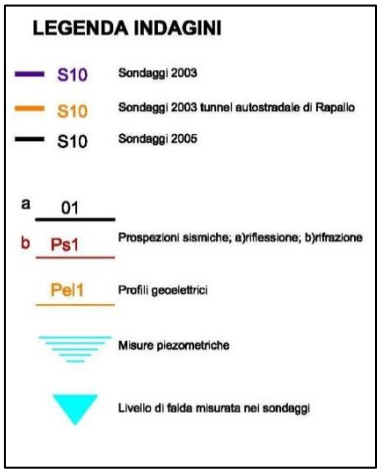


Fig .5.12 Profilo Geologico e posizione indagini da elaborati di progetto

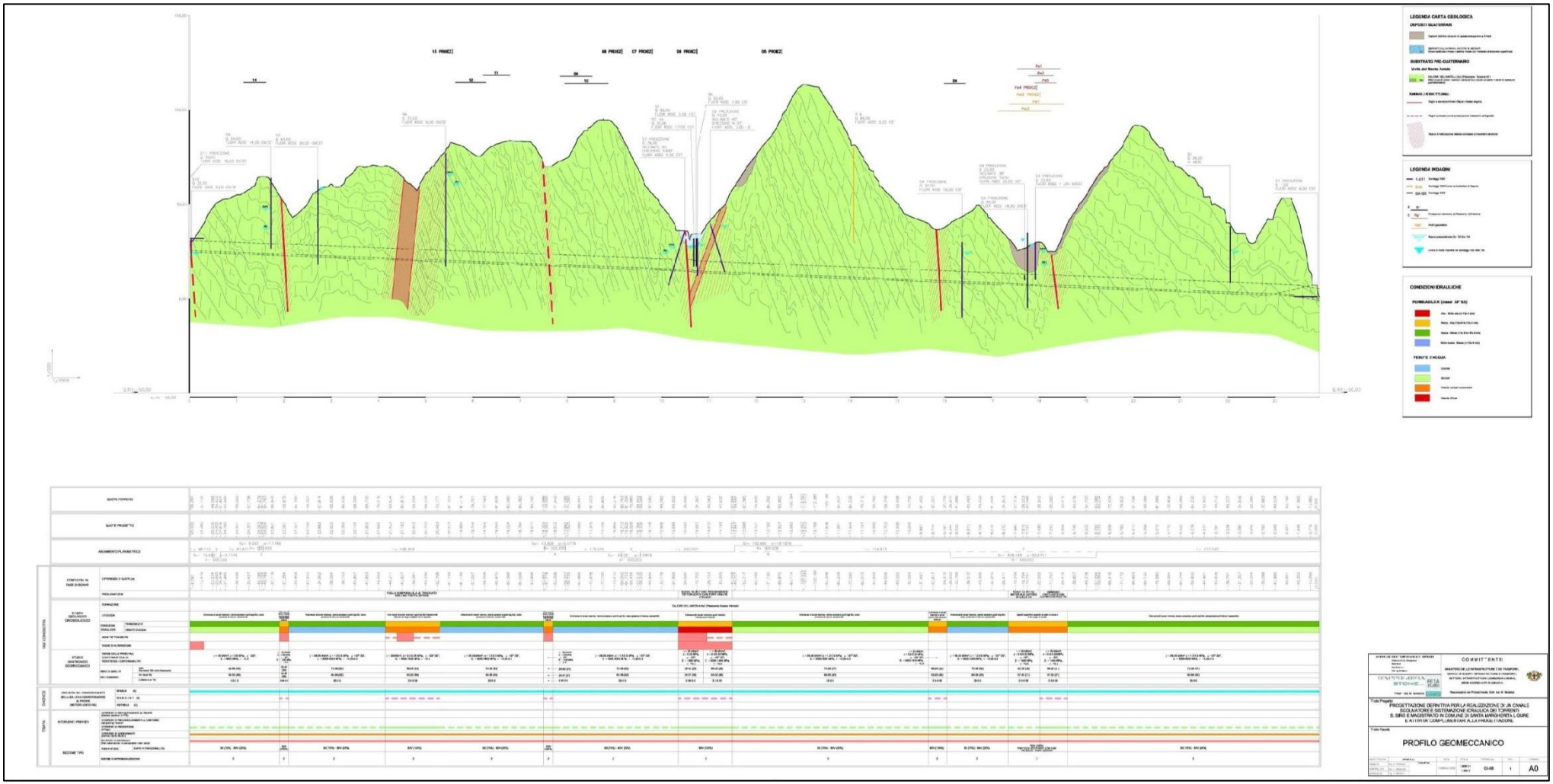


Fig .5.13 Profilo Geomeccanico

5.9 Descrizione delle attività svolte sul sito

5.9.1. uso pregresso del sito e cronistoria delle attività antropiche svolte sul sito;

Le opere che caratterizzano la galleria scolmatrice sono corrispondenti a :

- Opera di presa del torrente San Siro.

  L'opera si trova lungo la sponda destra del Torrente San Siro al di fuori del tessuto urbano, questo settore non è e non è mai stato sede di impianti industriali o attività che producano, o abbiano prodotto, inquinamento del terreno, delle acque, dell'aria.

- Opera di presa del Torrente Magistrato.

  L'opera si trova lungo la sponda destra del Torrente Magistrato, in un ambito che ospita attività produttive quali rimessaggio barche e parcheggio, ad oltre 200 m a valle è ubicato il complesso cimiteriale "Centrale" di Santa Margherita; questo settore non è e non è mai stato sede di impianti industriali o attività che producano, o abbiano prodotto, inquinamento del terreno, delle acque, dell'aria.

- Galleria idraulica della lunghezza di 2.390m

  Le coperture lungo il tracciato variano da un minimo di 10-15m in corrispondenza dei portali ad un massimo di 100m circa; la superficie corrispondente allo sviluppo della galleria non è e non è mai stata sede di impianti industriali o attività che producano, o abbiano prodotto, inquinamento del terreno, delle acque, dell'aria.

- Opera di sbocco a mare.

  Lo sbocco a mare della galleria esce a piena sezione sulla parte rocciosa direttamente a mare su questo tratto di costa, che ospita al di sopra dello sbocco la Strada Statale n° 227, via Milite Ignoto; questo settore non è e non è mai stato sede di impianti industriali o attività che producano, o abbiano prodotto, inquinamento del terreno, delle acque, dell'aria. L'unico punto di eventuale inquinamento, in caso di perdita, è il moderno depuratore di acque reflue presente a circa 200m a sud.

6. I MATERIALI DERIVATI DALLO SCAVO

6.1 Modalità di scavo della galleria

Lo scavo della galleria a piena sezione sarà eseguito utilizzando mezzi meccanici adeguati alla qualità e allo stato di conservazione della roccia, il progetto prevede l'utilizzo di tecnica tradizionale mediante l'impiego di martellone in terreni o rocce tenere e per mezzo di esplosivo (localmente condotto con microcariche) nell'ammasso roccioso consistente; gli attraversamenti delle zone di faglia e/o delle zone ove l'ammasso è fratturato saranno previsti mediante demolitore meccanico; ma non si esclude l'utilizzo di fresa ad attacco puntuale.

Un esempio significativo di operatività e buon risultato è quello delle gallerie ferroviarie del nodo di Genova Brignole che si sviluppano interamente nel flysch dell'Antola, scavate con fresa ad attacco puntuale con una produzione media di 5000 m3/mese.

Nel nostro caso sono valutati in modo, ovviamente approssimativo avanzamenti di circa 4-6 m/gg per un volume di scavo in banco di circa 170÷190 m3/gg volume; la produzione è derivata dal croprogramma presentato in All.1.

Per la scavo dello scolmatore del Fereggiano, in corso, anch'esso interessato in larga parte dalla formazione dei Calcari del Monte Antola, vista la particolare consistenza dell'ammasso roccioso, ha reso necessario il cambiamento dal sistema di scavo, inizialmente previsto con fresa puntuale, a quello con utilizzo di esplosivo e scavatore

L'ammasso roccioso calcareo marnoso è stato suddiviso in tre categorie con proprietà geomeccaniche decrescenti che vengono qui di seguito rappresentate, si è cercato di valutare l'incidenza percentuale, molto approssimativa, analizzando il rilievo geomeccanico riportato in Fig. 5.13.

Categoria A) ammasso roccioso in buone condizioni di conservazione e proprietà fisiche, di resistenza e deformabilità, il fronte e il cavo sono stabili; eventuale utilizzo di spritzbeton sulle pareti, bulloni locali. Il progetto prevede che lo scavo, in questa categoria di ammasso roccioso, sia eseguito preferibilmente con l'utilizzo dei sistemi indicati al paragrafo precedente per l'ammasso più competente Lo smarino sarà trasportato con damper adatti all'utilizzo in galleria, all'area di toccaggio/lavorazione presente nel cantiere dello sbocco (punto 10.6 "Il sito di movimentazione in cantiere" e Fig. 10.62 e 10.6.3) dove si sarà sottoposto a frantumazione e vagliatura (normali pratiche industriali) per essere inoltrato ai diversi utilizzi. Dal profilo geomeccanico del tracciato si stima che i tratti di ammasso di categoria A siano circa il 75% (approssimativamente 65000 m^3 in banco e 91000 m^3 in mucchio).

Categoria B) ammasso roccioso in condizioni di conservazione mediocri e parametri geomeccanici ridotti rispetto a quelli della categoria A, fronte e cavo stabile nel breve termine; necessari chiodi di vetroresina (VTR) al fronte, spritzbeton nel cavo; lo scavo potrà essere eseguito se possibile con la fresa puntuale o in alternativa con martello demolitore ed escavatore, come indicato per la categoria C. Dal profilo geomeccanico del tracciato si stima che i tratti di ammasso di categoria B siano circa il 15% (approssimativamente 14000m^3 in banco e 19500 m^3 in mucchio).

Categoria C) ammasso roccioso in cattivo stato di conservazione e parametri geomeccanici scadenti, fronte e cavo instabile; necessaria preconsolidazione del fronte mediante jet-grouting, iniezioni di miscela cementizia, chiodi VTR sistematici; lo scavo potrà essere eseguito con escavatore e/o martello demolitore.
Dal profilo geomeccanico del tracciato si stima che circa il 10% (approssimativamente 9000m^3 in banco 12500 m^3 in mucchio) dell'ammasso ricada in roccia tipo C.

Lo smarino, delle varie classi sarà trasportato con damper adatti all'utilizzo in galleria, all'area di stoccaggio/lavorazione, presente nel cantiere dello sbocco (punto 10.6 "Il sito di movimentazione in cantiere" e Fig. 10.62 e 10.6.3) dove si sarà sottoposto a frantumazione e vagliatura (normali pratiche industriali) per essere inoltrato ai diversi utilizzi.

6.2 Materiali prodotti dallo scavo della galleria e loro volumi

Lo scavo della galleria produrrà circa 88000 m^3 di geo materiali in banco che, dopo la lavorazione per renderli geotecnicamente compatibili con il loro utilizzo, potranno essere utilizzati, per una parte consistente, nell'ambito dello stesso progetto, in particolare come inerti per la confezione dei calcestruzzi previsti nel progetto definitivo, e parte della restante, altrettanto consistente aliquota, in altri progetti di ripascimento sia strutturale che stagionale di spiagge presenti nel paraggio di Santa Margherita Ligure, se in possesso dei requisiti richiesti e definiti a seguito di specifiche analisi ambientali condotte in accordo alla legislazione vigente in materia di gestione delle terre e rocce provenienti dagli scavi.

Oltre che soddisfare le prescrizioni in materia ambientale i geo materiali prodotti devono essere in possesso di proprietà fisiche e geomeccaniche adeguate a fornire le prestazioni richieste dai progetti ai quali sono destinati, questi aspetti è sono affrontati ai capitoli 7, 8 e 9.

Lo scavo della galleria dello scolmatore si sviluppa interamente nella Formazione del flysch di M.te Antola ma la qualità della roccia non è costante, come evidenziato al paragrafo 5.8; in linea di principio tutte e tre le categorie di calcare possono essere destinate al reimpiego probabilmente con qualche possibile limitazione per quanto riguarda il tipo B e certamente per il gruppo C.

Per quanto riguarda le rocce di categoria A l'eventuale impiego della fresa puntuale nei calcari può produrre un materiale con una buona curva granulometrica di pezzatura 0 – 100mm che lo renderebbe in buona parte utilizzabile per il ripascimento in sommersione.

Una ridotta aliquota dello smarino sarà molto probabilmente costituita da terreni di coltre (tratto iniziale dell'imbocco) o da roccia particolarmente degradata, decompressa in corrispondenza dell'attraversamento dell'area della DGPV; questo materiale sarà probabilmente poco utilizzabile.

L'utilizzo comunque prevede, in modo particolare per il reimpiego in mare (ripascimenti ed aree portuali), la rimozione dei frammenti dei rinforzi di vetroresina.

La rimozione dei residui di VTR può avvenire manualmente o, più efficacemente, per flottazione in vasche che ne consentano la separazione. Questa attività pur essendo considerata una normale pratica industriale, come riportato al punto seguente, potrebbe rappresentare sia da un punto di vista logistico che dei costi un'operazione non sostenibile in questo caso, al punto di rendere preferibile e conveniente conferire a discarica autorizzata parte dei materiali provenienti dallo scavo delle roccia di tipo B, ed in particolare, di tipo C.

Il materiale prodotto dallo scavo idoneo ad essere utilizzato per il ripascimento degli arenili emersi e sommersi, la forma spigolosa dei clasti derivati dalla lavorazione, sarà modellata dal il moto ondoso nell'arco di qualche stagione..

Il materiale deve rispettare una distribuzione granulometrica con frazione di passante al setaccio di apertura 0,063mm non maggiore del 5% e una frazione grossa di pezzatura non maggiore di 75 - 100mm; se il materiale non rispetta il limite percentuale del fine deve essere lavato; al contrario se di pezzatura grossa > 75-100mm, deve essere ridotto in un frantoio: questo potrebbe essere necessario particolarmente nel caso di utilizzo di escavatore (Roccia di tipo B e C).

Il lavaggio può essere effettuato a pioggia sui cumuli, la frantumazione con un frantoio mobile eventualmente del tipo a umido per l'abbattimento delle polveri eventualmente dotato di filtropressa per la separazione dei fini seguito poi da opportuna vagliatura .

In considerazione dei tipi di roccia e delle loro caratteristiche è presumibile che, con ampia approssimazione, si ottengano i seguenti volumi atti all'utilizzo:

Roccia di tipo A

approssimativamente 65000 m^3 in banco (circa 91000 m^3 in mucchio) con una resa dell' 75-80% (media in mucchio $\simeq$73000 m^3).

Roccia di tipo B

approssimativamente 14000 m^3 in banco (circa 19500 m^3 in mucchio) con una resa del 60- 65% (media in mucchio $\simeq$13000 m^3).

Roccia di tipo C

approssimativamente 9000 m^3 in banco (circa 12500 m^3 in mucchio) con una resa del 30 – 35%, (media in mucchio ≃4000 m^3); potrebbe risultare conveniente utilizzare questo tipo di geo-materiale per riempimenti agguagliamenti in cantiere o per recupero ambientale in cava.

7. NORMALI PRATICHE INDUSTRIALI

Le normali pratiche industriali consistono in quelle attività di trasformazione delle terre e rocce da scavo volte a migliorarne le proprietà geomeccaniche; sono normale pratica industriale la selezione granulometrica e la modificazione della pezzatura mediante frantumazione. Anche i trattamenti applicati per rimuovere materiali antropici addizionati alla roccia, in quanto parte del ciclo produttivo, sono considerati normale pratica industriale.

Nel caso della galleria il trattamento prevede la rimozione dalla roccia scavata dei tipi B e C dei residui di chiodi di vetroresina (VRT), inoltre il prodotto dello scavo in roccia tipo C potrebbe contenere residui cementizi derivanti dall'esecuzione di colonne di jet –grouting e iniezioni di boiacca.

Come indicato al punto precedente, particolarmente nei tratti dove il metodo di scavo adottato sarà quello con martello demolitore o escavatore, si produrranno pezzature che difficilmente potranno essere utilizzate tal quali.

8 PIANO DI CAMPIONAMENTO E ANALISI (Indagini geotecniche e ambientali)

8.1 Indagini geognostiche e geotecniche

L'area interessata dalla realizzazione della galleria scolmatrice delle portate dei torrenti San Siro e Magistrato è stata oggetto di 3 campagne articolate su rilievi geologici e geomeccanici degli affioramenti, da indagini geognostiche e geofisiche con prove in situ; a ciascuna delle campagne ha fatto seguito l'esecuzione di prove geotecniche e geomeccaniche di laboratorio.

In sintesi le caratteristiche delle campagne sono le seguenti:

<u>Indagini eseguite nell'anno 2003</u>

Lungo tutto il tracciato:

- rilevamento geologico di superficie;
- 11 sondaggi dei quali 9 ad asse verticale e 2 ad asse orizzontale con prove Lugeon;
- profili sismici.

Indagini eseguite nel 2005 – 2006

Lungo tutto il tracciato

- rilevamento geologico e geomeccanico di superficie;
- 4 sondaggi a carotaggio continuo con prove in foro (5 prove LEFRANC – 12 prove LUGEON – 4 SPT – 6 prove DILATOMETRICHE – 1 prova DOWNHOLE);
- 1 sondaggio a distruzione;
- profili sismici;
- prove di laboratorio:
    - 22 determinazioni della massa volumica;
    - 3 granulometrie:
    - 1 limiti di consistenza (Atterberg);
    - 6 prove di compressione monoassiale;
    - 4 prove triassiali;
    - 4 prove di resistenza a trazione indiretta (Brasiliana);
    - 4 prove di resistenza al taglio dei giunti;
    - 4 prove di velocità sismica Vp;
    - 6 prove di Point Load.

Indagini eseguite nel 2016

Tratto di imbocco e iniziale del tracciato (circa 200m).

- rilevamento geologico e geomeccanico di superficie;
- 2 sondaggi a carotaggio continuo con prove in foro (2 SPT);
- 6 profili sismici con metodo MASW;
- 6 profili sismici con metodo HVSR;
- prove di laboratorio:
    - 1 granulometria
    - 1 limiti di consistenza (Atterberg)
    - 3 prove di compressione monoassiale
    - 3 prove di trazione indiretta (Brasiliana)
    - 22 prove di Point Load.

Le posizioni delle indagini sono riportate nelle Fig. 5.11 e 5.12.

8.2 Caratterizzazione geotecnica dei materiali prodotti dallo scavo

I geo-materiali prodotti dalle attività di scavo della galleria, per i quali è previsto il riutilizzo nell'ambito del sito di progetto o in altri progetti nei quali è ammesso l'impiego di terre e rocce da scavo, devono soddisfare i requisiti fisici e di resistenza meccanica previsti dalle specifiche tecniche del progetto al quale sono destinati e, in ogni caso, in mancanza di prescrizioni specifiche, devono essere in possesso di proprietà geotecniche e/o geomeccaniche che garantiscano prestazioni in opera conformi ai criteri generali di accettabilità dei materiali naturali da utilizzarsi nella costruzione di manufatti.

Le proprietà fisiche e meccaniche dei terreni e delle rocce risultanti dallo scavo della galleria sono state determinate sia a seguito di prove in foro sia mediante prove di laboratorio su campioni rappresentativi dei diversi geo – materiali prodotti dalle attività di scavo.

Nel seguito si illustra una sintesi dei risultati delle suddette prove che deriva dalla consultazione dei documenti di progetto prodotti nelle varie fasi Progettuali.

8.2.1 Terreni sciolti della coltre eluvio colluviale e dell'area DGPV

A causa del ridotto spessore delle coltri il numero di campioni (disturbati) prelevati è esiguo, così come è limitato il numero di prove SPT (6 in totale, indagini 2006 e 2015), essi sono costituiti da terreni granulometricamente eterogenei: i tipi ricorrenti sono ghiaie e sabbie limose e/o argillose (GM – GC e SM – SC secondo il sistema di classificazione USCS) e vengono trattati come terreni granulari.

La massa volumica è compresa tra 1900 e 2000kg/m3

L'Indice plastico dei terreni a maggior percentuale di frazione fine è 22.

L'angolo di attrito efficacie è stato calcolato sia per via indiretta da NSPT, Vs, sia con una prova di taglio consolidata – drenata. I valori ottenuti sono, nell'ordine: 32.7°-33°-30.6°. Si assume come valore di progetto 30° e coesione nulla. Nel caso delle aree interessate da movimenti è consigliabile utilizzare l'angolo residuo di 22°.

Per quanto riguarda la deformabilità dei terreni di coltre si stimano valori del modulo E compresi tra 17 e 34MPa; come valore di progetto si considera 30MPa.

8.2.2 Calcari marnosi del substrato

I calcari marnosi del substrato sono stati caratterizzati in base agli esiti del rilevamento geomeccanico degli affioramenti e dei risultati delle prove di laboratorio eseguite su campioni prelevati dagli affioramenti e dai sondaggi.

Le proprietà fisiche e meccaniche medie dei calcari sono le seguenti:

- Massa volumica 2500 – 2600kg/m^3 .
- Resistenza in compressione non confinata: si sono determinati valori molto variabili, compresi tra 34 e 115MPa, a seconda del livello di degrado della roccia e dell'orientazione delle fratture.
- Le prove di point load assiali e diametrali, tradotte in termini di resistenza in compressione, indicano una significativa anisotropia della roccia.
- La resistenza a trazione (misura indiretta) risulta di 5-6MPa.
- Il modulo di deformabilità varia tra 1,4 e 9,0GPa, dove il primo valore si riferisce alla roccia in condizioni più superficiali.
- La qualità della roccia in ammasso è valutata secondo i criteri stabiliti dalle classificazioni RMR89 (Bieniawski), Q (Barton) e GSI (Geological Strenght Index, Hoek, Kaiser, Bawden); il GSI consente di scalare i parametri della roccia integra all'ammasso.
- RMR89 varia tra 25 e 51 (valori minimi) e 42-70 (valori massimi)
- GSI varia tra 20 e 46 (valori minimi) e 37 -65 (valori massimi)
- Q varia tra 0,08 e1,7 (valori minimi) e 0,9 – 35 (valori massimi)

I valori sopra riportati indicano molta variabilità delle caratteristiche della roccia in sito e conseguentemente un differente comportamento allo scavo; i valori più bassi di RMR, GSI, Q sono associati alla roccia interessate dalle opere fuori terra.

I dati così riassunti derivano dalla consultazione dei documenti dedicati nelle varie fasi di progetto, alcune della tabelle di consultazione più significative sono riportate in All.1 (Tabelle da 1 a 4).

In sintesi i dati di caratterizzazione geotecnica dell'ammasso roccioso che sarà interessato dall'opera presentano una variabilità rilevante, ma la selezione prodotta dall'impatto della lavorazione stessa e degli eventuali passaggi della pratiche industriali, a cui saranno sottoposti detti materiali, renderanno una rilevante percentuale degli stessi utilizzabili sia per ripascimento, sia in cantiere come inerti per i calcestruzzi previsti dal progetto e materiali da riempimento (si veda cap.10).

8.3 Caratterizzazione ambientale dei materiali prodotti dallo scavo

Tre campioni di calcare prelevati nel sondaggio SG-2 (log nell'Allegato 2) alle profondità di 32 - 34-37m, corrispondenti alla profondità di scavo della galleria, sono stati analizzati in conformità alle prescrizioni del D.Lgs. 10 agosto 2012, n. 161 e DPR 13 giugno 2017 n. 120 "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, per determinare la concentrazione di elementi e composti nella matrice rocciosa.

Condizione essenziale affinché un materiale naturale possa essere utilizzato nell'ambito di realizzazione di opere e manufatti è che non contenga elementi e composti che derivino da attività passate di natura contaminante, attività di natura antropica, situazioni di inquinamento diffuso, anomalie del fondo naturale con concentrazioni superiori ai valori di CSC (Concentrazione Soglia di Contaminazione) indicati nella Tabella 1, colonne A e B, allegato 5 , Titolo IV del Decreto Legislativo n. 152 del 2006, con riferimento alle condizioni di insediamenti residenziali (CSC, colonna A) ovvero siti con destinazioni industriali (CSC, colonna B).

In assenza di situazioni del tipo suindicato il programma di analisi può essere limitato agli elementi riportati nella tabella 4.1 dell'Allegato 4 del DPR 13.06.2017 n°120, anche nel caso che la produzione di terre e rocce a seguito di scavi sia compresa tra 6000m^3 e 150000m^3 non è richiesto di eseguire tutte le analisi chimiche dell'elenco della Tabella 1 Allegato 5 del Dlgs 152.

La densità di campionamento della roccia da scavare in questa fase di progettazione, trattandosi di una galleria, è stabilita in un campione da un sondaggio prelevato a tre profondità rappresentative della roccia presente alla quota di scavo, come previsto all'Allegato 2 del DPR 13.06.2017 n°120.

Dal sondaggio SG-2/2016 (si veda la colonna stratigrafica allegata) sono stati selezionati 3 spezzoni di carota alle profondità di 32m – 34m – 37m. Le carote sono state frantumate in un frantoio da laboratorio e poi passate al setaccio di apertura 20mm per eliminare l'oversize. I 3 campioni sono

stati consegnati al laboratorio SIGE certificato ACCREDIA per l'esecuzione delle determinazioni (si vedano i certificati riportati in Allegato 3).

Premesso che le litologie del sito di progetto non sono comprese in aree appartenenti alle "rocce verdi", le concentrazioni di tutti gli elementi / composti inorganici ed organici determinati con i metodi di norma risultano minori dei valori CSC di cui alla Tabella1 colonne A e B Allegato 5 del Dlsg 152.

Pertanto i geo-materiali prodotti dallo scavo della galleria possono essere utilizzati per quanto attiene alle caratteristiche ambientali, per gli impieghi previsti dal Decreto n. 162, 2012.

Seguendo le indicazioni date dal DPR 13 Giugno 2017 n.120, all'allegato 9 'Procedure di campionamento in corso d'opera e per i controlli e le ispezioni (articoli 9 e 28)"che riporta :

"La caratterizzazione ambientale può essere eseguita in corso d'opera solo nel caso in cui sia comprovata l'impossibilità di eseguire un'indagine ambientale propedeutica alla realizzazione dell'opera da cui deriva la produzione delle terre e rocce da scavo; nel piano di utilizzo sono indicati i criteri generali di esecuzione".

Questo è il nostro caso visto l'opera in oggetto è un galleria ed campioni estratti nelle campagne svolte nel 2005 2006 sono andati persi è previsto il controllo in corso d'opera (si veda punto seguente).

Anche perché le metodiche di scavo potrebbero determinare una potenziale contaminazione per cui sarà eseguita una caratterizzazione programmata durante l'esecuzione dell'opera.

All scopo di dare maggiori indicazioni sulla sostenibilità ambientale per l'utilizzo dei materiali derivanti dalla scavo del nostro Tunnel Scolmatore, sono state raccolti i dati di caratterizzazione chimica dello smarino estratto dallo scavo dello scolmatore del Torrente Fereggiano, in via di realizzazione a Genova, che attraversa la stessa formazione Geologica (Calcari Marnosi Del Monte Antola), si vedano il capitolo 9 e allegato 4.

8.3.1 Controlli in Corso d'Opera

Il proponente del PdU, in fase di costruzione, dovrà verificare, con le modalità di prelievo indicate nell'Allegato 2 (campionamento da cumuli, o campionamento dal fronte di avanzamento dello scavo), di trattamento e di analisi in accordo a quanto previsto negli Allegati 2 e 4 del Decreto n. 162, 2012. Poiché il volume in banco del geo-materiale scavato è compreso tra 6000m^3 e

150000m^3, è facoltà dell'esecutore limitare le analisi alle determinazioni di cui alla Tabella 4.1dell'Allegato 4, DPR 13 Giugno 2017 n.120, nel seguito riportate.

- Arsenico.
- Cadmio.
- Cobalto
- Nichel.
- Piombo.
- Rame.
- Zinco.
- Mercurio.
- Idrocarburi C >12.
- Cromo totale
- Cromo VI
- Amianto

9 SOSTENIBILITÀ SULL'UTILIZZO DEI MATERIALI DERIVATO DA SCAVI NEI CALCARI DEL MONTE ANTOLA, CONSIDERAZIONE SUI RISULTATI SULLO SMARINO ESTRATTO PER LA REALIZZAZIONE DELLO SCOLMATORE DEL TORRENTE FEREGGIANO

Ai punti 6.1 "Modalità di scavo della galleria", 6.2 "Materiali prodotti dallo scavo della galleria" e 7. "Normali pratiche industriali" sono sintetizzati i volumi, le categorie e le indicazioni sulla qualità dei materiali dei materiali e le normali pratiche industriali che saranno adottate per rendere detti materiali adatti al loro utilizzo più sostenibile dal punto di vista ambientale.

Ai punti i 8.2 "Caratterizzazione geotecnica dei materiali prodotti dallo scavo" e 8.2.2 "Calcari marnosi del substrato" sono riportate le caratteristiche geotecniche della roccia interessata dallo scavo della galleria sulla base agli esiti del rilevamento geomeccanico degli affioramenti e dei risultati delle prove di laboratorio eseguite su campioni prelevati dagli affioramenti e dai sondaggi

In sintesi i dati di caratterizzazione geotecnica dell'ammasso roccioso che sarà interessato dall'opera presentano una discreta variabilità, ma la selezione prodotta dall'impatto della lavorazione stessa e degli eventuali passaggi della pratiche industriali, a cui saranno sottoposti detti materiali, renderanno una rilevante percentuale degli stessi utilizzabili sia per ripascimento strutturale che stagionale si sia per uso in cantiere (si veda capitolo 10).

Il numero della prove geotecniche a disposizione sono relativamente limitate e soprattutto non si hanno dati diretti sulla resa alla scavo per cui si è ritenuto utile raccogliere dati significativi sullo scolmatore del Fereggiano in via di realizzazione a Genova, scavato nella stessa formazione geologica Calcari Marnosi del Monte Antola, che interessa lo scolmatore del Torrente San Siro di Santa Margherita Ligure oggetto dello studio e che presenta le stesse caratteristiche geotecniche.

I dati sono stati forniti dal Comune di Genova e sono integralmente presentati in Allegato 4 – "Caratterizzazione Chimica e Distribuzione Granulometrica Smarino Scolmatore Fereggiano" derivate dai test su campionamenti sistematici eseguiti durante l'avanzamento. I materiali derivati dallo scavo dello scolmatore del Fereggiano sono utilizzati parte in cantiere per la produzione di inerti per i calcestruzzi previsti dal progetto e parte conferiti alla costruenda piattaforma portuale MAERKS di Vado Ligure, parte per il ripascimento delle spiagge limitrofe.

9.1 La caratterizzazione Chimica

Le analisi sono effettuate a cadenza regolare di base ogni 500 metri di avanzamento dello scavo in galleria, ma intensificate se emergono modifiche a vista sulla qualità' della roccia.

Sui campioni prelevati dal cumulo di smarino è stata eseguita la caratterizzazione analitica, sia finalizzata al ripascimento degli arenili, sia alla compatibilità per il riutilizzo presso la piattaforma MAERSK di Vado Ligure.

E' stata effettuata anche la verifica delle CSC di cui alla colonna A, tabella 1, allegato 5 alla parte IV del decreto legislativo n. 152 del 2006 e smi, per Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale, nonchè la verifica del Test di cessione ai sensi dell'allegato III del D.M. 05/02/98 (sostituito dall'art. 1, lettera m, DM 186/06).

Il comune di Genova ha fornito i rapporti di prova relativi a campionamenti un campionamento di maggio 2016, giugno 2016 e gennaio 2017 i campioni sono stati campionate e analizzati nel laboratorio certificato EUROCHEM S.r.l. (certificato Accredia, (UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2005 con accreditamento n° 0199 e intercalibrato con ARPAL.)

Gli esiti definiscono che non è stato registrato nessun supero dei valori limite riporatati nei documenti di prova. Le Conclusioni riferite al campione del Gennaio '17 riportano che il materiale è risultato conforme alla DGR della Regione Liguria 1446/2009. Relativamente ai metalli, nel Rapporto di prova i limiti riportati sono quelli relativi al tratto di costa compreso tra Voltri e Punta Vagno. Con riferimento ai ripascimenti delle spiagge Corso Italia è necessario fare riferimento ai limiti del tratto di costa compreso tra Punta Vagno e Punta Chiappa.

I valori di presenza di Metalli Pesanti rilevati sono sempre inferiori a quelli imposti per i paraggi di Santa Margherita Ligure; Chiavari e Lavagna (si veda Tab.5 in All.1); i risultati sono pertanto stati confrontati con i limiti previsti per quest'ultimo tratto.

9.2 Assortimento granulometrico

Il Comune di Genova ha fornito altresì le caratteristiche granulometriche dei materiali derivate dalla frantumazione a secco e vagliatura dello smarino effettuate in postazioni diverse.

La prima presso la cava di Gneo sulle alture di Sestri Ponente, selezionata per la sua vicinanza alla discarica di Scarpino, indicato come possibile sito di conferimento; i risultati completi derivati della lavorazione sono riportati in Allegato 4, il materiale dopo la lavorazione risulta essere una ghiaia (tutto passante al di sotto dei 100 mm e trattenuto i 20mm) ben gradata (80%), con sabbia (19%), sostanzialmente pulita (0.063mm< 1%); si veda la curva granulometrica qui di seguito riportata.

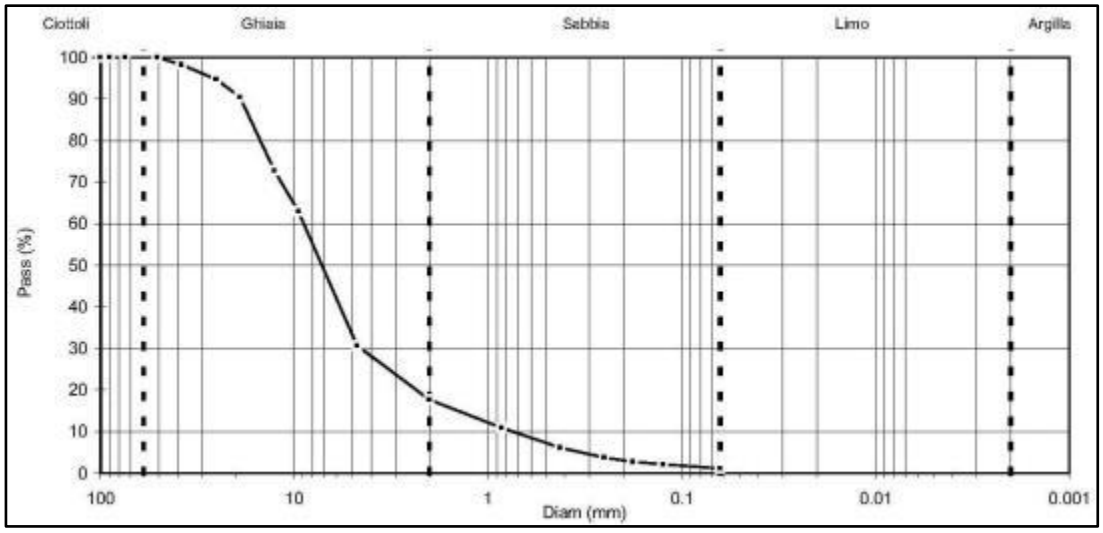


Fig. 1 Curva Granulometrica del materiale derivato da frantumazione e vagliatura presso cava Gneo

La seconda relativa al cantiere di Corso Italia, corrispondente al portale d'ingresso della galleria, dove il materiale è stato lavato e frantumato, destinato al ripascimento delle spiagge limitrofe, i risultati relativi alle granulometrie, eseguite nel laboratorio ufficiale "GD test" sono presentati all'Allegato 4.

Le caratteristiche granulometriche previste dal progetto dello scolmatore per il ripascimento sono comprese tra 2 e 100 mm.

L'osservazione della curva granulometrica consente di definire il materiale come, una ghiaia poco gradata (tutto passante al di sotto dei 100 mm e trattenuto i 20mm, 100%), sostanzialmente pulita (0.063mm< 1%). Si veda la curva granulometrica qui di seguito riportata.

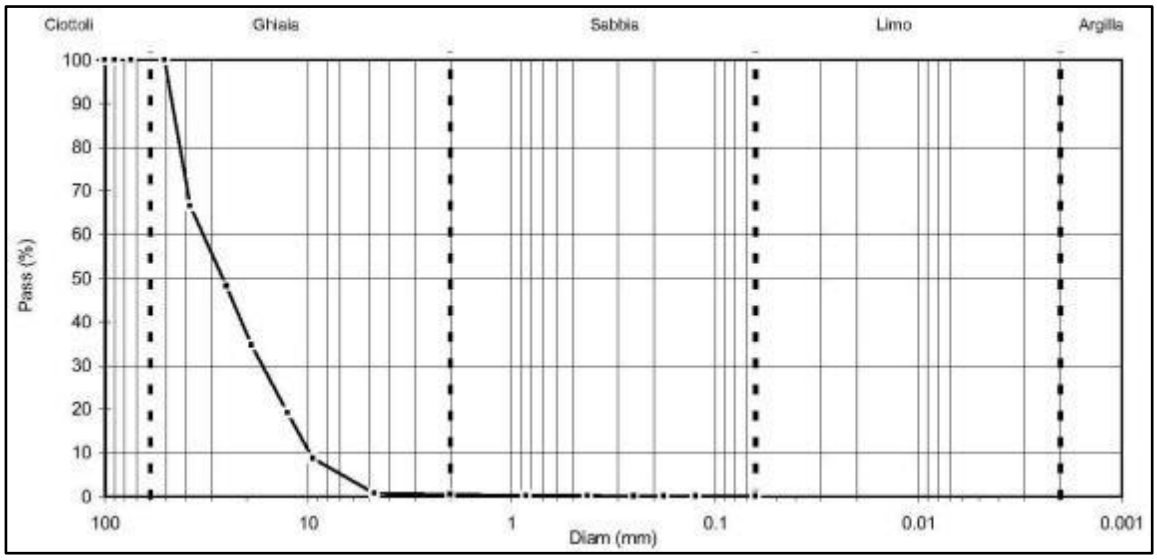


Fig. 2 Curva granulometria del materiale derivato da frantumazione e vagliatura presso Cantiere Corso Italia

La terza è relativa al materiale naturale di spiaggia del Lido Albaro in Corso Italia; l'analisi granulometrica eseguita dal laboratorio certificato EUROCHEM S.r.l. indica una ghiaia ben gradata, sostanzialmente pulita. Si veda la curva granulometrica qui di seguito riportata.

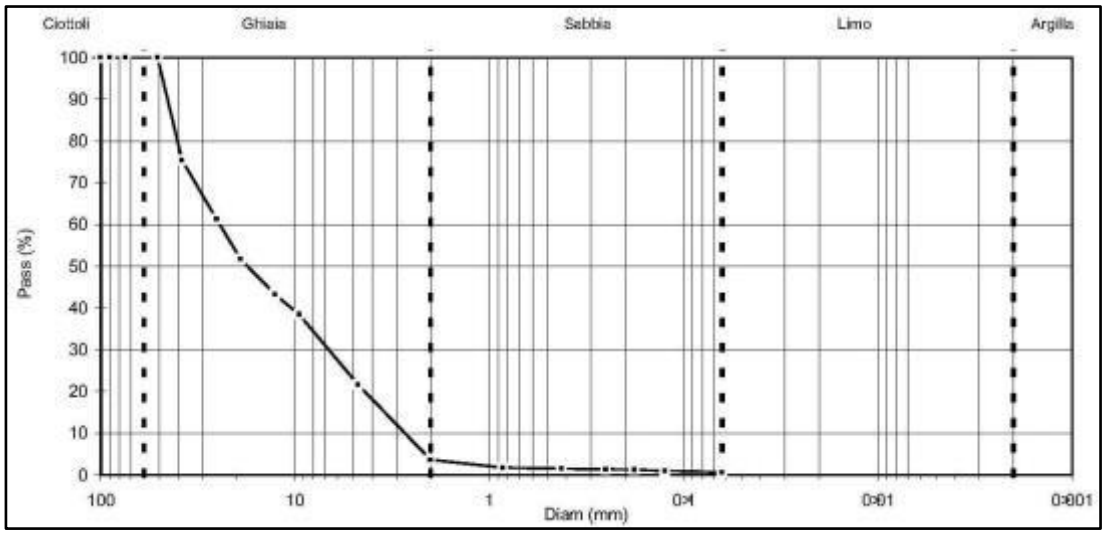


Fig.3 Curva granulometrica materiale di spiaggia del Lido Albaro, in Corso Italia

Per cui lo smarino derivato dallo scavo nell'ammasso roccioso appartenente alla formazione dei Calcari Marnosi del Monte Antola, opportunamente sottoposto alle "normali pratiche industriali" qui consistenti in frantumazione e vagliatura del materiale di scavo, può fornire un materiale di buona qualità nel rispetto della distribuzione granulometrica con frazione di passante al setaccio di apertura 0,063mm non maggiore del 5% e una frazione grossa di pezzatura non maggiore di 100mm;

Le Caratteristiche indicative, qualitative e quantitative del materiale disponibile per il ripascimento sono riportate nella tabella qui di seguito.

Campione	Quantità m^3 in mucchio	D_{60}	% ghiaia	% sabbia	% pelite
Tipo	45.000	10÷20 mm	80÷100	5÷20	< 5%

Tabella1 – Caratteristiche indicative, qualitative e quantitative del materiale disponibile per il ripascimento

10 GLI UTILIZZI E I SITI DI DESTINAZIONE PREVISTI

10.1 Premessa sugli utilizzi ed i siti prescelti

Santa Margherita Ligure ed in particolare il contesto che ospiterà l'opera, in prospicienza della litoranea che la unisce a Portofino, sono tra i siti pregiati, da un punto di vista ambientale e paesaggistico presenti in Liguria.

In considerazione di questo aspetto e della rete stradale inadatta a ricevere i flussi di traffico per l'eventuale allontanamento del materiale di scavo, sono stati individuati impieghi che minimizzassero gli impatti ambientali previlegiando minori distanze e trasporti non su strada.

A questo scopo gli impieghi individuati sono stati i seguenti:

- la formazione della piattaforma temporanea a mare per attacco alla galleria (575 m^2) ed agguagliamenti aree di cantiere;
- l'utilizzo come inerti da calcestruzzo per il rivestimento della galleria ed delle opere accessorie di imbocco sui Torrenti San Siro e Magistrato e dello sbocco a mare;
- il ripascimento strutturale spiaggia retroporto a Santa Margherita Ligure;
- il ripascimento stagionale delle spiagge di Santa Margherita Ligure.
- il materiale considerato non adatto agli utilizzi previsti sarà acquisito dalla ditta "Cave di Frisolino S.r.l.", per riqualificazione ambientale nell'ambito del progetto di coltivazione della Cava di Marmo denominata "Sopra la Fontana" nel Comune di Né.

10.1.1 Formazione della piattaforma temporanea a mare

La realizzazione della piattaforma a mare provvisoria per l'attacco alla galleria di 575 m^2 prevede l'utilizzo circa 2000 m^3 di tout venant che potrà essere fornito dagli sbancamenti dì attacco dell'imbocco sul Torrente San Siro, altri 500 m^3 circa saranno utilizzati per gli agguagliamenti delle aree di cantiere.

10.1.2 Gli inerti per i Calcestruzzi previsti dal Progetto

Allo scopo di ottimizzare l'impiego del materiale provenienti dallo scavo dell'opera, ed i particolare i minimizzare i trasporti, si è individuato l'utilizzo di parte di esso come inerti per la confezione dei calcestruzzi previsti da l progetto.

Al momento non è possibile ipotizzare le classi granulometriche necessarie alla realizzazione dei calcestruzzi previsti per lo scolmatore, questo aspetto sarà affrontato nel progetto esecutivo e con gli approfondimenti costruttivi, attraverso lo studio preventivo delle miscele per i vari impieghi, comunque, in considerazione delle qualità del materiale e dalle prove presentate nei punti precedenti, esso appare adatto a questo utilizzo sempre attraverso frantumazione ed opportuna vagliatura.

Questo utilizzo è stato anche adottato per la realizzazione dello scolmatore del Fereggiano in via di realizzazione.

I volumi previsti di calcestruzzo in questa fase progettuale è di circa 40.000 m^3

Facendo una valutazione approssimativa è possibile che il probabile contenuto di inerti di calcestruzzo sia di circa 2000 kg per m^3.

Questa valutazione indica una quantità di inerti necessaria di circa 80000 ton che, per un valore di peso specifico per il tipo di roccia impiegato pari a 2.60 Ton/m^3 è stimabile in circa 31.000 m^3 di inerti in banco e 43500 m^3 in mucchio.

10.1.3 Il ripascimento strutturale spiaggia retroporto a Santa Margherita Ligure

Nel Piano di Tutela dell'Ambiente Marino e Costiero, Ambito Costiero 15 "Unità fisiografiche Golfo del Tigullio, Baia del Silenzio e Riva Trigoso" (ART. 41 LEGGE REGIONALE N° 20/2006) "Relazione Paraggio di Bagno delle Donne – da Punta Pedale al porto di Santa Margherita del Settembre 2011.

La Relazione relativa al Paraggio di Santa Margherita Ligure in cui, tra le misure d'intervento, viene descritto l'intervento di ripristino della spiaggia:

....Nel dettaglio il quadro degli interventi per il paraggio è il seguente:
-interventi costa bassa e costa alta
– Settore settentrionale: In tale tratto si può ottenere un'ampia spiaggia mediante l'allungamento del pennello radicato alla diga foranea associato ad ripascimento strutturale di materiale adeguato per la stabilità della spiaggia (tale almeno da far avanzare la spiaggia di 20 metri) con eliminazione dei pennelli intermedi esistenti (versamento di circa 30.000 ÷ 40.000 m3).
Per questo intervento è previsto l'impiego di circa 30000 m3 di materiale.

Il ripascimento strutturale previsto per la spiaggia del Retroporto, il suo iter approvativo.

la Società Santa Benessere & Social S.r.l. (ora Società Santa Benessere - & Social S.p.A.) ha presentato, e successivamente integrato, un'istanza acquisita al protocollo comunale in data 22 febbraio 2011 al n. 6433 al fine di ottenere il rilascio di concessione demaniale marittima, ai sensi

dell'articolo 3 del D.P.R. 509/97 e per la durata di anni 90 (novanta), per la realizzazione e per la gestione di un "Progetto di messa in sicurezza e adeguamento funzionale con parziale riqualificazione degli ormeggi e del litorale sud", con riguardo ad un complesso demaniale marittimo formato da 19.740 mq di aree emerse e da 116.713 mq di specchio acque.

Questa richiesta è stata sottoposta alle doverose procedure previste, i cui risultati sono qui di seguito riassunti:

- 10.03.2015 Deliberazione Comunale Santa Margherita Ligure:
  Conferenza dei Servizi, ai sensi dell'art. 5 del D.P.R. 509/1997, relativa alla richiesta di concessione demaniale marittima presentata dalla Società "Santa Benessere & Social S.r.l." ed alla domanda concorrente presentata dal Raggruppamento Temporaneo di Imprese "S.IM.E.S. Tigullio S.r.l." — Controdeduzioni alle osservazioni presentate, espressione del Comune sui progetti e prescrizioni per la predisposizione della progettazione definitiva.
  Delibera al punto 5
  "di individuare, per le motivazioni esposte nell'apposita sezione riportata nel corpo della presente deliberazione, il progetto redatto dalla Società Santa Benessere & Social S.p.A. come quello che propone l'iniziativa maggiormente idonea a soddisfare in via combinata gli interessi pubblici alla valorizzazione turistica ed economica del territorio, alla tutela del paesaggio e dell'ambiente, della cultura e delle tradizioni locali, nonché della sicurezza della navigazione, sempre fatta salva l'acquisizione degli altri assensi, pareri, nulla osta etc. che saranno espressi dagli altri Enti ed organismi pubblici partecipanti alla conferenza dei servizi deliberante;"

- 23.04.2015 Regione Liguria
  Oggetto: Conferenza di Servizi ex art. 5 del DPR 509/1997 per ammissibilità progetti preliminari per la riqualificazione del porto turistico di Santa Margherita Ligure e del relativo retro porto.
  Valutazioni conclusive :
  ……Pertanto, per le motivazioni sopra riportate, si ritiene che la proposta della Società "Santa Benessere & Social S.p.a." sia quella che meglio risponde agli interessi pubblici costituenti gli elementi di riferimento per la pronuncia di ammissibilità o meno dei progetti preliminari presentati, di cui all'art. 5 del DPR 50911997, ed in linea con la decisione assunta dal Comune di Santa Margherita nella Dee 1512015, e pertanto si ritiene che la proposta sia ammissibile all'ulteriore fase del procedimento ex art.6 DPR 509/1997 a condizione che il progetto definitivo ottemperi alle seguenti prescrizioni, che nel loro complesso tengono conto anche dei pareri acquisiti in fase istruttoria.

- 29.04.2015 Comune Santa Margherita Ligure:
  Conferenza dei Servizi Verbale di Seduta
  Oggetto:
  Procedimento ex articolo 5 del D.P.R. 509/1997 relativamente alla richiesta di concessione demaniale marittima presentata dalla Società "Santa Benessere & Social S.r.l." (ora S.p.A.) ed alla domanda concorrente presentata dal Raggruppamento Temporaneo di Imprese rappresentato dalla Società "S.IM.E.S. Tigullio S.r.l.".

- 12.06.2015 Comune Santa Margherita Ligure:
  Conferenza dei Servizi Provvedimento conclusivo. Determinazione N°108
  Pubblicata all'albo pretorio dal 17-06-2015 al 02-07-2015
  Relativa alla richiesta di concessione demaniale marittima presentata dalla Società "Santa Benessere & Social S.r.l." (ora S.p.A.) ed alla domanda concorrente presentata dal Raggruppamento Temporaneo di Imprese rappresentato dalla Società "S.IM.E.S. Tigullio S.r.l."
  Determina:
  1.la conclusione della Conferenza dei Servizi, svoltasi secondo la procedura illustrata nelle premesse ai sensi dell'articolo 5 del D.P.R. 509/1997, a seguito della quale l'istanza presentata dalla Società Santa Benessere & Social S.p.A. è stata ritenuta ammissibile alle successive fasi della procedura, subordinatamente all'osservanza di tutte le prescrizioni, indicazioni e richieste di documentazione impartite a vario titolo dagli Enti della Conferenza che di seguito si richiamano (allegati al presente provvedimento.

La Società Santa Benessere & Social S.p.A ha inizialmente presentato un progetto preliminare. a cui è seguito, , il 4 Dicembre 2017, il progetto definitivo a titolo "Porto di Santa Margherita Ligure Progetto Definitivo di messa in sicurezza ed adeguamento funzionale con riqualificazione degli Ormeggi e del Litorale Sud"; il dettaglio del sito di intervento è riportato al punto 10.3, la relazione di Progetto dedicata al Ripascimento strutturale (con revisioneFeb.2018) è riportata all'Allegato 6.

10.1.4 Il ripascimento stagionale del litorale di Santa Margherita Ligure

Lo smarino sottoposto alle lavorazioni previste (si vedano capitoli 7, 8 e 9) può essere utilizzato per il ripascimento stagionale delle spiaggia indicate per complessivi 940 ml di fronte mare.

In considerazione di ripascimenti stagionali con apporto, di quantità massime di 10 m^3 di materiale al ml di fronte mare, si possono utilizzare 9400 m^3 di materiale all'anno;

10.1.5 Il bilancio volumetrico delle destinazioni previste

Di conseguenza il bilancio di destinazione previsto è il seguente:

Condizioni della Roccia	Vol. in banco (m^3)	Vol. in mucchio (m^3)	* Resa dopo lavorazione (m^3)
Categoria A ammasso roccioso in buone condizioni di conservazione e proprietà fisiche, di resistenza e deformabilità	65000	91000	73000 (80%)
Categoria B) ammasso roccioso in condizioni di conservazione mediocri e parametri geomeccanici ridotti rispetto a quelli della categ.A	14000	19500	13000 (65%)
Categoria C) ammasso roccioso in cattivo stato di conservazione e parametri geomeccanici scadenti,	9000	12500	4000 (35%)
Volumi Totali	**88000**	123000	90000 (73%)

* nel caso il materiale venga sottoposto a frantumazione e vagliatura per ripascimento e/o inerti per CLS

Tab. 10.1 Volumi di scavo e resa alla lavorazione

	Vol. scavo in banco (m^3)	Vol. scavo in mucchio (m^3)	Resa dopo lavorazione (m^3)	Scarto (m^3)
Volumi Totali	88000	123000	90000	33000

Tab. 10.1 a Volumi totali di scavo e resa e scarto alla lavorazione

Dei 90000 m3 a disposizione potranno essere utilizzati come :

- "tout venant" per il riempimento piattaforma a mare di attacco allo galleria, e gli agguagliamenti piazzali di cantiere per volume di circa 2500 m^3;
- Inerti per calcestruzzi 43500 m^3 in mucchio;
- Il ripascimento strutturale spiaggia retroporto a Santa Margherita Ligure, 30000 m^3 in mucchio

I volumi previsti per l'utilizzo per queste destinazioni sarà di 76000 m^3

- I rimanenti 14000 m^3 potranno essere utilizzati per i Ripascimenti stagionali a Santa margherita Ligure.
- Il materiale inadatto all'utilizzo Come inerti per i calcestruzzi e per i ripascimenti sarà utilizzato per il Recupero ambientale previsto per la cava Né, 33000 m^3 ;

10.1.6 Criteri di progettazione degli interventi di ripascimento

Per quanto riguarda i Criteri di progettazione negli interventi di ripascimento la Legge Regionale No. 13/1999 indica nei Comuni, gli Enti competenti ad approvare gli interventi stagionali di ripascimento, cioè quelli volti esclusivamente a ripristinare i profili di spiaggia precedenti a eventuali eventi di erosione e che prevedono l'apporto di sabbia in quantità inferiore ai 10 metri cubi per metro lineare di spiaggia. La stessa legge affida alla Regione la definizione dei criteri generali, dei requisiti qualitativi e delle modalità operative da osservare nella progettazione e nella realizzazione degli interventi. La Regione ha pertanto prodotto i seguenti atti ed indirizzi:

- "Criteri generali da osservarsi nella progettazione degli interventi stagionali di ripascimento degli arenili", approvati con Delibera No. 1553 del 20 Dicembre 2001, integrati con Delibera No. 1176 del 18 Ottobre 2002 e modificati con Delibera No. 253 del 15 Febbraio 2005; il documento stabilisce i requisiti tecnici necessari per la caratterizzazione dell'intervento anche per una sua valutazione, sia sotto il profilo dell'efficacia, sia sotto il profilo della compatibilità ambientale;

- Regolamento Regionale No. 6 "Disciplina del procedimento relativo all'approvazione degli interventi stagionali di ripascimento degli arenili" (emanato dal Presidente della Giunta regionale in data 23/10/2002), si tratta della procedura amministrativa che deve essere seguita per il rilascio delle autorizzazioni agli interventi.

Al fine di fornire ai Comuni le necessarie indicazioni per l'esercizio delle nuove funzioni ad essi attribuiti dall'art. 5, comma 1, della L.R. No. 13/1999, in ordine alla progettazione degli interventi stagionali di ripascimento, oltre a richiamare gli indirizzi in materia contenuti nel Piano della Costa approvato con D.C.R. No. 64 del 19 Dicembre 2000, vengono anche forniti i criteri generali da osservarsi nella progettazione degli interventi stagionali di ripascimento degli arenili (approvati con Delibera No. 1553 del 20 Dicembre 2001, integrati con Delibera No. 1176 del 18 Ottobre 2002 e modificati con Delibera No. 253 del 15 Febbraio 2005). Gli interventi di ripascimento che possono essere presi in considerazione per l'utilizzo dei materiali di smarino della galleria idraulica sono distinti schematicamente in due tipologie:

- interventi stagionali: sono interventi a carattere manutentivo, necessari quindi per ricostruire il profilo esistente della spiaggia dopo eventi meteomarini particolarmente intensi, o comunque in seguito alla naturale azione di trasporto trasversale e longitudinale del moto ondoso; l'intervento di ripascimento è di natura stagionale

quando indicativamente il volume di materiale impiegato non è superiore a 10 mc/m lineare di spiaggia. L'intervento di ripascimento stagionale viene considerato "di ridotta entità" quando indicativamente non supera la quantità di 1000 m^3. Quale materiale da impiegare si potrà fare riferimento in particolare anche a fonti di materiale lapideo, derivante da attività di scavo in terreno vergine (di cui all'art. 10 della L. 93 del 23 Marzo 2001) effettuate per la realizzazione di infrastrutture pubbliche e private;

interventi strutturali: sono interventi finalizzati all'ampliamento e/o alla creazione di spiagge.

10.2 Sito di destinazione, il Cantiere dello Scolmatore Inquadramento Territoriale e Topo-Cartografico

Il primo sito di destinazione è il cantiere con i volumi di utilizzo previsti al punto precedente, inerti per calcestruzzo e "tout venant" per il riempimento della piattaforma a mare; l'aspetto riguardante i volumi è ampiamente affrontato nei punti precedenti (10.1.3 e 10.1.5). I dati che inquadrano il cantiere sono riportati al punto 5."Inquadramento Territoriale e Topo-Cartografico del Sito di Progetto".

I trasporti di trasferimento tra i siti di attacco del tunnel , Imbocchi Torrenti San Siro e Torrente Magistrato e di utilizzo in allo sbocco a mare cantiere sono riportati nelle Fig. 10.2.1 a, b e c.

La distanza è di circa 3.5 km tra Imbocco San Siro e Cantiere imbocco a Mare e di circa 2.2 km tra Imbocco Magistrato e Cantiere imbocco a mare.

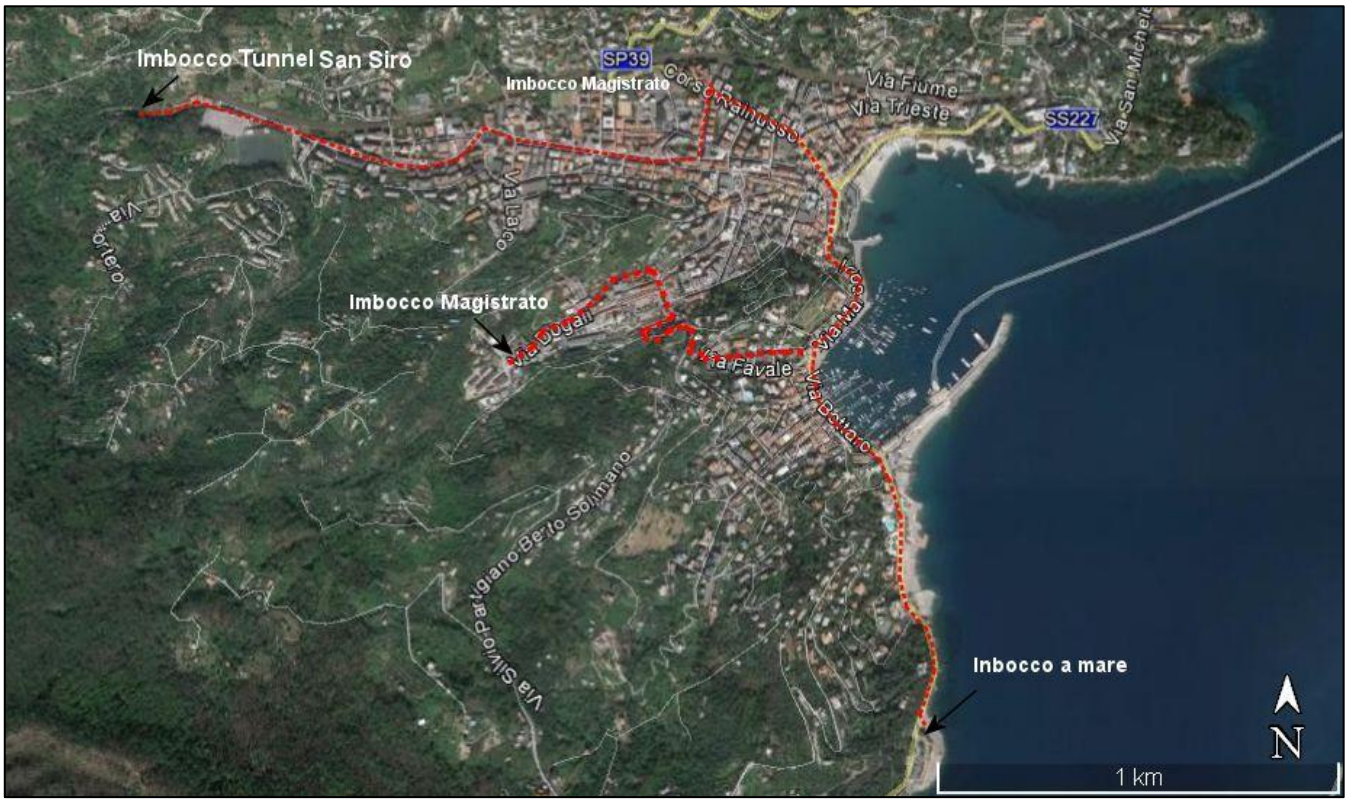
Per il cantiere dell'imbocco Imbocco sul Torrente San siro il progetto prevede:

- la demolizione di circa 350 m^3 di murature esistenti (350m3 in banco => 490m3 circa in mucchio in considerazione dei tempi previsti per queste operazioni 4 gg, 10 viaggi/gg di allontanamento a discarica autorizzata su camion 3 assi in considerazione delle dimensioni della strada in ambito cittadino)

- 2,500 m^3 di scavi e sbancamenti in corrispondenza dell'opera di presa del Torrente San Siro(2500 m3 in banco => 3500 m3 in mucchio circa 35gg circa 10 viaggi/gg di allontanamento verso lo sbocco a mare)

Per il cantiere dell'imbocco Imbocco sul Torrente Magistrato il progetto prevede:

- demolizione di circa 170 m3 di murature esistenti (170m3 => 238m3 in mucchio 12 gg circa 2 viaggi/gg di allontanamento su camion 3 assi a discarica)
- 450 m^3 di sbancamenti (450 m3 in banco => 630 m3 in mucchio in circa 34 gg 2 viaggi/gg di allontanamento verso lo sbocco a mare previsti 2 mesi) .





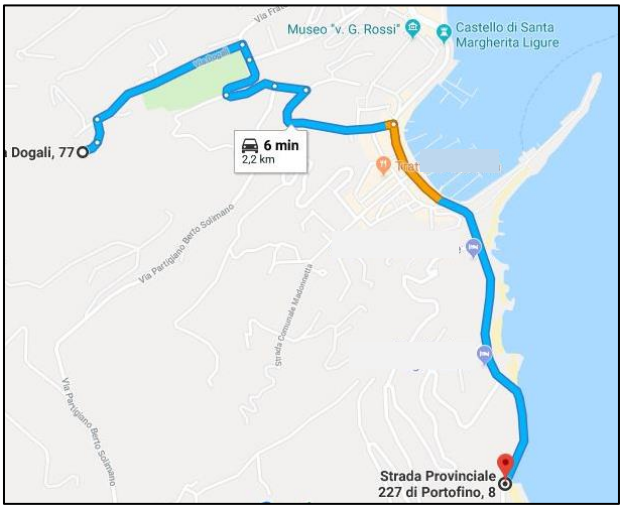


Fig. 10.2.1 a, b, c Tragitto Imbocchi San Siro e Magistrato e cantiere imbocco a Mare

Gli inerti per calcestruzzi, per un volume di circa 43500 m^3 in mucchio; saranno movimentati in area di cantiere sbocco a mare. In fig. 10.6.2 e 10.6.3 è riportato il cantiere su cui avverrà la movimentazione.

Visto il contesto che ospita l'opera sarà necessario non interferire con le attività turistico balneari, a questo scopo sono previste interruzioni annuali delle attività durante il periodo estivo, di quattro mesi da Giugno a Settembre, i viaggi di movimentazione/allontanamento non avverranno durante questo periodo.

10.3 Sito di destinazione Il ripascimento strutturale spiaggia retroporto a Santa Margherita Ligure Inquadramento Territoriale e Topo-Cartografico

Santa Margherita è considerato un sito di utilizzo possibile è indicato nel Piano di Tutela dell'Ambiente Marino e Costiero, Ambito Costiero 15 "Unità fisiografiche Golfo del Tigullio, Baia del Silenzio e Riva Trigoso" (ART. 41 LEGGE REGIONALE N° 20/2006) "Relazione Paraggio di Bagno delle Donne – da Punta Pedale al porto di Santa Margherita del Settembre 2011.

La Relazione relativa al Paraggio di Santa Margherita Ligure in cui, tra le misure d'intervento, viene descritto l'intervento di ripristino della spiaggia:

....Nel dettaglio il quadro degli interventi per il paraggio è il seguente:
-interventi costa bassa e costa alta
– Settore settentrionale:In tale tratto si può ottenere un'ampia spiaggia mediante l'allungamento del pennello radicato alla diga foranea associato ad ripascimento strutturale di materiale adeguato per la stabilità della spiaggia (tale almeno da far avanzare la spiaggia di 20 m) con eliminazione dei pennelli intermedi esistenti (versamento di circa 30.000 ÷ 40.000 m3).
– Settore meridionale: il mantenimento e l'ampliamento della spiaggia sono ottenibili tramite la rivisitazione delle opere attuali, trasformandole in strutture di appoggio omogeneamente ed opportunamente distanziate tra di loro ed associandole ad un ripascimento strutturale della spiaggia, la cui volumetria va calcolata in funzione del nuovo assetto delle strutture.

Interventi di ripascimento strutturale previsti nel paraggio di Santa Margherita Ligure.

Il progetto strutturale riguardante il ripascimento strutturale della spiaggia del retroporto è stato presentato dalla "Società Santa Benessere & Social S.p.A." nel progetto a titolo "Porto di Santa Margherita Ligure Progetto Definitivo di messa in sicurezza ed adeguamento funzionale con riqualificazione degli Ormeggi e del Litorale Sud", il progetto del ripascimento è riportato in Allegato 6.

10.3.1 Denominazione ed ubicazione del sito

Le spiaggia interessata dal ripascimento strutturale è situata nella parte retrostante il Porto di Santa Margherita Ligure tra via alla via Alla Calata del Porto a e via Dei Mille (si veda la Fig. 10.3.1)

10.3.2 Estremi cartografici da Carta Tecnica Regionale (CTR)

Gli estremi cartografici su CTR – Ed.2007 scala 1:5000

CTR 231071, 231072,231074

10.3.3 Ubicazione del sito ed estremi catastali

Gli Estremi catastali sono riportati in Fig.10.3.2

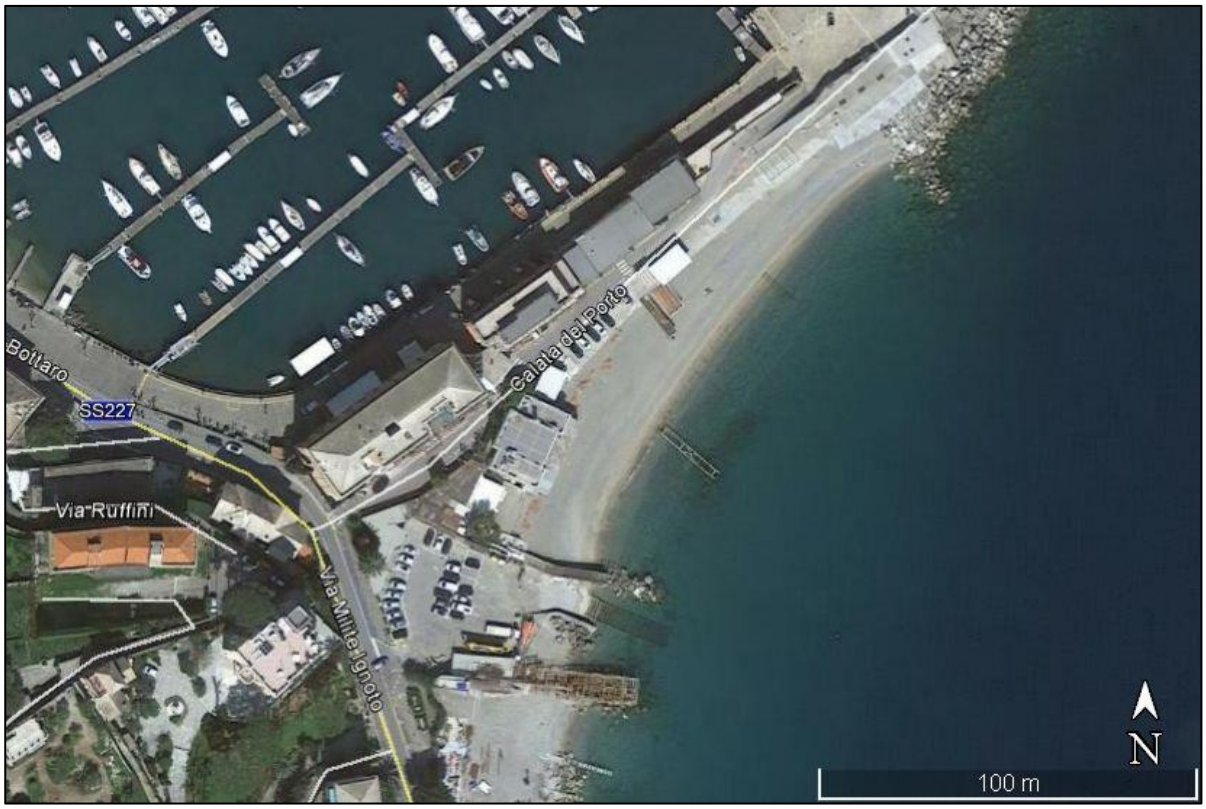


Fig.10.3.1 Spiaggia Retroporto

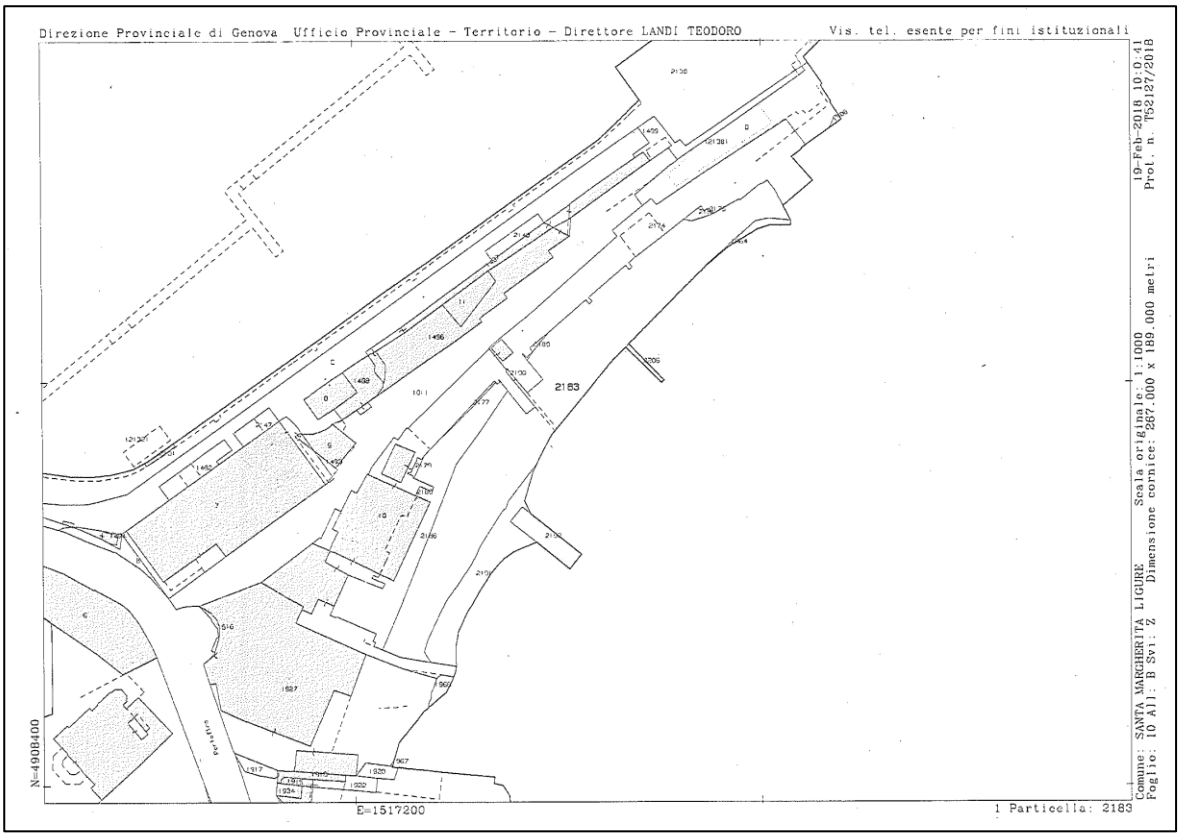




Fig.10.3.2 a, b Estremi catastali

10.3.4 Corografia

La corografia è riportata nella Fig. 10.3.3 seguente.

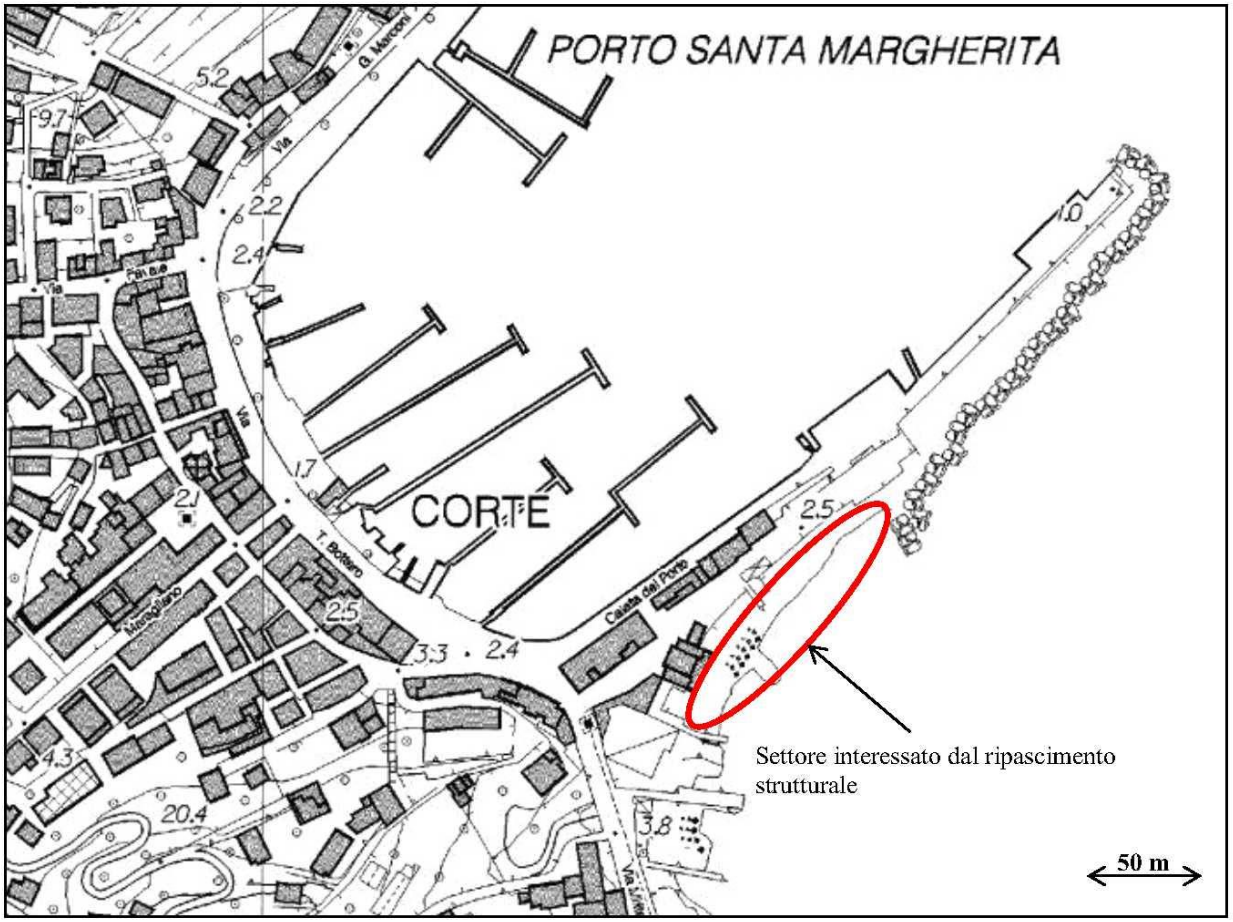


Fig. 10.3.3 Corografia

10.3.5 Planimetrie degli interventi

La planimetria degli interventi è presentata nelle seguenti Figure 10.3.4, 10.3.5, 10.3.6

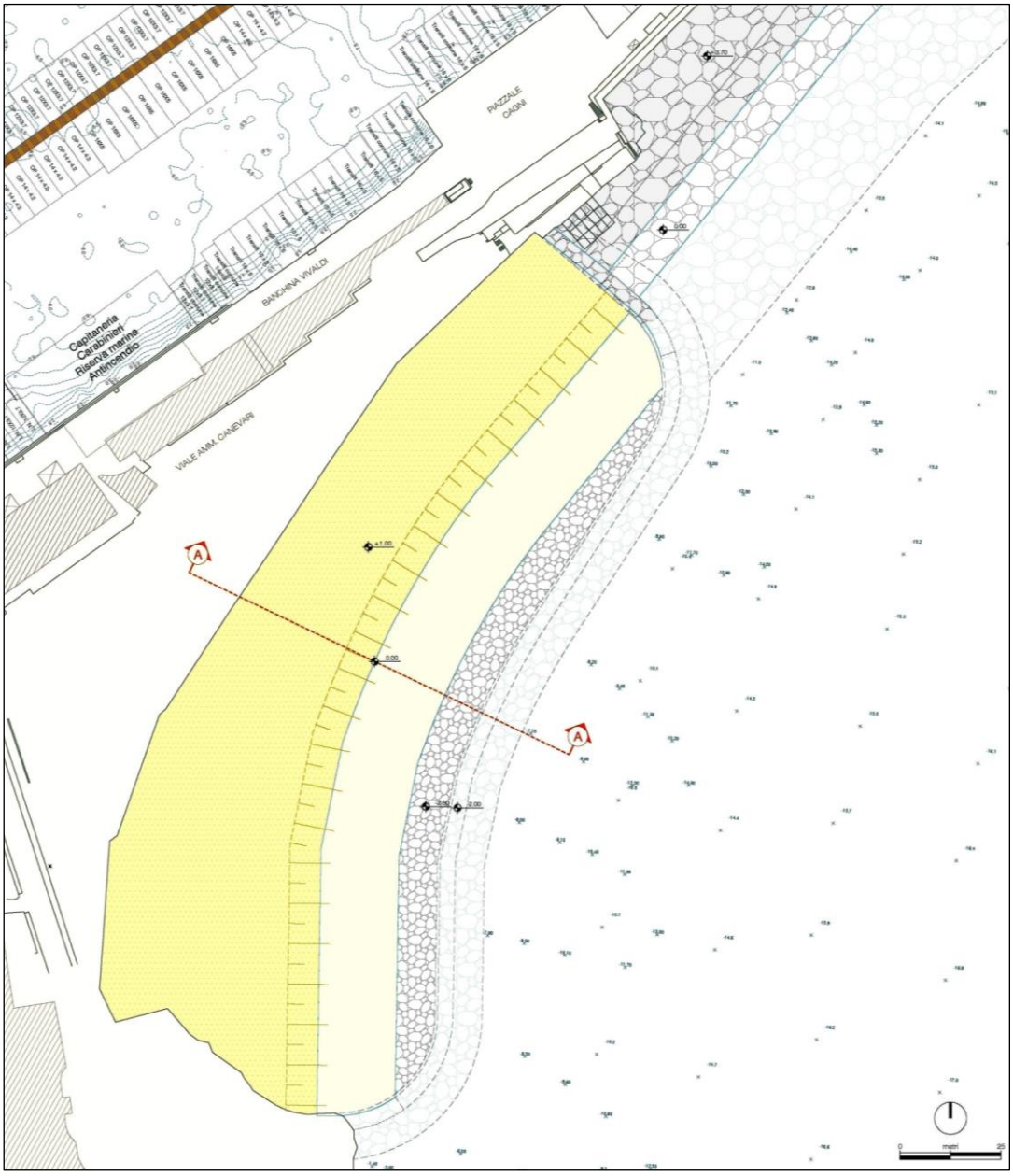


Fig. 10.3.4 Planimetria generale Intervento di ripascimento

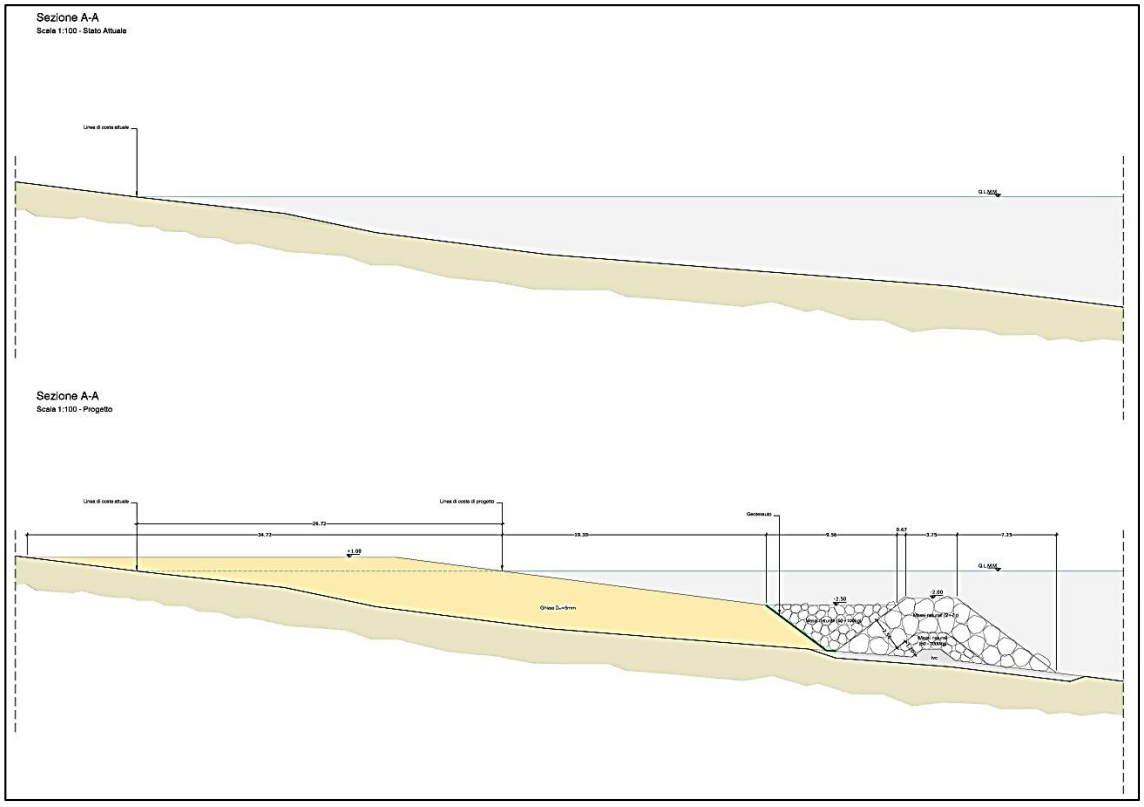


Fig. 10.3.5 Planimetria generale Intervento di ripascimento, sezione

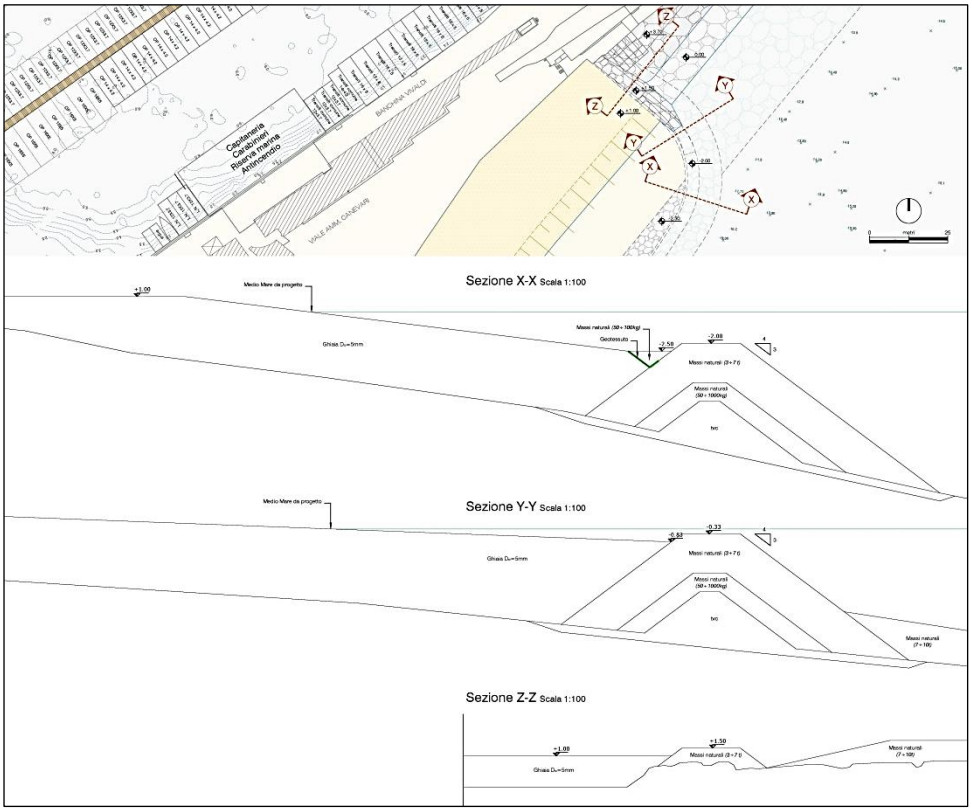


Fig. 10.3.6 Planimetria generale, particolare intervento al piede

10.3.6 Volumi di ripascimento

I volumi previsti per il ripascimento strutturale, che possono essere prodotti attraverso la frantumazione/vagliatura del materiale provenienti dallo scavo della galleria, ammontano a 30.0000 m^3.
Detti volumi sono definiti dal computo metrico estimativo presentato nel progetto a titolo "Porto di Santa Margherita Ligure Progetto Definitivo di messa in sicurezza ed adeguamento funzionale con riqualificazione degli Ormeggi e del Litorale Sud" presentato dalla "Società Santa Benessere & Social S.p.A." si veda Allegato 6.

10.3.7 Inquadramento Urbanistico

Il Progetto Preliminare del PUC è stato adottato con Deliberazione del Consiglio Comunale No. 18 dell'11 Aprile 2012.

Il Piano, al fine del raggiungimento degli obiettivi proposti, ripartisce il territorio comunale in Ambiti di Conservazione, di Riqualificazione e Distretti di Trasformazione. Gli ambiti sono raggruppati secondo categorie analogiche riferite alla situazione originaria ed alle evoluzioni previste.

Nelle Figure 10.3.7 e 5a è riportata la Tavola del Progetto Preliminare del PUC di Santa Margherita Ligure STR-1 "Struttura del Piano" riportante i tratti di costa interessati da ripascimento stagionale dalla letture delle zonizzazioni riportati in legenda si distinguono a Partire dal Sud verso Santa margherita:

- Sic IT 1332674 sito di interesse Comunitario in Ambito marino (Fondali Monte di Portofino)
- Retrostante la spiaggia: Ambiti di conservazione dei sistemi a villa litoraneo di pregio
- Ambito di riqualificazione retro-porto

Per gli Ambiti di Conservazione e di Riqualificazione della fascia costiera e del sistema balneare l'art. 24 delle Norme del PUC indica che "la disciplina riguarda la conservazione, la riqualificazione e l'uso da parte del pubblico e del privato delle aree demaniali marittime. Eventuali ripascimenti strutturali dovranno rispettare le modalità e i procedimenti normativi di livello nazionale e regionale, ciò anche in merito ai materiali da impiegarsi.

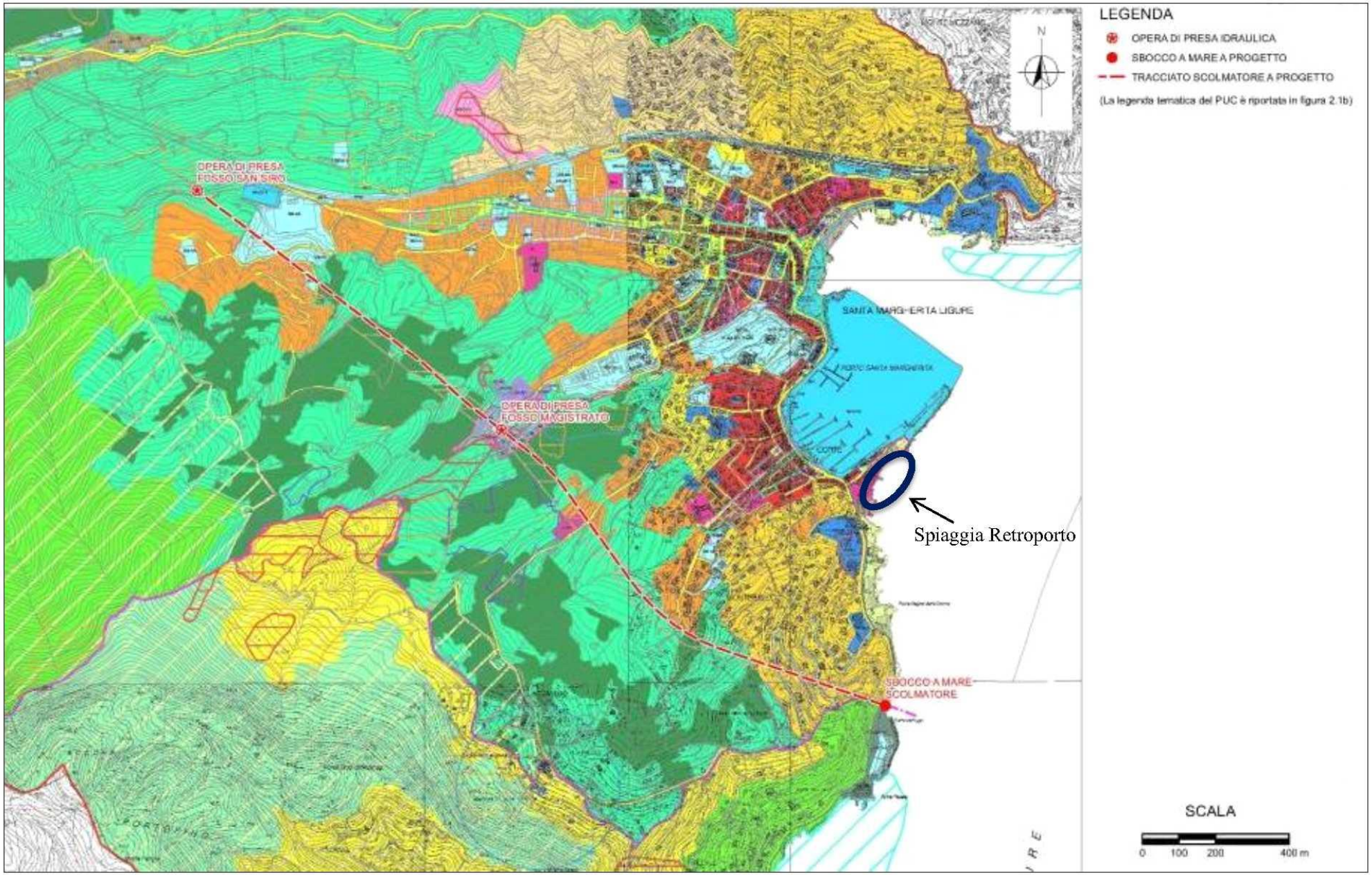


Fig. 10.3.7 Progetto Preliminare del Piano Urbanistico Comunale (PUC) di Santa Margherita Ligure

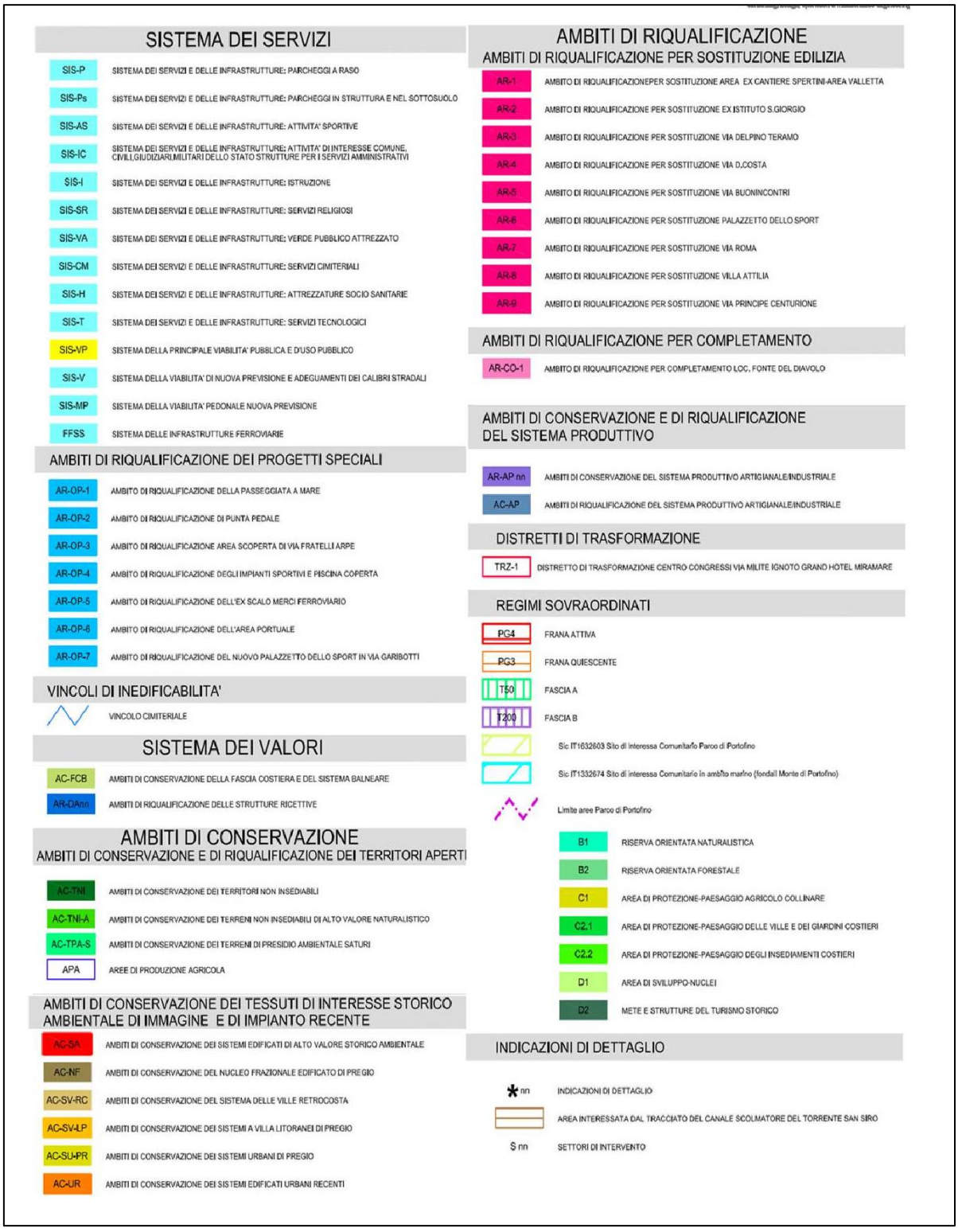


Fig. 10.3.7a Legenda Progetto Preliminare del Piano Urbanistico Comunale (PUC) di Santa Margherita Ligure

10.3.8 Inquadramento Geologico, Geomorfologico e Idrogeologico

Inquadramento Geologico, Geomorfologico

L'area di intervento, ubicata ai margini occidentali dell'Appennino Settentrionale, è modellata nella Unità Liguride Interna, il cui tetto è costituito dalla "Formazione del Flysch di M. Antola": l'assetto tettonico a scala sovracomunale è caratterizzato dalla sovrapposizione del Conglomerato di Portofino (costituito da depositi oligocenici tardo-orogenici e interessato da deformazioni principalmente fragili, affiorante nel settore meridionale dell'omonimo promontorio) sul Flysch di M. Antola (di età cretacica e interessato da deformazioni sia duttili che fragili), presente nella restante porzione di promontorio e nelle zone circostanti.

Nel dettaglio della zona portuale di S. Margherita Ligure, il Flysch di M. Antola (Cretacico superiore – Paleocene) è l'unica formazione affiorante o sub-affiorante sotto i depositi quaternari (in figura 10.3.8 uno stralcio della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 – Fogli n. 83 "Rapallo" e n. 94 "Chiavari"). Si tratta di una successione di calcari marnosi, marne calcaree e marne argillose, in sequenza ritmicamente ripetute e talora a base arenitica di potenza assai variabile, da pochi centimetri ad alcuni metri, di colore grigio scuro se freschi e grigio chiaro nelle normali condizioni di alterazione. Lungo il litorale il Flysch di M. Antola è ricoperto da depositi di spiaggia (ghiaie e ciottoli) e da riporti di diversa natura, testimoni di un intenso rimaneggiamento succedutosi nel corso di secoli di attività antropica (geologia del sito di intervento in Fig.10.3.9).

L'assetto geomorfologico dell'area di intervento e di un suo intorno (che verso monte, corrisponde all'affioramento collinare del complesso calcareo-marnoso flyschoide) è contraddistinta da aree a debole pendenza e morfologie blande, con coperture di diversa origine. Le coltri di natura prevalentemente eluvio-colluviale, in genere di spessore sottile, sono localizzate per lo più in corrispondenza di aree conformate ad impluvio e di valloni lungo i principali corsi d'acqua mentre lungo la spiaggia prevalgono depositi ghiaioso-sabbiosi con affioramenti discontinui del Flysch di Monte Antola (Fig.10.3.10).

La morfologia originaria di ampi settori del territorio comunale di S. Margherita Ligure è stata profondamente modificata ed alterata nei secoli dall'attività antropica mediante la

costruzione di nuclei sparsi, edifici isolati, terrazzamenti agricoli e, come nel caso dell'area di intervento presso il porto turistico, di terrapieni e colmate

La carta litotecnica tratta dallo studio geologico allegato allo strumento urbanistico comunale (Fig.10.3.12), infatti, indica la presenza, lungo il litorale prossimo al porto, sia di depositi naturali fluvio-marini (ghiaie con sabbie subordinate e frazione fine irrilevante), sia di materiali di origine antropica (riporto di terreni sciolti a granulometria prevalentemente grossolana e grado di addensamento da medio ad elevato, spesso frammisto a materiale di diversa origine.

Lo spessore dei depositi quaternari sciolti è molto variabile lungo l'area d'intervento, la cui sedimentazione è avvenuta sulle originarie forme modellate dall'erosione sui terreni marnoso-calcarei più antichi dell'unità di M. Antola.

Immediatamente a S dell'area d'intervento, lungo la spiaggia retro-portuale, i rapporti tra le unità quaternarie e il substrato più antico è reso evidente dall'alternanza tra depositi ghiaioso-sabbiosi e affioramenti dell'unità di M. Antola sui quali si sono sovrapposti anche riporti e rimaneggiamenti di origine antropica

Inquadramento Idrogeologico

Il comportamento idrogeologico delle varie unità di sottosuolo è influenzato dai caratteri litologici e strutturali dei litotipi presenti; il substrato roccioso risulta prevalentemente permeabile per fessurazione e/o fratturazione, più o meno marcata a seconda del grado di fratturazione acquisito; in corrispondenza dei banchi calcarei più puri nella Formazione del Flysch di M. Antola, la permeabilità è favorita anche da localizzati fenomeni carsici; a dimostrazione di ciò, nel territorio comunale sono segnalate alcune sorgenti di portata significativa e numerose emergenze idriche.

I materiali sciolti naturali ed artificiali, tra cui quelli che nella zona retro-portuale ricoprono le unità pre-quaternarie, sono permeabili per porosità, con coefficienti variabili in funzione della loro granulometria e del grado di selezione e addensamento; la falda in corrispondenza della zona portuale, ovvero lungo la linea di costa, è in equilibrio con la superficie marina (Fig.10.3.11), di cui ne subisce le oscillazioni di marea secondo una ciclicità caratteristica.



Figura 10.3.8 - Stralcio della Carta Geologica d'Italia (scala 1:100.000), Fogli n. 83 "Rapallo" (porzione N) e n. 94 "Chiavari" (porzione S). Legenda tratta dal Foglio n. 83 "Rapallo

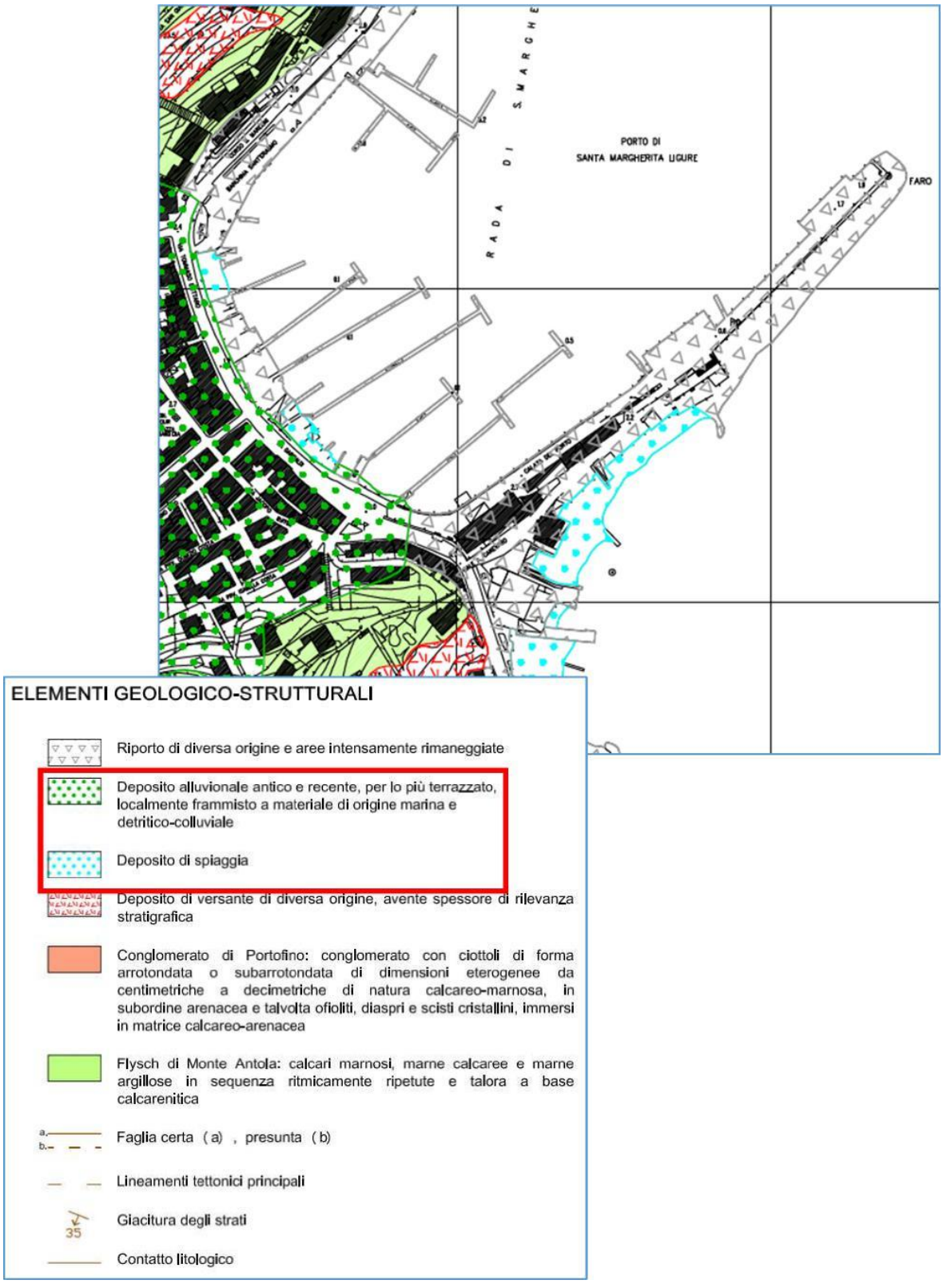


Figura 10.3.9 Carta Geologica

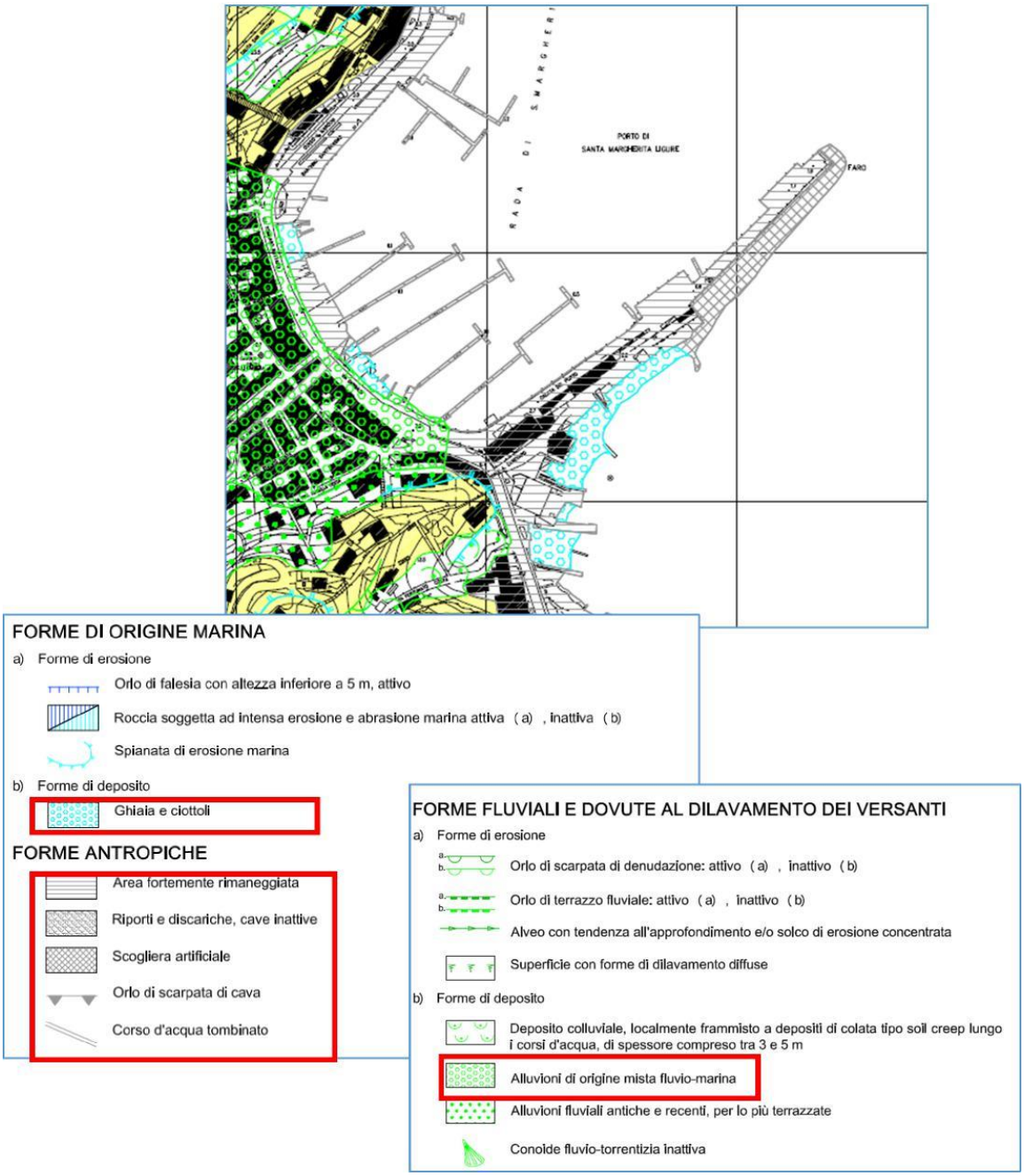
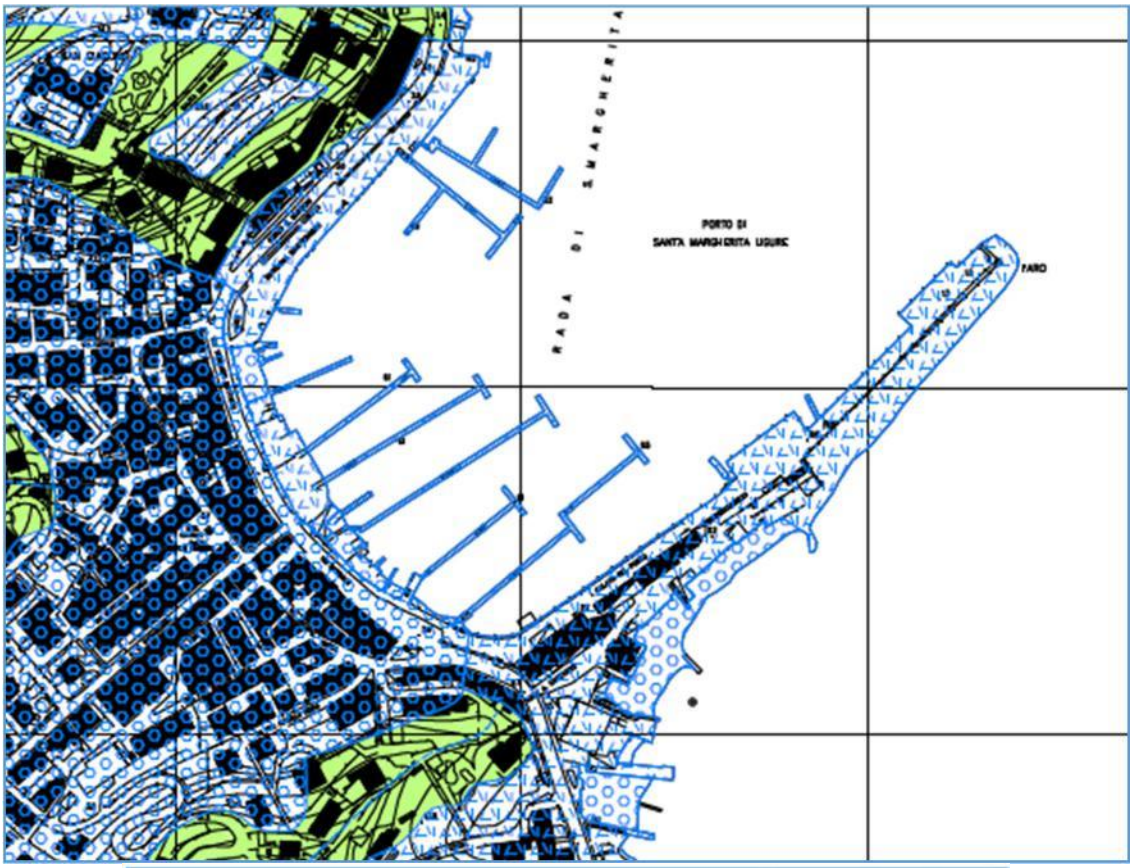


Figura 10.3.10 Carta Geomorfologica



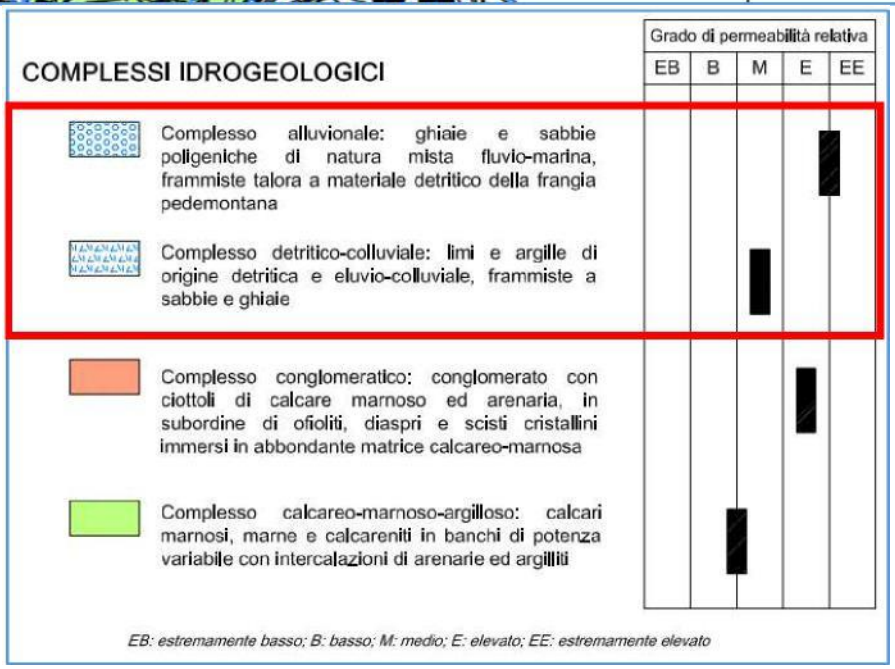


Figura 10.3.11 Carta Idrogeologica

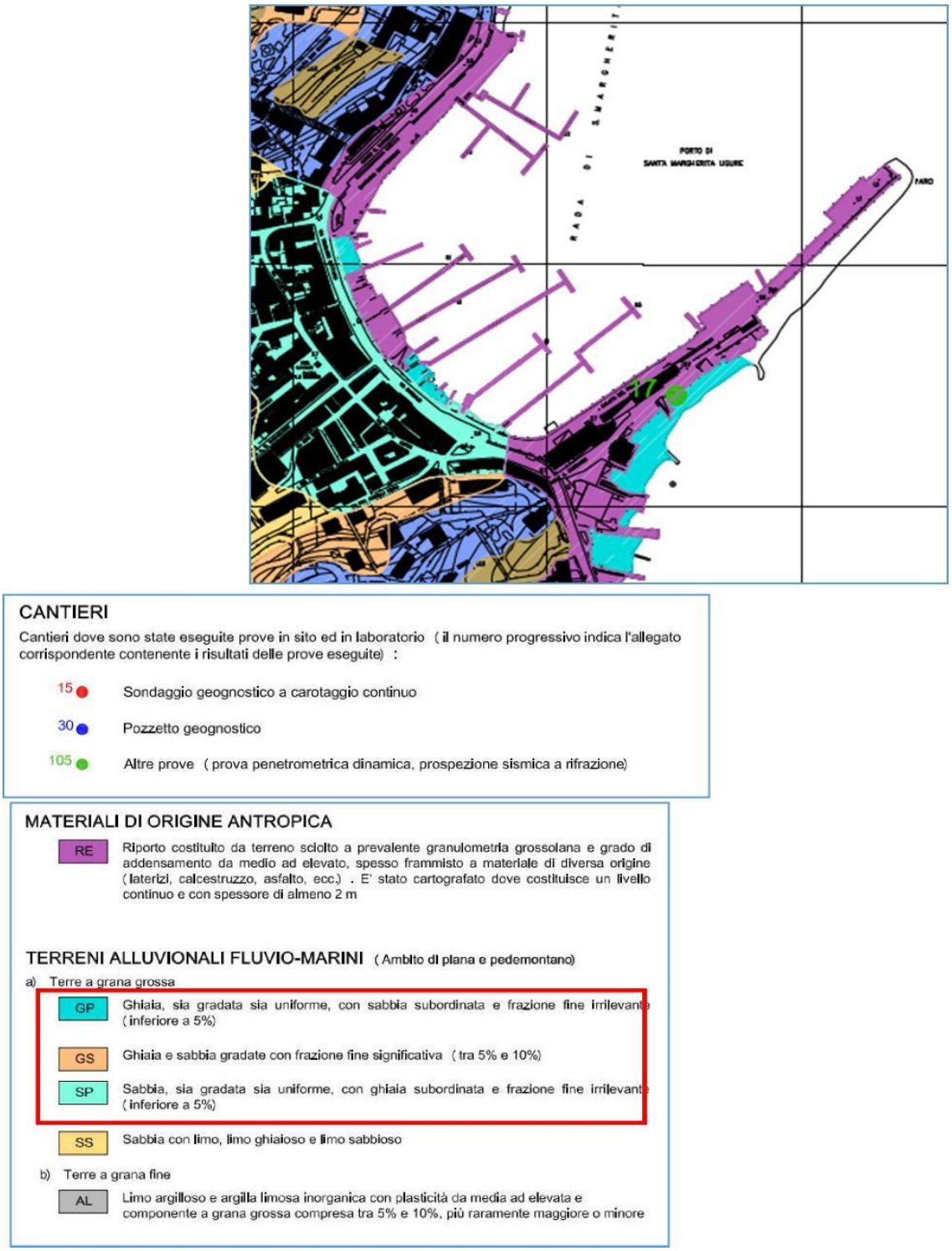


Figura 10.3.12 Carta Litotecnica

10.3.9 Descrizione delle attività svolte sul sito

Gli usi pregressi dei settori di spiaggia interessato dal ripascimento strutturale non sono e non sono mai stati sede di impianti industriali o attività che producano, o abbiano prodotto, inquinamento del terreno, delle acque, dell'aria.

10.4 Sito di destinazione, il ripascimento stagionale di Santa Margherita Ligure Inquadramento Territoriale e Topo-Cartografico

Per quello che riguarda il possibile utilizzo per ripascimento, il materiale sottoposto a Frantumazione e vagliatura ("normale pratica industriale") per ricondurlo ad una granulometria nelle dimensioni richieste, può essere utilizzato per il ripascimento della spiaggia sommersa ed emersa, a questo proposito si vedano i capitoli 8 e 9.

Santa margherita Ligure, come riportato nella cartografia Ripascimenti - Criteri di progettazione sc. 1:10000 - D.G.R. 1446/09, prevede un sviluppo di spiagge che necessitano di ripascimento stagionale di circa 940m la collocazione di dette spiagge e riportata in Fig. 10.4.1. Questo tratto di costa è considerato particolarmente sensibile da Baia Portofino a Punta Bagno delle Donne, tratti di costa particolarmente sensibile sono tratti di costa ove la presenza di habitat sensibili particolarmente vicini alla costa o in contesti particolari, quali baie, o in stato di conservazione non soddisfacente, rende opportuna anche l'obbligatorietà della valutazione della stabilità del materiale da ripascimento, come indicato nella parte III dei criteri.

10.4.1 Denominazione ed ubicazione del sito

Le spiagge interessate dal ripascimento stagionale situate il litorale appartenente al comune Santa margherita Ligure (si veda la Fig. 10.4.1)

10.4.2 Estremi cartografici da Carta Tecnica Regionale (CTR)

Gli estremi cartografici su CTR – Ed.2007 scala 1:5000

CTR 231071, 231072,231074

10.4.3 Volumi di ripascimento

Lo smarino sottoposto alle lavorazioni previste può essere utilizzato per il ripascimento delle spiaggia indicate .in Fig.10.3.1. per complessivi 940 ml di fronte mare (esclusa la spiaggia di Paraggi); in considerazione del bilancio dei volumi riportato al punto 10.1.5, i volumi utilizzabili per il ripascimento stagionale sono 14000 m^3 con apporto, di quantità massime di 10 m^3 di materiale al ml di fronte mare.

I trasporti avverranno via mare con betta, o mezzo adatto all'avvicinamento all'arenile, per le spiagge che presentano difficoltà di avvicinamento via mare i materiali saranno trasportati su strada. I trasporti a mare avranno su distanze minime di 100 m e massime di 1700 m (si veda Fig. 10.4.1)

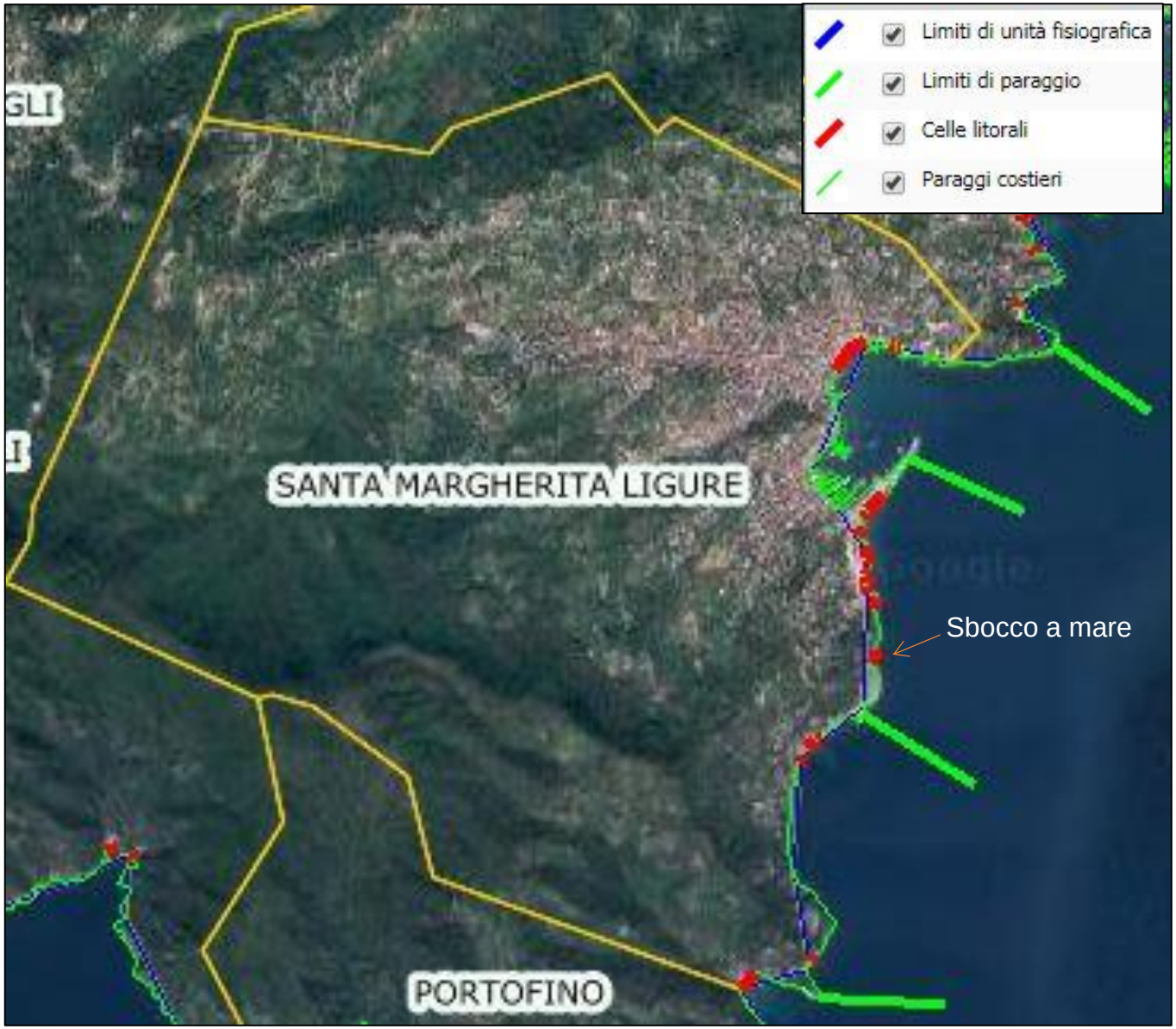


Fig. 10.4.1 Indicazione paraggi Santa Margherita Ligure e celle litorali da ripascere
Da Criteri di progettazione sc. 1:10000 - D.G.R. 1446/09

10.4.4 Inquadramento Urbanistico

Il Progetto Preliminare del PUC è stato adottato con Deliberazione del Consiglio Comunale No. 18 dell'11 Aprile 2012.

Il Piano, al fine del raggiungimento degli obiettivi proposti, ripartisce il territorio comunale in Ambiti di Conservazione, di Riqualificazione e Distretti di Trasformazione. Gli ambiti sono raggruppati secondo categorie analogiche riferite alla situazione originaria ed alle evoluzioni previste.

Nelle Figure 10.4.2 e 2a è riportata la Tavola del Progetto Preliminare del PUC di Santa Margherita Ligure STR-1 "Struttura del Piano" riportante i tratti di costa interessati da ripascimento stagionale dalla letture delle zonizzazioni riportati in legenda si distinguono a Partire dal Sud verso Santa margherita:

- Sic IT 1332674 sito di interesse Comunitario in Ambito marino (Fondali Monte di Portofino)
- Retrostante la spiaggia: Ambiti di conservazione dei sistemi a villa litoraneo di pregio
- Ambito di riqualificazione retro-porto

Per gli Ambiti di Conservazione e di Riqualificazione della fascia costiera e del sistema balneare l'art. 24 delle Norme del PUC indica che "la disciplina riguarda la conservazione, la riqualificazione e l'uso da parte del pubblico e del privato delle aree demaniali marittime. Eventuali ripascimenti strutturali dovranno rispettare le modalità e i procedimenti normativi di livello nazionale e regionale, ciò anche in merito ai materiali da impiegarsi

10.4.5 Inquadramento Geologico, Geomorfologico e Idrogeologico

Per gli aspetti geologici geomorfologici ed idrogeologici si può far riferimento a quello riportato al capitolo 5.8

10.4.6 Descrizione delle attività svolte sul sito

Gli usi pregressi dei settori di spiaggia interessati dal ripascimento stagionale non sono e non sono mai stati sede di impianti industriali o attività che producano, o abbiano prodotto, inquinamento del terreno, delle acque, dell'aria.

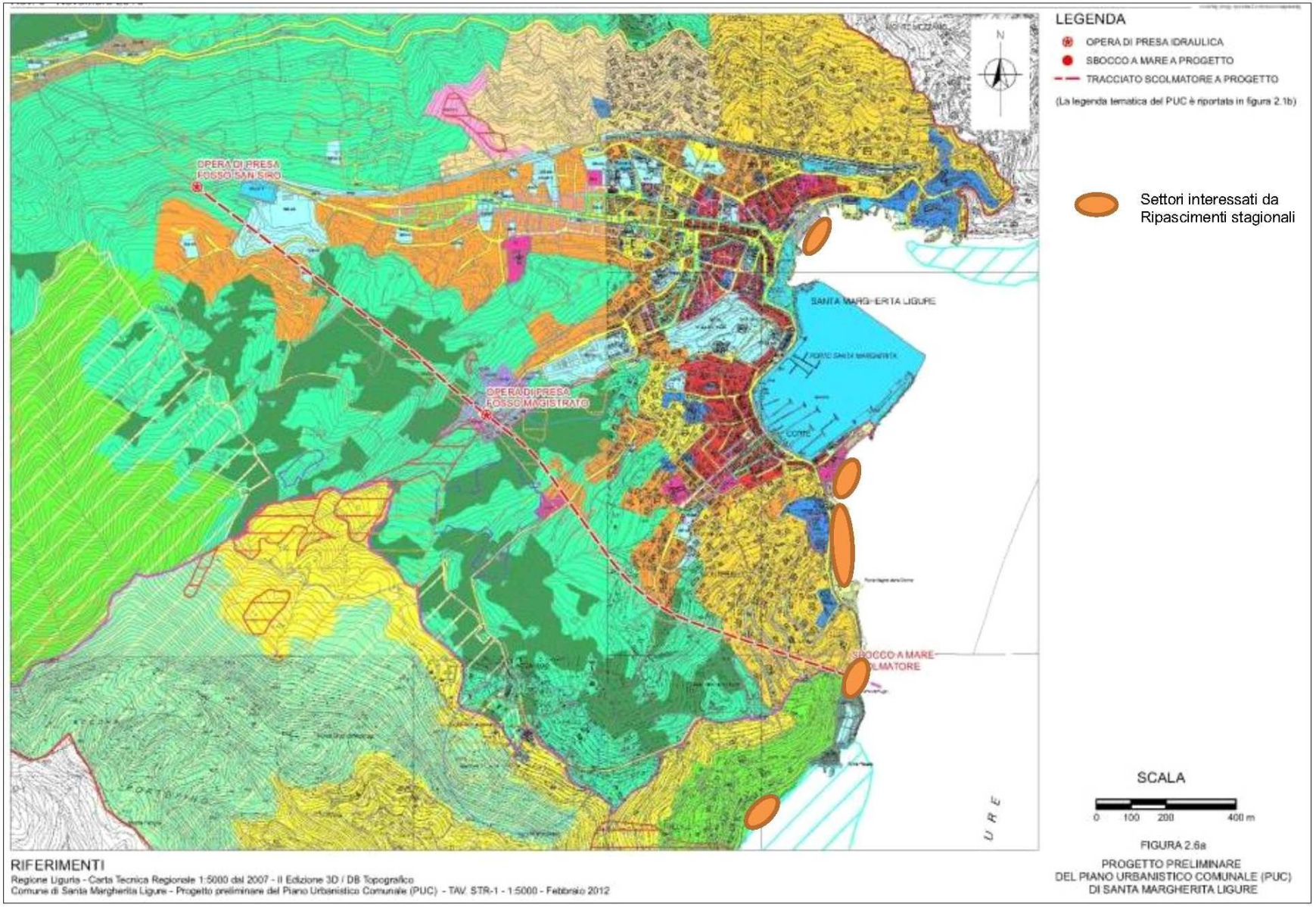


Fig. 10.4.2 Progetto Preliminare del Piano Urbanistico Comunale (PUC) di Santa Margherita Ligure

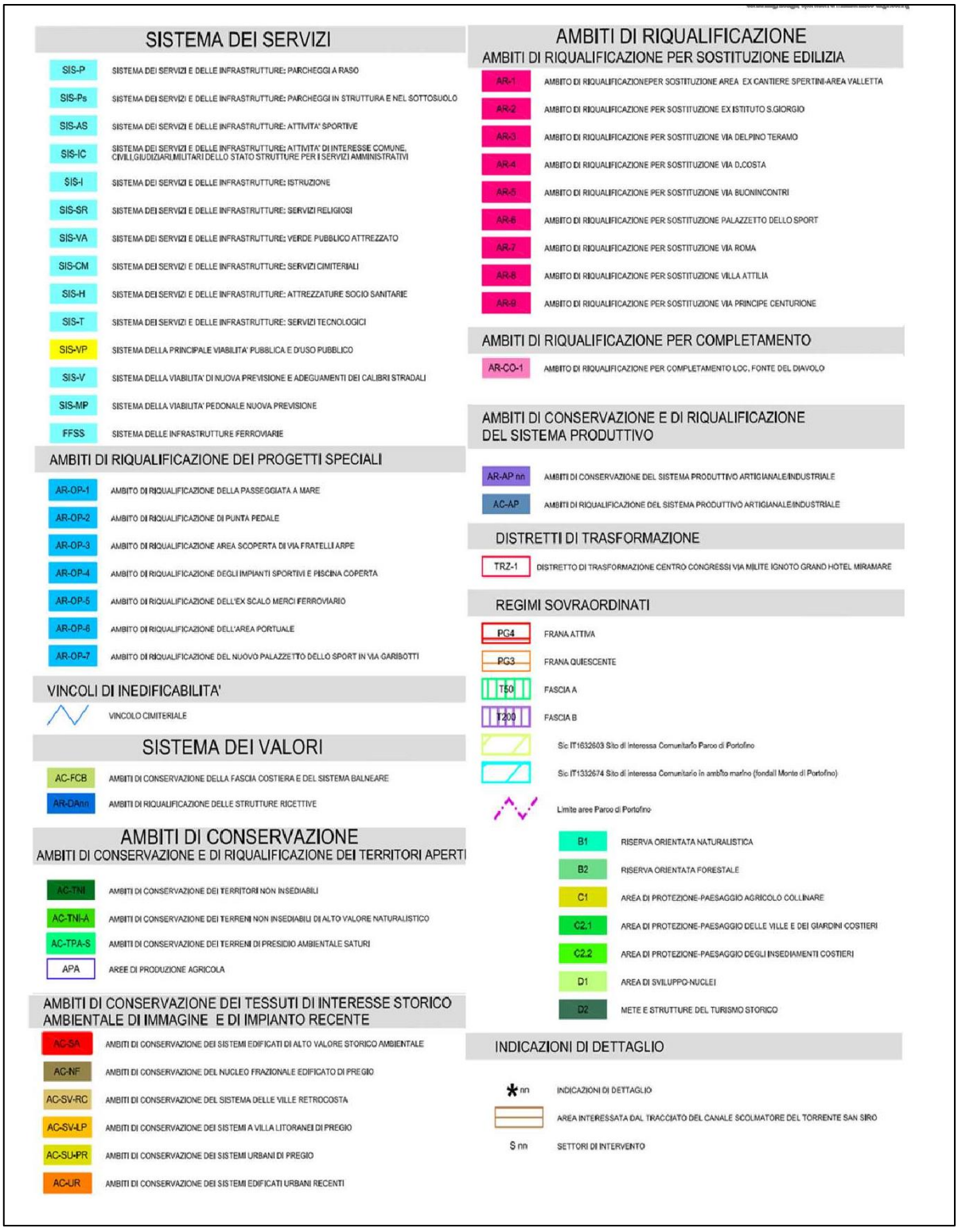


Fig. 10.4.2a Legenda Progetto Preliminare del Piano Urbanistico Comunale (PUC) di Santa Margherita Ligure

10.5 Sito di destinazione Cava “Sopra la Fontana ” Comune di Né (GE) Inquadramento Territoriale e Topo-Cartografico

Il materiale derivante dallo scavo del Tunnel Scolmatore per la sistemazione idraulica dei Torrenti San Siro e Magistrato in Comune di Santa Margherita Ligure dopo la lavorazione per renderlo adatto all’utilizzo presenterà una percentuale consistente di materiale che sarà acquisito dalla ditta “Cave di Frisolino S.r.l.”, con sede in via Rocche Località Frisolino, nel Comune di Ne, P.I. 0020590994 C.F. 03121510105 per riqualificazione ambientale nell’ambito del progetto di coltivazione della Cava di Marmo denominata “Sopra la Fontana” nel Comune di Nè.

10.5.1 Denominazione, desunta dalla toponomastica del luogo

La cava di Oficalcite (Rosso antico e Verde Imperiale) è localmente è denominata “Sopra la Fontana” , La denominazione del sito su CTR è “Cava di Marmo”

10.5.2 ubicazione del sito ed estremi catastali

Il sito è ubicato in Località Iscioli nel Comune di Né (GE).
Gli Estremi catastali sono riportati in Fig.10.5.1

10.5.3 Estremi cartografici da Carta Tecnica Regionale (CTR)

Gli estremi cartografici su CTR – Ed.2007 scala 1:5000
CTR 232064

10.5.4 . Corografia (preferibilmente scala 1:5.000)

la corografia è riportati in Fig. 10.5.2

10.5.5 Planimetria quotata e profili di scavo

La cartografi è presentata con il seguente dettaglio:

- La planimetria quotata dello stato iniziale è presentata in Fig.10.5.3
- La planimetria quotata dello stato finale è presentata in Fig.10.5.4
- I profili di scavo della stato iniziale sono presentati in Fig.10.5.5
- I profili di sistemazione finale sono riporatati in Fig.10.5 6

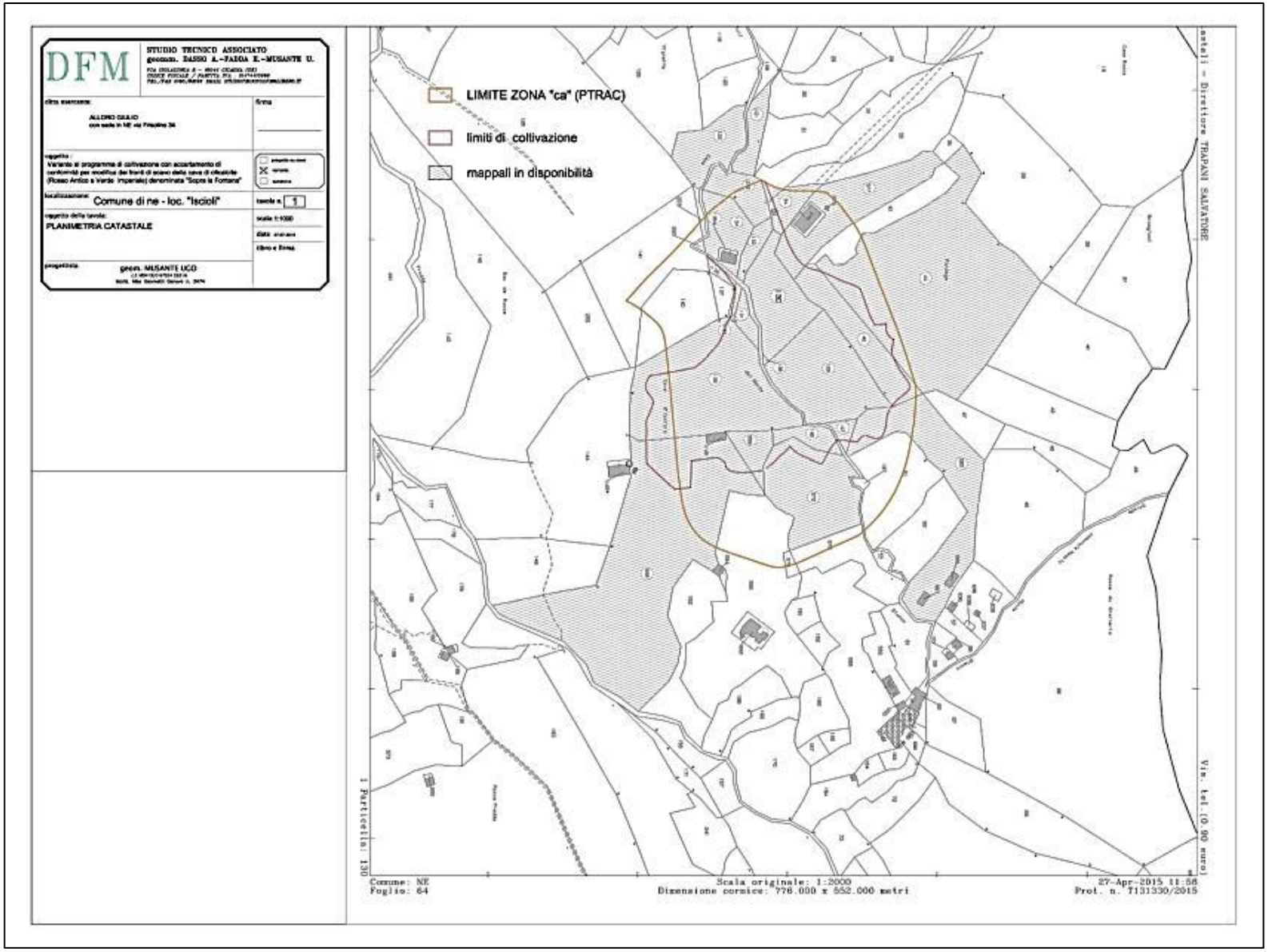


Fig. 10.5.1 Planimetria catastale

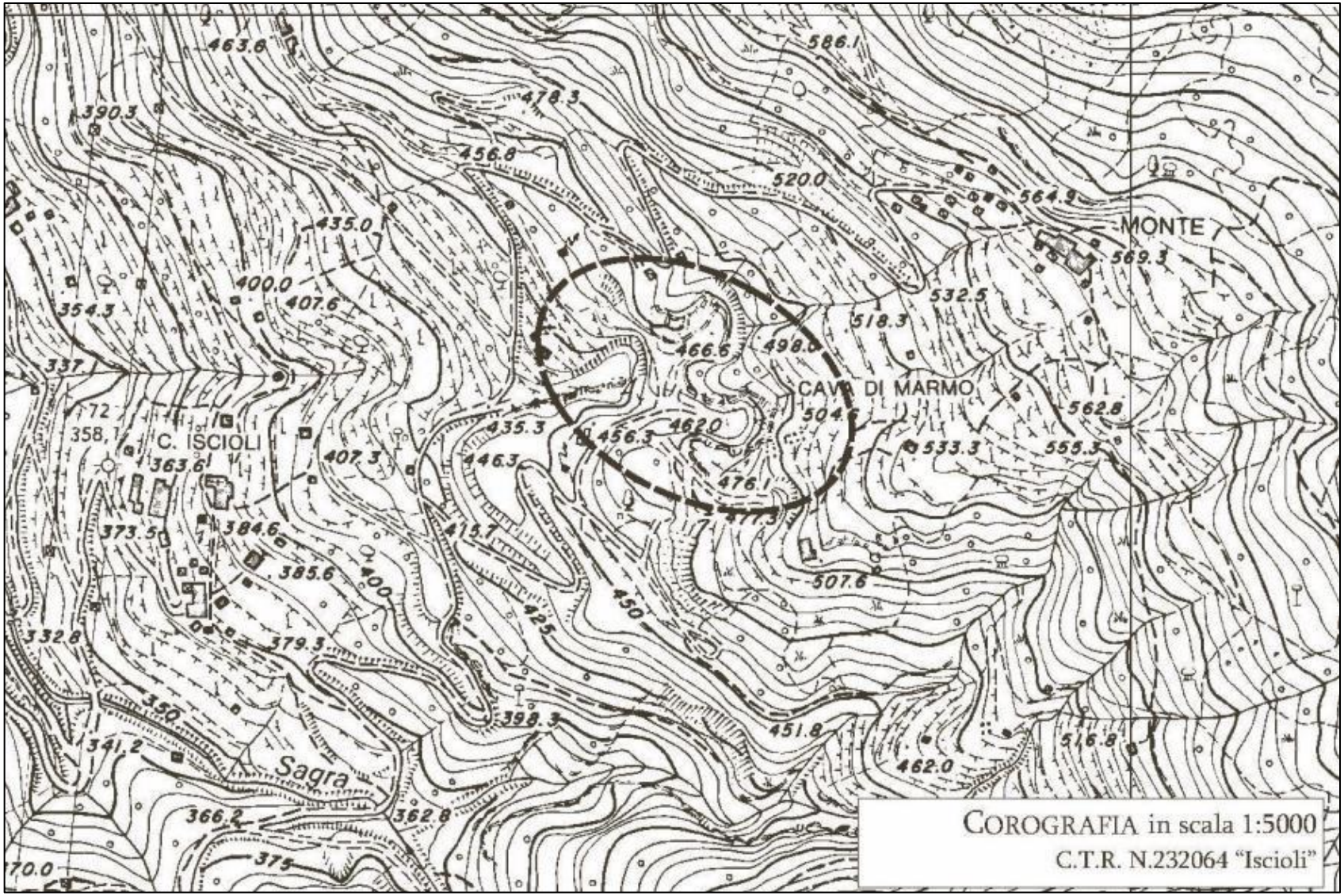


Fig. 10.5.2 C.T.R. N. 232064 " Iscioli"

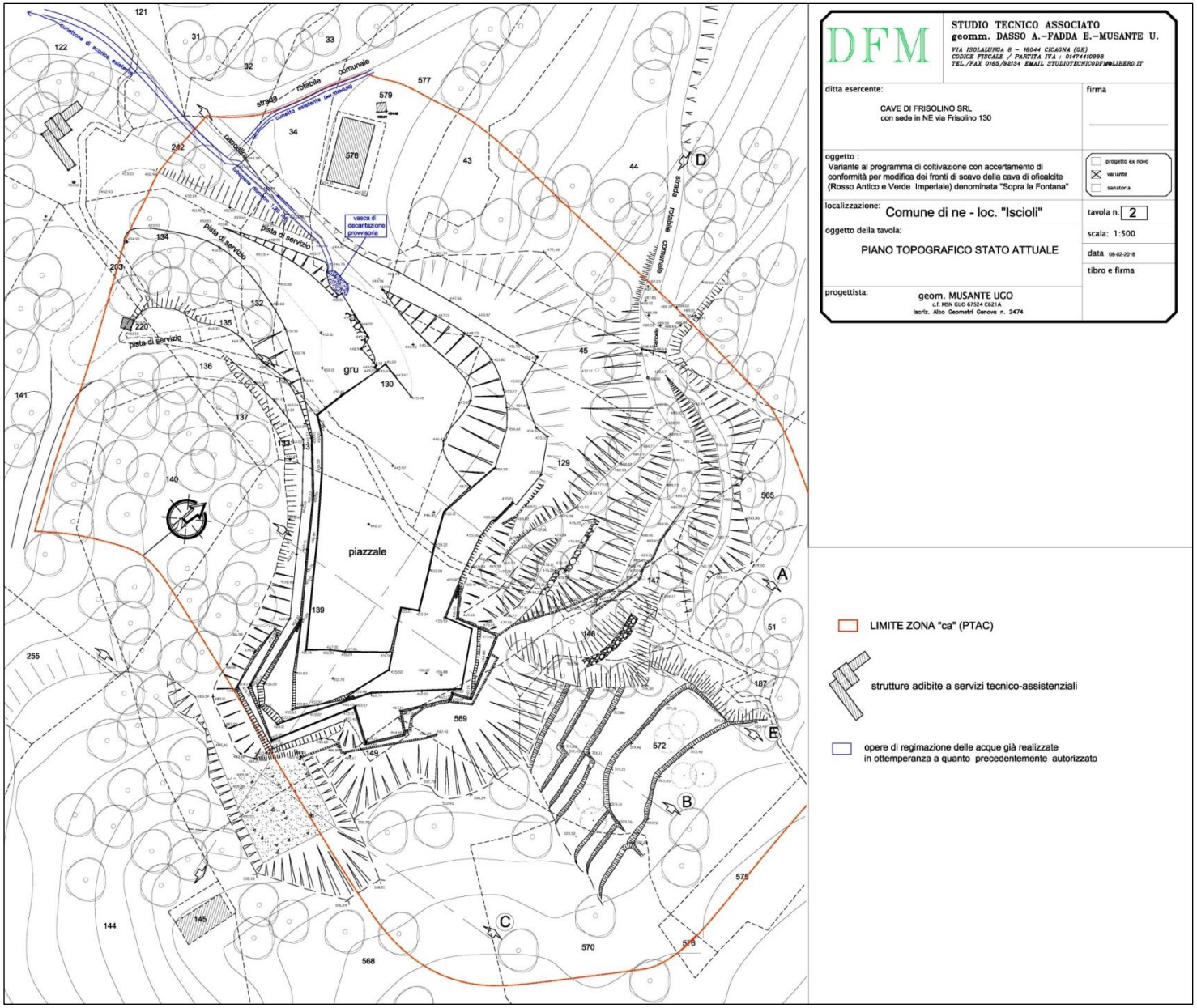


Fig. 10.5.3 Piano topografico attuale

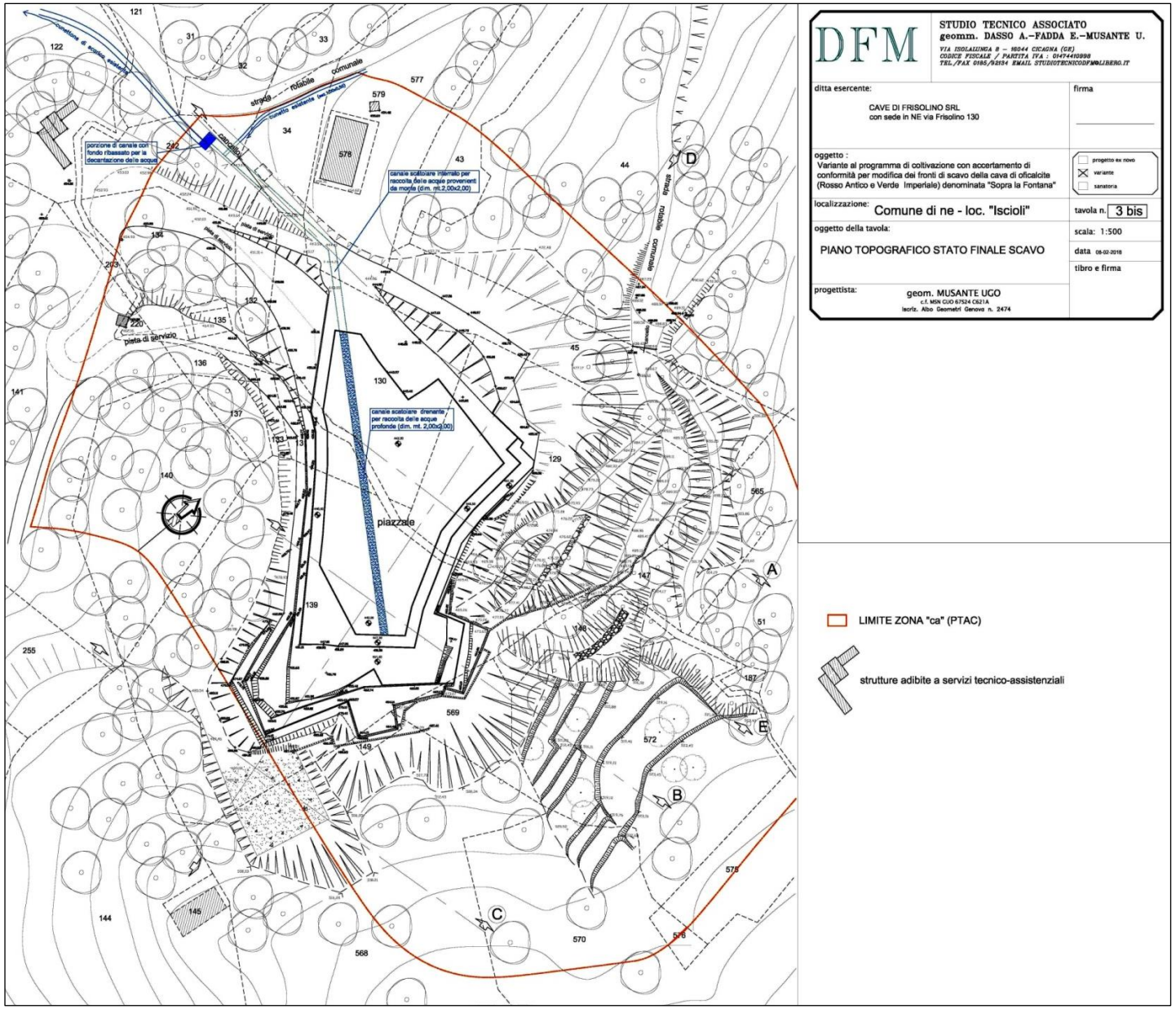


Fig. 10.5.4 .Piano Topografico finale di scavo

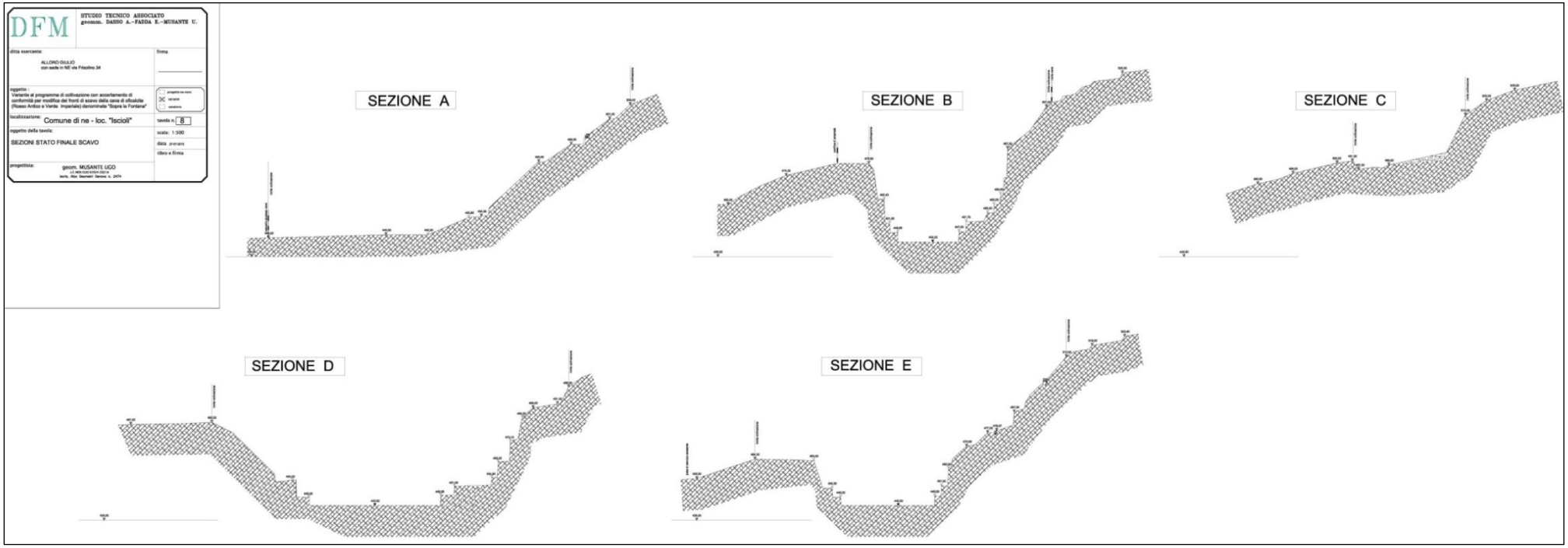


Fig. 10.5. 5 Sezione Piano Topografico finale di scavo

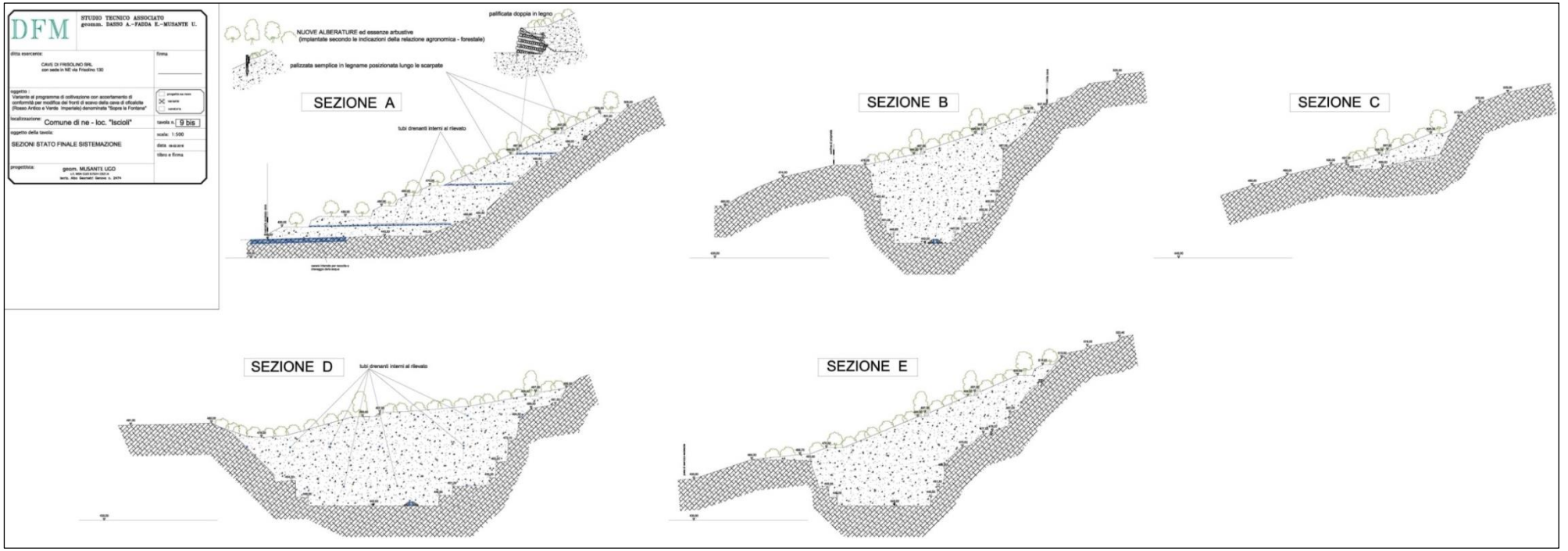


Fig. 10.5.6 Sezione Stato finale sistemazione

10.5.6 Valutazione dei volumi di progetto.

Il calcolo delle volumetrie è stato fondato sul metodo delle sezioni compensate, estrapolate dagli elaborati di rilievo.

In relazione ai calcoli eseguiti per valutare le quantità di materiali inerti e di terre e rocce da scavo necessarie per completare i lavori di ricomposizione ambientale previsti è emerso che i volumi ammontano a circa 220.000 mc., comprensivi del terreno con contenuto organico, per il recupero vegetazionale della zona mediante impianto di specie erbacce ed arboree.

Considerando che il numero dei giorni lavorativi al netto delle festività e dei giorni di sospensione è pari a 200 gg/anno, che la gestione della ricomposizione ambientale della cava comporta un apporto giornaliero stimato di 200 mc al giorno, si prevede che la durata delle opere di abbancamento e sistemazione con inerbimento sia di circa 5 anni.

Per cui la cava è in grado di accogliere agevolmente i volumi di circa 33.000 m^3provenienti dalle lavorazioni previste per il cantiere dello scolmatore di Santa Margherita Ligure.

10.5.7 Inquadramento Urbanistico ed individuazione della destinazione d'uso urbanistica attuale e futura, con allegata cartografia da strumento urbanistico vigente

La zona in oggetto è classificata nella tavola 11 (Zonizzazione) del vigente P.U.C. del Comune di Ne all'interno delle aree soggette al Piano Territoriale delle Attività di Cava ed in particolare nelle "Cave attive o in attesa di esaurimento" in zona C.V.A.E. (Art. 14) e risultano compatibili con quanto previsto dal P.T.C.P.

Relativamente alla zonizzazione di carattere geologico del territorio (Fig. 10.5.7), le aree ricadono nella seguente classe:

- Settore Sud della cava: rientra nelle aree di versante classificate B2, definite come *"aree con criticità puntuali e moderate, aree globalmente stabili con modesti fenomeni di instabilità puntuale"*.
- Settore Nord della cava: rientra nelle aree di versante classificate A2, definite come "aree con criticità di livello elevato sia puntuali che diffuse, aree instabili per presenza di frane attive e/o fenomeni erosivi profondi".

Nelle Figure 4a, 4b, 4c sono riportate rispettivamente

Fig. 10.5.8a Estratto P.T.C.P. -Assetto Insediativo
Fig. 10.5.8b Estratto P.T.C.P. -Assetto geomorfologico
Fig. 10.5.8c Estratto P.T.C.P. -Assetto vegetazionale

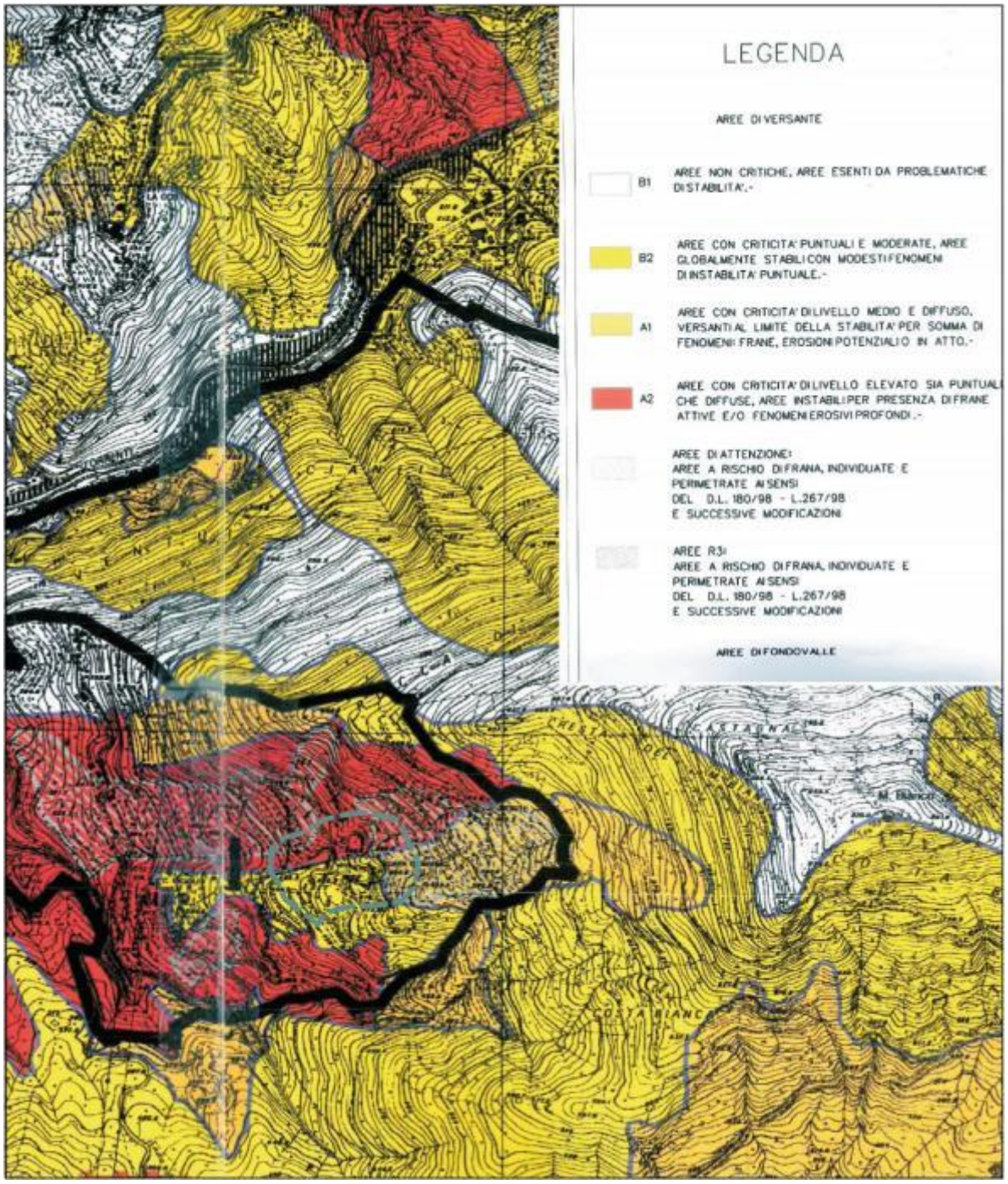
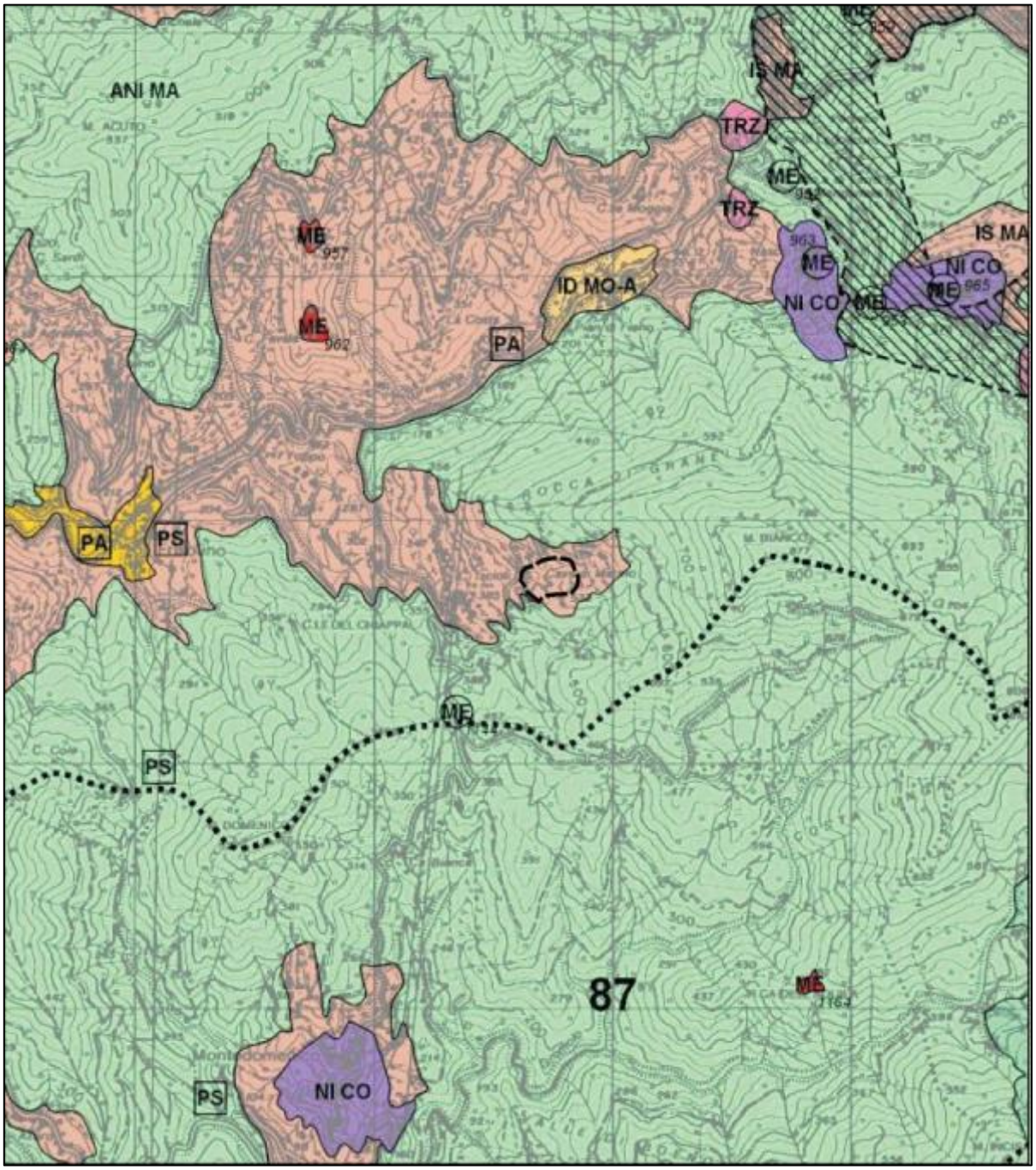
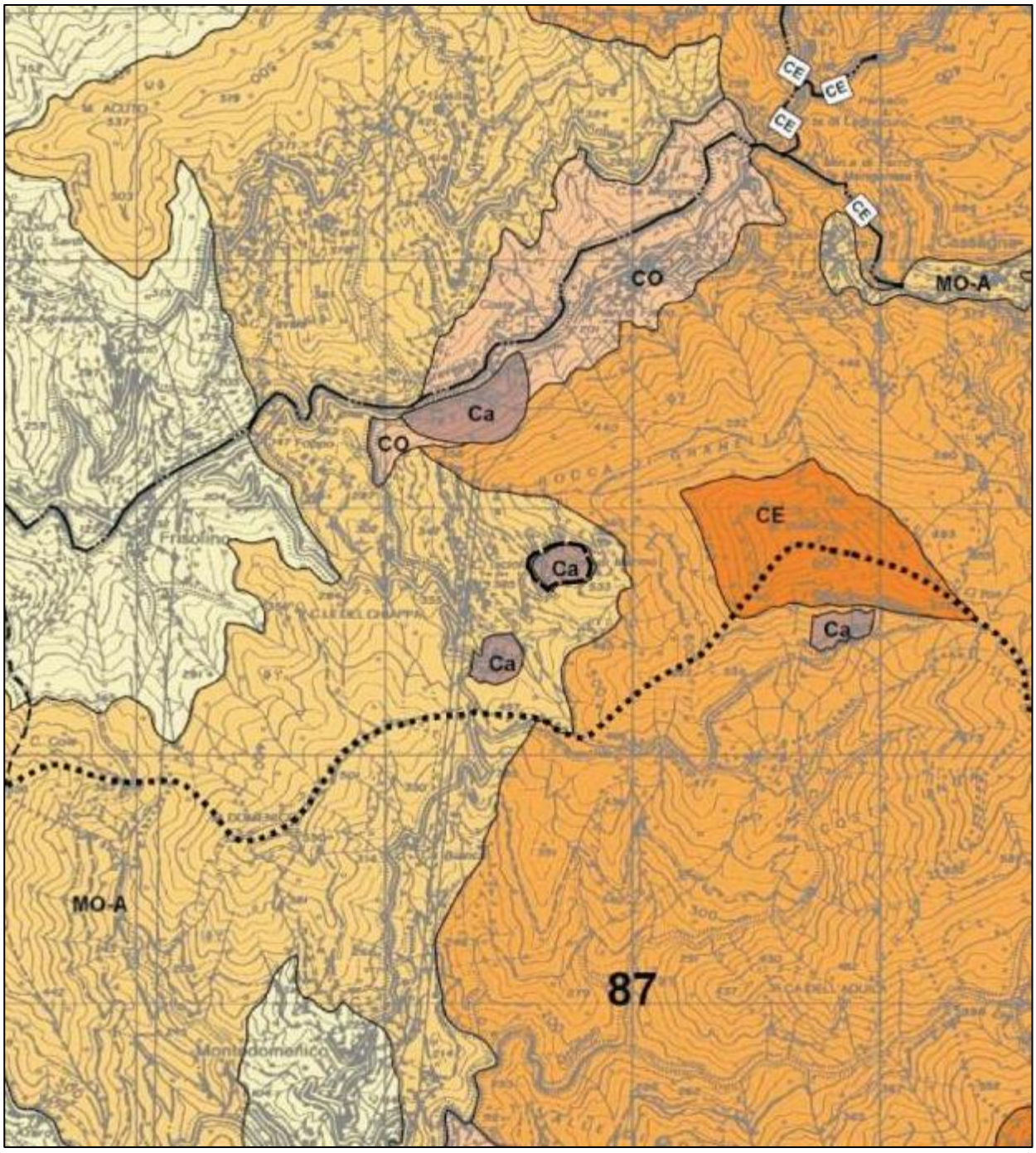


Fig. 10.5.7 Estratto Carta Zonizzazione (Comune di Ne')



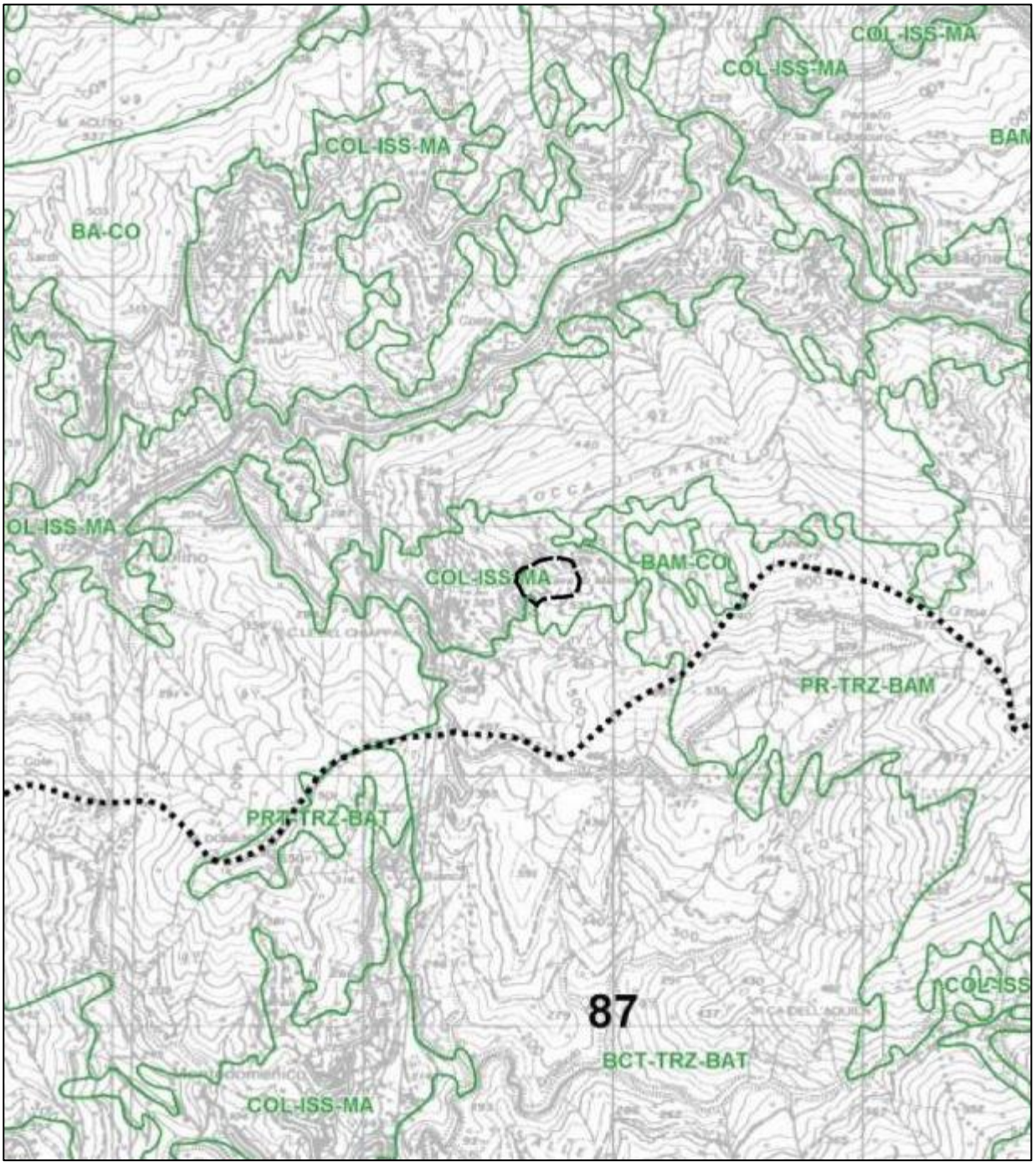
LEGENDA
AMBITO TERRITORIALE 76- Val Graveglia
REGIME NORMATIVO: IS-MA(Insediamento sparso in regime di mantenimento)

Fig. 10.5.8a Estratto P.T.C.P. -Assetto Insediativo



LEGENDA
AMBITO TERRITORIALE 76- Val Graveglia
REGIME NORMATIVO: Ca-Cave a cielo aperto

Fig. 10.5.8b Estratto P.T.C.P. -Assetto geomorfologico



LEGENDA
AMBITO TERRITORIALE 76- Val Graveglia
REGIME NORMATIVO: COL-ISS-MA Colture/insediamenti sparsi in regime di mantenimento

Fig. 10.5.8c Estratto P.T.C.P. -Assetto vegetazionale

10.5.8 Inquadramento geologico ed idrogeologico

Inquadramento geologico

La descrizione dell'assetto geologico-strutturale è definita, oltre che sulla base del rilevamento diretto di campagna, anche in funzione degli studi svolti in precedenza e con riferimento a note scientifiche (Servizio Geologico Italiano, 1970; Abbate et al., 1980; Brandolini et al., 2005; Robbiano et al., 2006; Brandolini et al., 2007).

Nell'area in esame affiorano Formazioni appartenenti all'Unità di Monte Porcile: schematicamente la successione stratigrafica, dall'alto verso il basso, è la seguente: Calcari a Calpionelle di M.Chiappozzo; Diaspri di M.Roccagrande; Brecce di M.Bianco e Iscioli; Basalti di Ponte Lagoscuro; Oficalciti di Iscioli; Gabbri di C.Moggia; Serpentiniti di M.Bossea (si veda Fig. 10.5.9).

I Calcari a Calpionelle occupano in larga parte il versante in sinistra orografica del T. Graveglia (Costa Ventuin e Cianelle), a N dell'area in esame, fino alla Cresta del M.Bianco che limita il bacino del Rio Sagra, affluente del Graveglia: sono rappresentati da strati medi e potenti di calcari micritici bianchi, con lenti selcifere e con subordinate intercalazioni di materiale argillitico, in particolare al passaggio con la sottostante Formazione dei Diaspri.

I Diaspri di M.Roccagrande occupano uno stretto lembo ad andamento sinuoso, circa parallelo alla Cresta del M.Bianco, a dividere le rocce ofiolitiche dai calcari. La Formazione, dal caratteristico colore rossastro, è costituita da livelli sottilmente stratificati e intensamente ripiegati di radiolariti rosse e verdi, con concentrazioni di minerali di manganese e livelli a peliti argilloso-silicee subordinate.

Le Brecce di M.Bianco e Iscioli interessano ridotte porzioni di versante a ridosso dei diaspri, localizzate in corrispondenza del nucleo di C. Monte e Costa Bianca a SE; nell'area in esame sono spesso mascherate da una potente copertura sciolta che interessa larga parte del versante sud-occidentale del M.Bianco; sono rappresentate da brecce di natura ofiolitica intercalate stratigraficamente con spessore variabile tra i diaspri e le serpentiniti; sono costituite da clasti di serpentinite, oficalcite, basalto e gabbro in matrici carbonatiche ma soprattutto serpentinitiche.

I Basalti di Ponte Lagoscuro affiorano in maniera limitata nel settore inferiore della Valle di Iscioli e a NE della Costa Bianca; una zona di affioramento si rileva all'interno dell'area di cava in contatto tettonico con le oficalciti, nel settore NW; sono rappresentati da basalti a pillow lavas e brecce di pillow basaltici di colore grigio verde, meno frequenti sono i basalti massicci, non osservabili nell'areale d'interesse.

Le Oficalciti di Iscioli, costituenti il giacimento oggetto di coltivazione, rappresentano masse isolate all'interno delle serpentiniti e sono oggetto da tempo di sfruttamento ai fini estrattivi; si osservano significativi spaccati lungo i fronti della cava in oggetto, sia nel settore a valle di C. Monte sia nelle cave in sponda sinistra del Rio Sagra, nella parte alta della Valle di Iscioli; sono rappresentate da serpentiniti brecciate con caratteristiche vene di calcite bianca con tonalità variabili dal rosa, per la presenza di ematite, al verde.

I Gabbri di C.Moggia sono presenti in modo frammentario nelle zone di affioramento delle brecce superiori come masse isolate e localizzate; sono costituiti da gabbri dall'aspetto laminato, spesso a grana grossa con cristalli di plagioclasio e di pirosseno.

Tutta la serie è rovesciata e le formazioni affioranti in zona appartengono ad un unico fianco rovescio di una piega polifasata a grande scala, con asse in direzione NW-SE, di cui le ofioliti costituiscono il nucleo; il motivo strutturale individuato giustifica l'intenso stato di tettonizzazione delle Formazioni in esame, che si traduce in una fitta pieghettatura dei diaspri e nell'intensa laminazione delle rocce verdi. L'assetto generale delle formazioni sedimentarie affioranti lungo la Cresta del M. Bianco presentano immersione verso E ed inclinazione variabile tra 30° e 50°.

Inquadramento geomorfologico

L'area in esame (si veda Fig. 10.5.10), con esposizione prevalente verso W, è situata nella parte mediana del pendio che, dal crinale di M.Bianco, si sviluppa in direzione WSW verso il Rio Sagra, dove sorge il nucleo di C. Iscioli.

La porzione di versante in esame è caratterizzata da un'acclività medio-bassa nel settore inferiore, fino a A. 525 m ed elevata nel settore superiore fino al crinale spartiacque. In generale, nelle zone circostanti l'area di cava sono presenti coperture sciolte di spessore potente, affianca a settori caratterizzati da roccia affiorante e/o subaffiorante con coperture sottili, che hanno permesso l'attecchimento di alcune specie arbustive, in cui predominano i castagneti.

La zona di stretto intervento è caratterizzata da roccia denudata interessata da modesti fenomeni di erosione superficiale e ruscellamento concentrato, connessi a due impluvi che definiscono le tracce di corrivazione. L'ammasso roccioso in questi settori appare spesso alterato, a causa dei sistemi di fratturazione variamente intersecantisi e coniugati con linee di faglia.

Tale situazione ha innescato processi di degradazione meteorica che, associati al dilavamento provocato dalle acque di ruscellamento, determinano la formazione di sacche di materiale sciolto, di pezzatura decisamente grossolana. Complessivamente nello stato attuale il sito non mostra significative problematiche inerenti la stabilità del versante.

Da quanto emerso nella fase di analisi delle condizioni geologico-geomorfologiche, si ritiene che il progetto di variante al programma di coltivazione e sistemazione finale dell'area estrattiva sia in grado di contribuire positivamente in ordine alla sistemazione della parete rocciosa, specialmente nelle parti maggiormente degradate.

Il recupero dell'area, oltre a garantire un minore impatto in termini ambientali, attraverso la riprofilatura di un versante inciso dalle fasi estrattive pregresse, contribuisce in maniera essenziale alla messa in sicurezza di un'area di roccia esposta in stato di abbandono e localmente soggetta a marcata fratturazione ed alterazione.

Le operazioni di scavo previste nella presente fase finale sono state limitate alle aree non interessate da problematiche di stabilità del fronte, mentre le attività di abbancamento coinvolgono tutto il complesso estrattivo al fine di favorire la massima estensione delle aree rivestite e la messa in sicurezza del comparto.

Elementi idrografici ed idrogeologici

Lo schema dei deflussi superficiali nell'area in esame fa riferimento a due modesti impluvi che attraversano il complesso estrattivo, tributari in destra orografica del Rio Sagra, che drena le acque provenienti dal versante. (si veda Fig. 10.5.11)

La cava risulta esposta lungo un tratto di versante che collega il crinale (Cresta del M. Bianco) con il fondo vallivo; nonostante la discreta estensione del complesso, il contributo idrico al di fuori dell'area estrattiva è limitato.

In condizioni di normale piovosità, nonostante tutte le vie di corrivazione abbiano subito alcuni interventi antropici più o meno intensi, che ne hanno parzialmente alterato l'andamento, l'area presenta regolare drenaggio delle acque di ruscellamento; durante gli eventi di maggiore intensità si possono verificare, tuttavia, fenomeni di ruscellamento e di locale erosione non incanalata, a causa dell'elevata acclività del fronte e dell'assenza di copertura sciolta.

Poiché il progetto prevede la sistemazione definitiva del complesso attraverso una riprofilatura del fronte ed il successivo riempimento, una delle problematiche da affrontarsi in sede progettuale è quella del disciplinamento delle acque superficiali che, in assenza di afflussi considerevoli provenienti dal versante a monte, dovrà essere orientato alla raccolta e allo smaltimento delle acque piovane, sia in fase estrattiva sia in fase di sistemazione finale.

La situazione dell'area nello stato finale, ad intervento concluso, può essere migliorativa se saranno messi in atto semplici, ma efficaci dispositivi atti ad intercettare ed allontanare le acque dall'area di attività estrattiva, attraverso un efficace sistema di canalizzazione.

Dal punto di vista idrogeologico, il substrato roccioso di natura ofiolitica, limitatamente permeabile in condizioni di integrità, è da ritenersi invece permeabile, almeno nei livelli superficiali, in considerazione del grado di fratturazione caratteristico. Un particolare significato idrogeologico assumono le discontinuità tettoniche, che rappresentano vie di deflusso preferenziale; si deve ritenere infatti che l'acqua possa saturare le fratture in profondità e possa trovare vie di percolazione secondo i rapporti geometrici esistenti tra le discontinuità stesse.

Non ci sono osservazioni sull'eventuale circolazione in falda derivate da indagini o da piezometri.

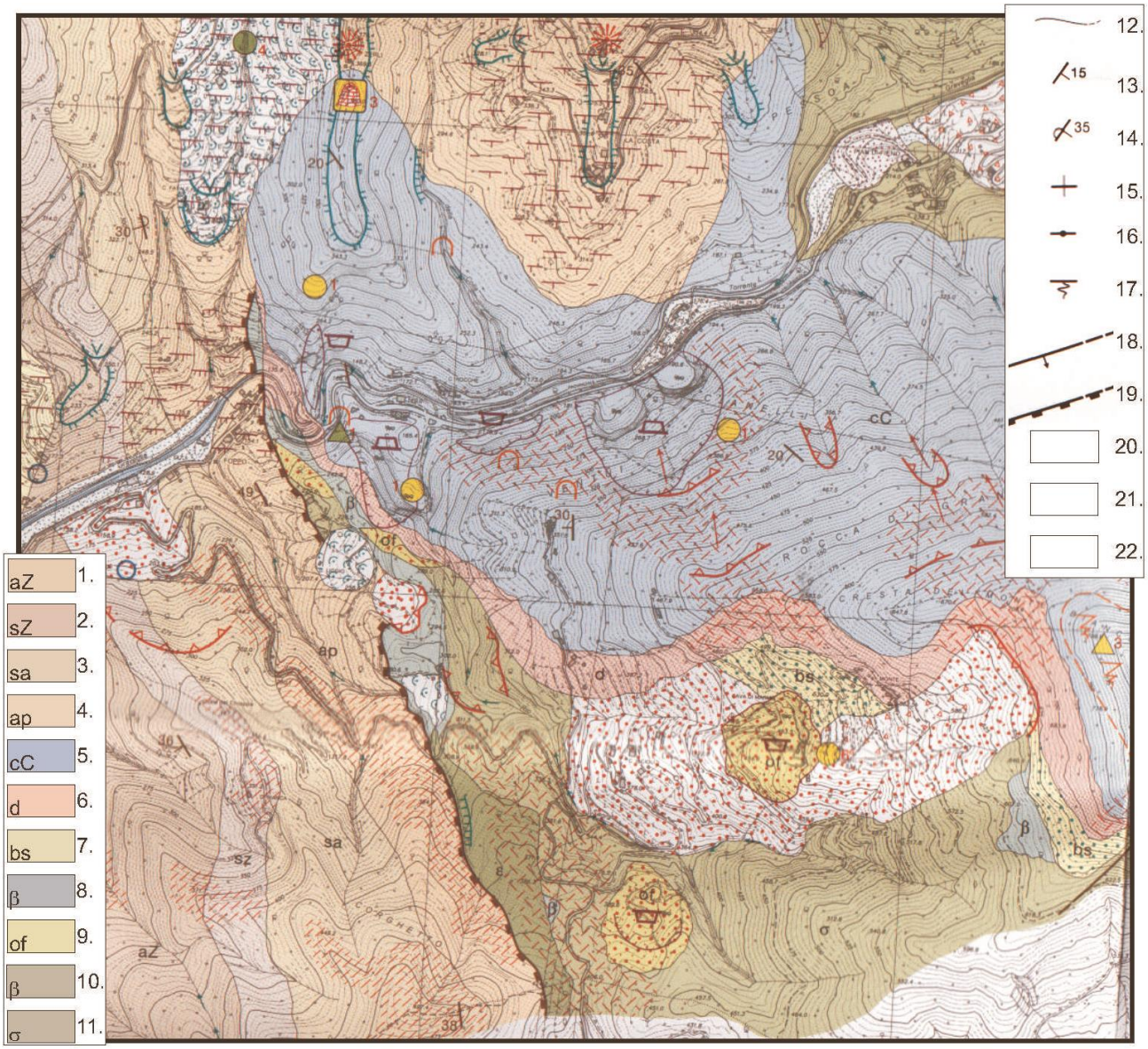
10.5.9 Il trasporto

Il trasporto può essere effettuato :

- Interamente su strada, il tragitto è di circa 33 km In considerazione delle attività di cantiere sono previsti i viaggi in allontanamento su strada di circa 7 – 10 al giorno con l'utilizzo di camion tre assi (dimensioni medie) con 12 m3 di carico.

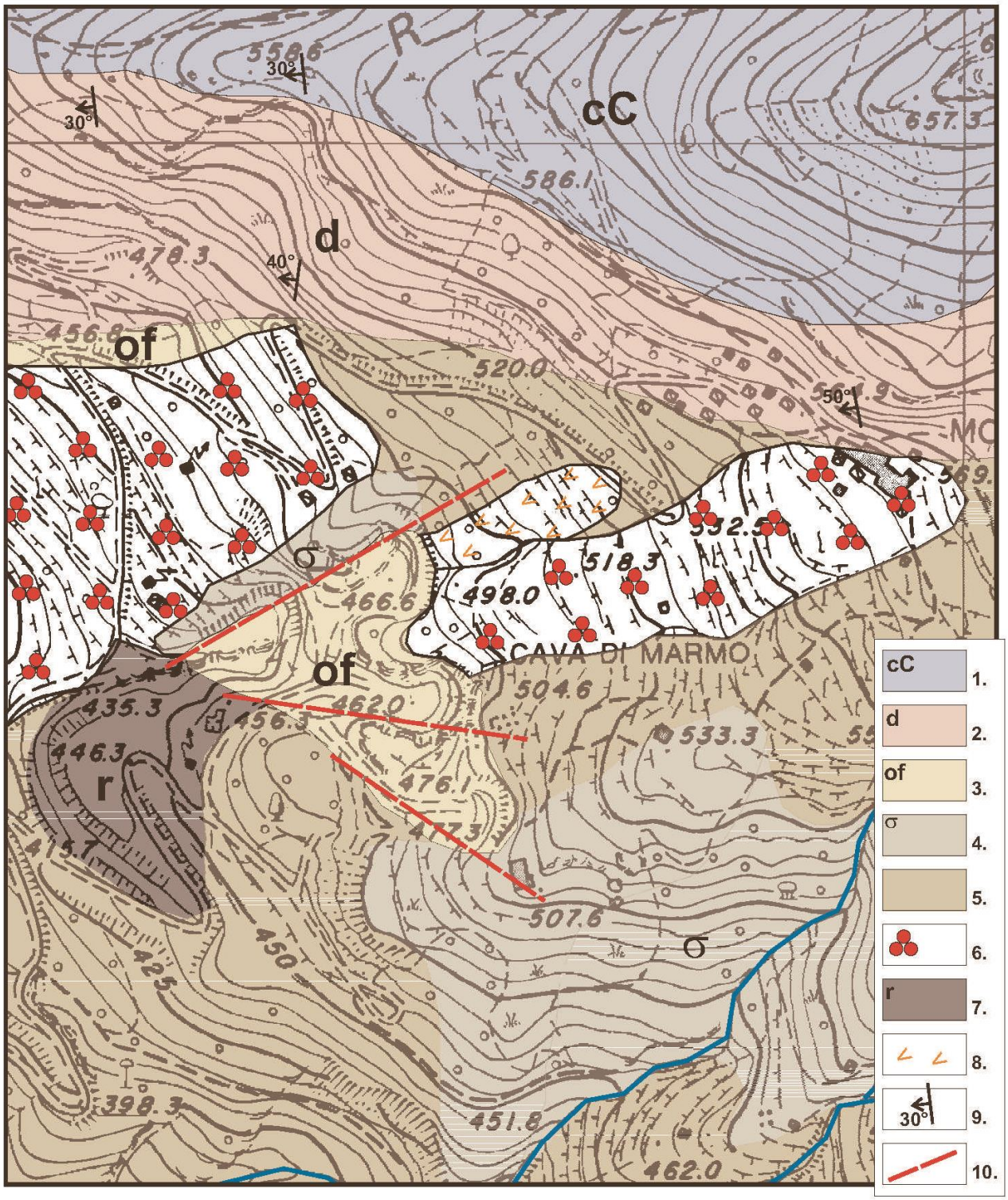
- Parzialmente via mare da punta Pedale al sito di transito proposto, ubicato nei presi del porto di Chiavari (Zona Lido, prospiciente Viale Groppo) o al Porto di Lavagna (spiaggia all'imbocco del Porto), distanza di circa 6.5 miglia marine (12 km), per poi continuare su strada per 11 km sino al sito di destinazione , i siti di transito proposti sono indicati in Fig. 10.5.12.
  E' impossibile in questa fase di studio, a circa 2 anni prima dell'inizio lavori, indicare in modo certo il sito di transito del materiale; esso sarà definito nella fase di Progetto Esecutivo.

E' ovvio che la seconda soluzione di trasporto sia più sostenibile, sia da un punto di vista ambientale che del carico di traffico sul tratto stradale tra Punta pedale e l'Autostrada A 12., ancorché i trasporti siano limitati nella densità (7 ÷ 10 Viaggi di allontanamento giornalieri) e previsti in periodo non estivo. I Tragitti sono riportati in Fig.10.5.13.



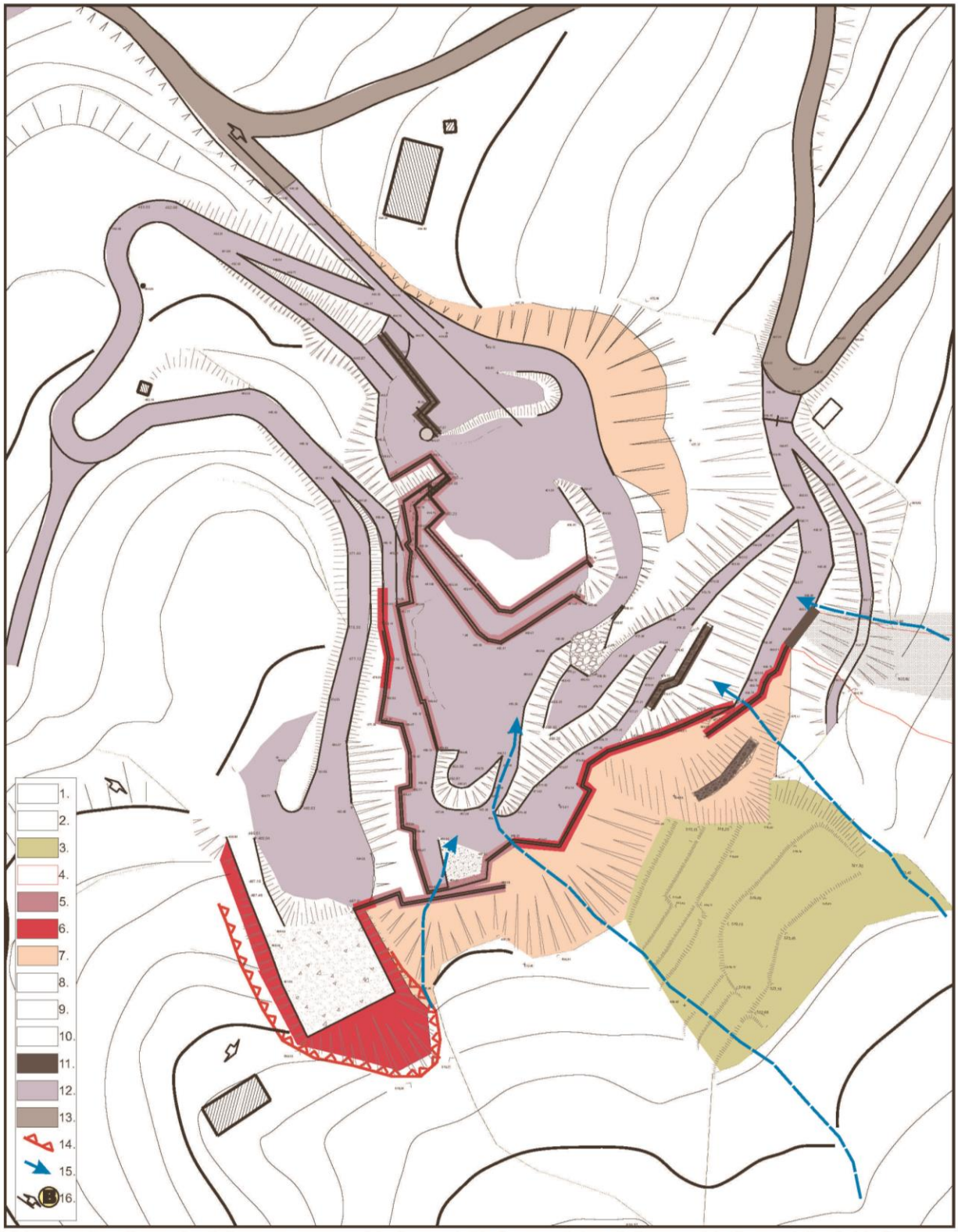
1. Flysch costituito da arenarie torbiditiche a composizione quarzosa e micacea a cemento siliceo e siliceo-argilloso, alternate a argilliti grigio-verdastre (***Arenarie di M.Zatta***) - **2.** Argilliti grigie alternate a straterelli marnoso argillosi di colore marrone (***scisti zonati di Ne***) - **3.** Argilliti e argilliti siltose con intercalazioni di straterelli di arenaria compatta (***scisti arenacei di Terisso***) - **4.** Argilliti di colore grigio con intercalazioni di calcare micritico o siliceo (***argille a palombini di Chiesanuova***) - **5.** Calcari micritici bianchi con lenti selcifere (***calcari a Calpionelle di M.Chiappozzo***) - **6.** Diaspri talora ricchi di Radiolari, rossi e verdi in strati sottili con concentrazioni di minerali di manganese (***diaspri di M.Roccagrande***) - **7.** Brecce ofiolitiche superiori, intercalate stratigraficamente fra basalti e diaspri, di vario tipo costituite da clasti di serpentinite, oficalcite, basalti, gabbro in matrici carbonatiche e serpentinitica (***brecce di M.Bianco e C.Iscioli***) - **8.** Basalti a pillow lavas e brecce di pillow basaltici, di colore grigio verde, meno frequenti sono i basalti massicci (***basalti di Ponte Lagoscuro***) - **9.** Serpentiniti brecciate con vene di calcite bianca, talvolta sui toni rosa-rossi per presenza di ematite, con rari clasti gabbrici. Talora compaiono vene di talco (***oficalciti di Iscioli***) - **10.** Gabbri raramente laminati, spesso a grana grossa con cristalli di plagioclasio e di pirosseno (***gabbri di C.Moggia***) - **11.** Serpentiniti e peridotiti serpentinizzate con relitti mineralogici a spinello e plagioclasio (***serpentiniti di M.Bossea***) - **12.** Contatti stratigrafici - **13.** Strati inclinati - **14.** Strati rovesciati - **15.** Strati orizzontali - **16.** Strati verticali - **17.** Strati contorti - **18.** Tracce di faglie, a tratti le parti incerte (la freccia indica l'immersione) - **19.** Tracce dei contatti tettonici per sovrascorrimento, a tratti le parti incerte (i dentini sono rivolti verso la parte sovrascorsa) - **20.** Substrati molto fratturati (sovrassegno) - **21.** Substrati molto alterati (sovrassegno) - **22.** Substrati molto fratturati ed alterati (sovrassegno).

Fig. 10.5.9 Carta Geologica



Substrato roccioso affiorante e/o subaffiorante con coperture sciolte sottili di origine eluviale **1.** Calcare a Calpionelle - **2.** Diaspri di M.Roccagrande - **3.** Oficalciti di Iscioli - **4.** Serpentiniti di Monte Bossea - **5.** Coperture sciolte di origine eluvio-colluviale e spessore medio, inferiore a 3.0 m - **6.** Coperture sciolte di origine detritico-colluviale e spessore potente, superiore a 3.0 m - **7.** Terreni rimaneggiati e riporto connesso con l'attività estrattiva - **8.** Corpo di frana in stato di attività quiescente, parzialmente stabilizzato mediante opere di sostegno e riprofilatura nell'areale di cava - **9.** Giacitura di strato - **10.** Principali discontinuità tettoniche.

Fig. 10.5.10 Carta Geologico-Geomorfologica (Scala 1:5000)



1. Substrato roccioso affiorante e/o subaffiorante con coperture sciolte di natura eluviale di spessore limitato - **2.** Coperture sciolte di natura eluvio-colluviale di spessore contenuto, inferiore a 3.0 m - **3.** Coperture sciolte di natura eluvio-colluviale rimaneggiate e sistemate a terrazzamenti di spessore tra 3.0 e 5.0 m - **4.** Corpo di origine gravitativa in stato di attività quiescente, stabilizzato parzialmente con opere di sostegno e rinforzo al piede - **5.** Fronti di cava in assetto verticale e/o subverticale in condizioni di conservazione da buone a ottime e discontinuità da assenti fino ad un massimo di n.2 - **6.** Fronti di cava in assetto verticale e/o subverticale in condizioni di conservazione scadenti, moderatamente fratturati con nicchie di erosione sviluppate e diffuse zone alterate - **7.** Fronti di cava sagomati artificialmente con inclinazione compresa tra 80°-60° in condizioni di conservazione mediocri e zone mediamente fratturate - **8.** Fronti naturali in roccia derivati dall'attività di escavazione ma non sfruttati ai fini produttivi, aree denudate artificialmente per asportazione della copertura naturale - **9.** Blocchi di oficalci estratti semilavorati - **10.** Terreno di risulta, scarti lapidei - **11.** Muri di contenimento in blocchi, strutture di sostegno in c.a. - **12.** Viabilità interna all'area di cava, non pavimentata - **13.** Viabilità esterna, strada comunale per la frazione Case Nuove, asfaltata - **14.** Orlo di scarpata quiescente in roccia - **15.** Linee di corrivazione delle acque superficiali

Fig. 10.5.11 Carta Geologico-Tecnica di Dettaglio (Scala 1:1000)



Fig. 10.5.12 Siti di trasferimento proposti per tratto via mare da punta Pedale a Sito di destinazione Cava "Sopra la Fontana" Iscioli di Né (GE)

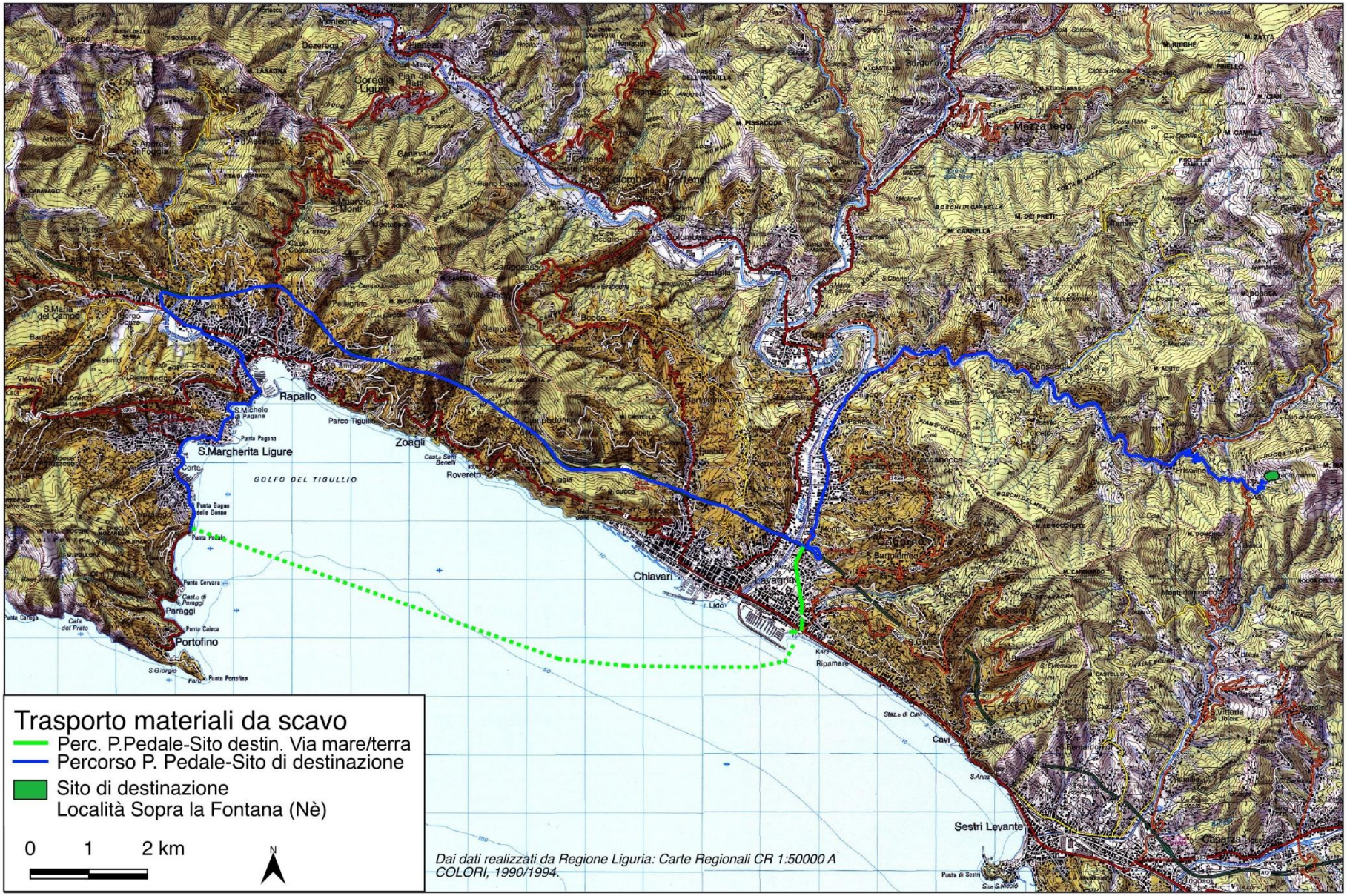


Fig. 10.5.13 Tragitto trasporto materiale da punta Pedale a Sito di destinazione Cava "Sopra la Fontana" Iscioli di Né (GE)

10.6 Il sito di movimentazione in cantiere

Non pare necessario un sito di deposito temporaneo perché il materiale sarà utilizzato praticamente in parallelo alla sua cavatura, frantumazione, vagliatura/selezione. Infatti le previsioni di utilizzo indicate sono:

- la produzione di inerti per la confezioni dei calcestruzzi necessaria alla realizzazione del rivestimento della galleria ed delle opera di imbocco sui Torrenti San Siro e Magistrato e dello sbocco a mare;
- il ripascimento strutturale e stagionale e di spiagge di Santa Margherita Ligure;
- il materiale considerato non adatto agli utilizzi previsti sarà acquisito dalla ditta "Cave di Frisolino S.r.l.", Per riqualificazione ambientale nell'ambito del progetto di coltivazione della Cava di Marmo denominata "Sopra la Fontana" nel Comune di Né.

In considerazione di un massimo di produzione di circa 150-200 m3/g di scavo e della capacità di lavorazione del frantumatore e vagli, di molto superiore rispetto ai volumi cavati, sarà necessario un'area di trasferimento, che ospiti il materiale pronto per gli utilizzi previsti con una capacità di stoccaggio di circa 500-1000 m3,

Questa area può essere collocata nel settore di cantiere operativo e logistico che è stato indicato attraverso la proposta del S.I.A con l "Ottimizzazione della Cantierizzazione allo Sbocco a Mare" in ottemperanza a quanto previsto dalla prescrizione A.1 della Deliberazione di Compatibilità Ambientale No. 1405, il riempimento a mare, originariamente (Progetto 2005) previsto in due fasi successive e per un'estensione planimetrica pari ad un totale di circa 2,280 m2 (circa 930 m2 per la prima fase e circa 1,350 m2 aggiuntivi per la seconda fase), è stato limitato a quello necessario alla prima fase operativa di attacco della galleria.

Nelle seguenti figure (10.6.1 e 10.6.2) sono riportate le disposizioni dell'area di cantiere nella configurazione 2005 e nella nuova configurazione 2015; la scogliera frangiflutti necessaria al confinamento del riempimento sopra descritto è stata riprofilata, consentendo di limitare la nuova area ad una superficie di 575 m2.

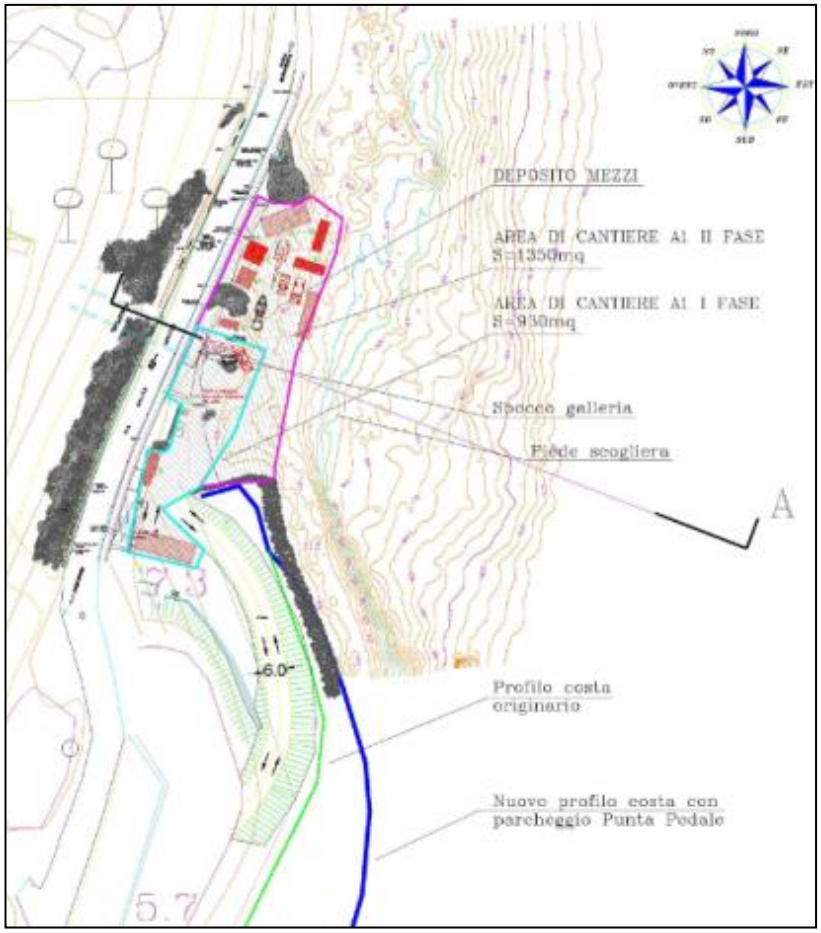


Figura 10.6.1 Cantierizzazione nell'Area dello Sbocco a Mare, Configurazione 2005

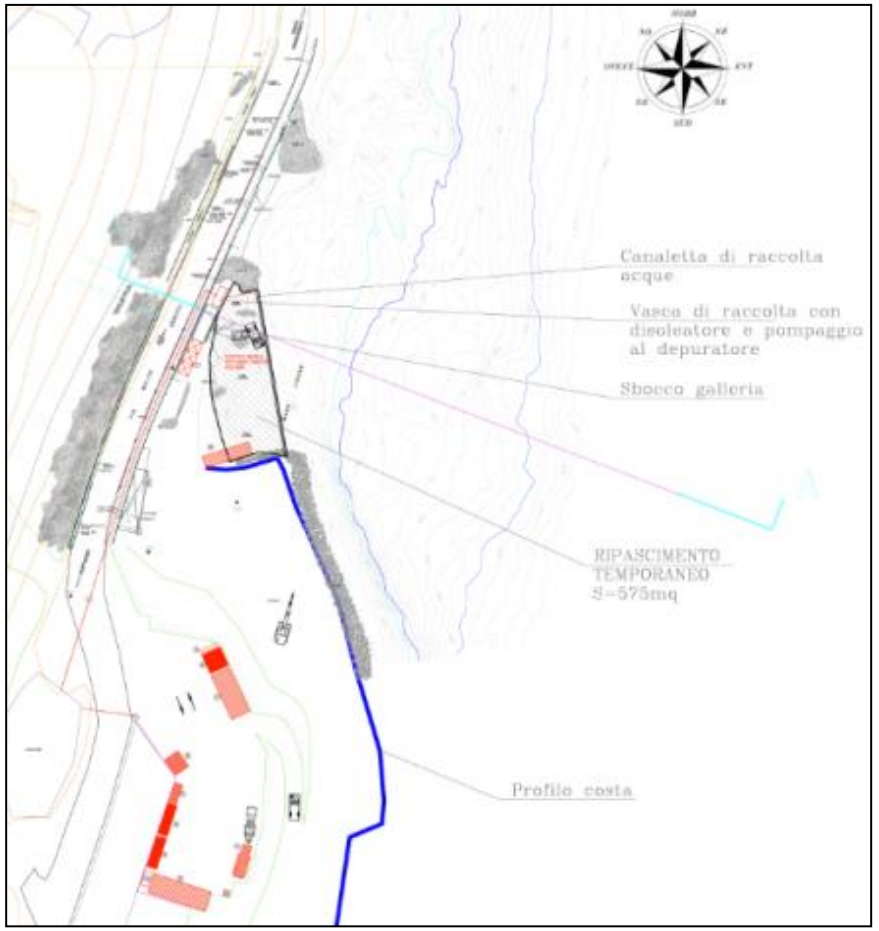


Figura 10.6.2: Cantierizzazione nell'Area dello Sbocco a Mare, Configurazione 2015

La restante area di cantiere, adibita principalmente alla parte operativa/logistica, ed è stata individuata sulla parte di costa attuale sul terrapieno di Punta Pedale, nelle immediate vicinanze del depuratore, in un'area attualmente adibita a parcheggio.

Alla scopo di avere uno spazio di cantiere più adatto ad ospitare il materiale in transito e la sua trasformazione (frantumazione/vagliature) si prevede l'utilizzo della parte retrostante la scogliera a difesa del depuratore (si veda Fig.10.6.3)

Le are così adisposizione sarebbero:

- Riempimento temporaneo sbocco galleria: 575 m^2
- Tratto di costa difesa (attuale spiaggia attrezzata) 2300 m^2
- Area attuale parcheggio (Terrapieno Punta Pedale) : 750 m^2
- Area retrostante la scogliera a difesa del depuratore: 950 m^2

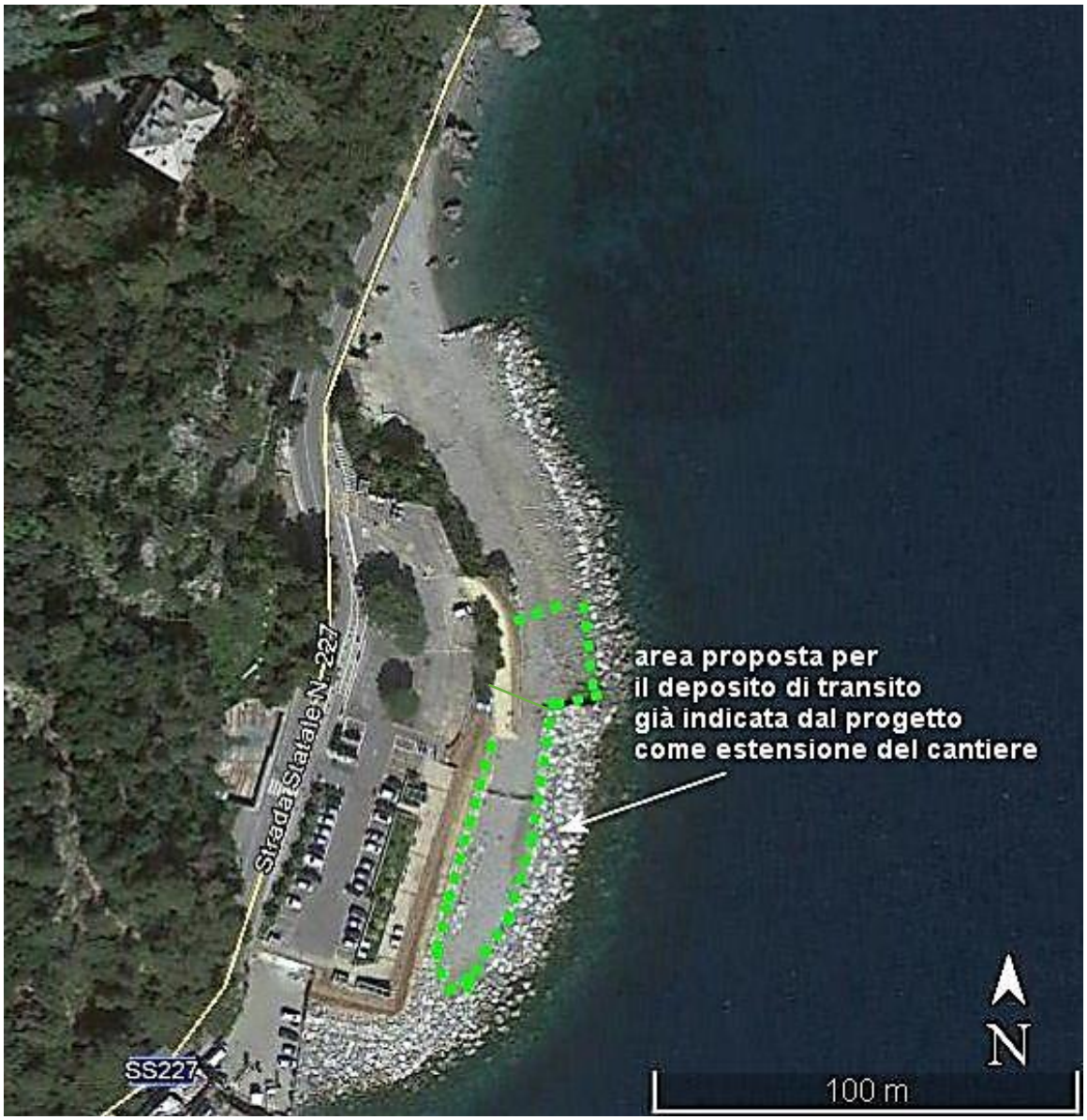


Figura 10.6.3 Cantierizzazione nell'Area dello Sbocco a Mare, area cantiere proposta per Lavorazione e transito smarino

11. I TRASPORTI

La tipologia di trasporti prevista per i diversi utilizzi è qui di seguito sintetizzata:

- "tout venant" per il riempimento piattaforma a mare di attacco alla galleria, e gli agguagliamenti piazzali di cantiere per volume di circa 2500 m^3 , la movimentazione avverrà in cantiere e su gomma tra il l'imbocco di sul Torrente San Siro e lo sbocco a mare per uno sviluppo di circa 3500 m.
  (si veda percorso in Fig 10.2.1 a, b e c)

- Inerti per calcestruzzi, per un volume di circa 43500 m^3 in mucchio; la movimentazione avverrà in area di cantiere sbocco a mare. In fig. 10.6.2 e 10.6.3 è riportato il cantiere su cui avverrà la movimentazione.

- Il ripascimento strutturale spiaggia retroporto a Santa Margherita Ligure, 30000 m^3 in mucchio trasporto via mare con betta, distanza circa 800m. (si veda Fig. 10.41.1).

- Ripascimenti stagionali a Santa margherita Ligure 14000 m^3; i trasporti avverranno via mare con betta, o mezzo adatto all'avvicinamento all'arenile, per le spiagge che presentano difficoltà di avvicinamento via mare i materiali saranno trasportati su strada. I trasporti a mare avranno su distanze minime di 100 m e massime di 1700 m (si veda Fig. 10.4.1)

- Il materiale inadatto all'utilizzo come inerti per i calcestruzzi e per i ripascimenti sarà utilizzato per il Recupero ambientale previsto per la cava Né, circa 33000 m^3.
  Il trasporto può essere effettuato :
  - Interamente su strada, il tragitto è di circa 33 km In considerazione delle attività di cantiere sono previsti i viaggi in allontanamento su strada di circa 7 – 10 al giorno con l'utilizzo di camion tre assi (dimensioni medie) con 12 m3 di carico .
  - Parzialmente via mare da punta Pedale al sito di transito proposto, ubicato nei presi del porto di Chiavari (Zona Lido, prospiciente Viale Groppo) o al Porto di Lavagna (spiaggia all'imbocco del Porto), distanza di circa 6.5 miglia marine (12 km), per poi continuare su strada per 11 km sino al sito di destinazione.
    I tragitti sono riportati in Fig. 10.5.13; i siti di transito proposti sono indicati in Fig. 10.5.12.

  E' ovvio che la seconda soluzione di trasporto sia più sostenibile, sia da un punto di vista ambientale che del carico di traffico sul tratto stradale tra Punta pedale e l'Autostrada A 12., ancorché i trasporti siano nella densità (7 ÷ 10 Viaggi di allontanamento giornalieri) e previsti in periodo non estivo.

E’ impossibile in questa fase di studio, a circa 2 anni prima dell’eventuale inizio lavori, indicare in modo certo il sito di transito del materiale; esso sarà definito nella fase di Progetto Esecutivo.

I tempi di realizzazione dell’opera, a cui far rifermento, sono riportati nel Cronoprogramma (All.1), e risultano di 26 mesi, in termini continui; che ospita l’opera sarà necessario non interferire con le attività turistico balneari, a questo scopo sono previste interruzioni annuali delle attività durante il periodo estivo, di quattro mesi da Giugno a Settembre, i viaggi di movimentazione/allontanamento non avverranno durante questo periodo

12 CONCLUSIONI SULL’UTILIZZO DEI MATERIALI

In considerazione delle caratterizzazioni geotecniche e chimiche dei materiali derivati dallo scavo nei calcari del Monte Antola che interessano sia lo Scolmatore dei Torrenti San Siro e Magistrato a S. Margherita Ligure che quello del Torrente Fereggiano a Genova si può concludere che, viste:

- le qualità geotecniche;
- l’assenza di inquinanti;
- la possibilità, attraverso le normali pratiche industriali, del raggiungimento ad un assortimento granulometrico appropriato ai limiti indicati per ripascimento;
- la natura geologica del materiale, assolutamente compatibile con i materiali presenti nei paraggi indicati come destinazione;
- la prossimità delle destinazioni selezionate per il ripascimento che induce sostenibilità di tipo ambientale facilmente intuibili.

Detti materiali risultano adatti al ripascimento stagionale e strutturale di spiagge presenti nel Comune di Santa Margherita Ligure e all’utilizzo in cantiere come inerti per la confezione dei calcestruzzi previsti dal progetto e dalla formazione della piattaforma a mare per l’attacco alla galleria e ad eventuali agguagliamenti.

Durante le fasi di cantiere, a partire dalle iniziali, saranno ottemperate tutte le indicazioni riportate nei “Criteri Generali da osservarsi nella Progettazione egli Interventi Stagionali di

Ripascimento Degli Arenili" (testo coordinato di cui alla DGR 1209 del 20/12/2016 ed alla DGR 95 del 08/02/2017)

Allo scopo di definire la possibilità di queste destinazioni sono state richieste manifestazione di interesse ai soggetti individuati, presentate in All.5 .

La soluzione di utilizzo del materiale di scavo per il ripascimento strutturale della spiaggia del retroporto, previsto dal progetto presentato dal Comune di Santa Margherita dalla Società Santa Benessere & Social S.p.A. (si veda All.6), oltre all'indubbia sostenibilità ambientale, induce un rilevante risparmio nella realizzazione di questa opera.

È ovvio intuire i vantaggi, sia ambientali che economici, determinati dalle minime distanze di trasporto, dal risparmio di territorio rispetto ad un eventuale utilizzo di materiale da altre fonti, dalla formazione geologica caratteristica dell'area che ne rende ottimale l'utilizzo, e, ovviamente, dal minor carico economico per la realizzazione dell'opera oggetto della valutazione.

Genova 28 Febbraio 2018

Dr.Geol. Luciano Minetti



ALLEGATO 1

Cronoprogramma

e tabelle richiamate nel test

		LAVORI	MESI																									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Sbocco a mare	1	Realizzazione cantiere di 1° fase																										
	2	Esecuzione paratie e rispristino sede stradale																										
	3	Disgaggio blocchi instabili, scavo e esecuzione dima d'attacco																										
	4	Sistemazione fondale																										
	5	Realizzazione platea in calcestruzzo																										
	6	Scavo della galleria naturale																										
	7	Realizzazione riempimento a mare																										
	8	Smantellamento cantiere																										
	9	Denti di dissipazione																										
	10	Scogliera a massi																										
Pozzo	1	Realizzazione accessi																										
	2	Scavi di sbancamento																										
	3	Esecuzione camerone																										
	4	Realizzazione pozzo con tecnica Raise-boring																										
	5	Opera di imbocco																										
	6	Sbarramento di regolazione di valle																										
	7	Briglia selettiva																										
	8	Muri di sponda																										
	9	Muri strade di accesso																										
	10	Manufatti idraulici all'interno del pozzo																										
	11	Edificio pozzo																										
	12	Sistemazione area cantiere																										
Imbocco S. Siro	1	Realizzazione rampa di accesso in alveo																										
	2	Scavi di sbancamento																										
	3	Disgaggio dei blocchi instabili e consolidamento delle scarpate																										
	4	Esecuzione dima d'attacco e galleria artificiale																										
		Esecuzione ritombamenti e ripristino della viabilità																										
	5	Muri opera imbocco																										
	6	Strada di accesso all'alveo																										
	7	Scavi di sbancamento																										
	8	Opera di imbocco																										
	9	Sbarramento di regolazione di valle																										
	10	Briglia selettiva																										
	11	Muri di sponda																										
	12	Muri strade di accesso																										
	13	Consolidamento versanti																										
	14	Sistemazione area cantiere																										

Cronoprogramma

PROGETTO PRELIMINARE SCOLMATORE SANTA MARGHERITA - PROVE GEOMECCANICHE DI LABORATORIO

	sondaggio	campione	profondità	litologia	Unità	Peso di volume (kN/m³)	σc (Mpa) resistenza compressione monoassiale	σt (Mpa) compressione triassiale	σ3 (Mpa) compressione triassiale	Point Load Test Is (50) (Mpa) Diametrale	Correlazione ricavata da PTL Diametrale	Point Load Test Is (50) (Mpa) Assiale	Correlazione ricavata da PTL Assiale	Modulo elastico tangente al 50%	Modulo elastico secante	σt (Mpa) resistenza trazione prova Brasiliana	σ' picco (kPa) Prova taglio diretto	Φ' picco Prova taglio diretto	c' res. (kPa) Prova taglio diretto	Φ' res. Prova taglio diretto	Vp (m/s) Dal Velocità Sonica	JRC
CAMPAGNA INDAGINI 2003	S1	CD1	36,0-36,45	calcare marnoso con interstrati pelitici subvert.	Calcari dell'Antola	-	-	-	-	4,00	116,51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S1	CD1	36,0-36,45	calcare marnoso con interstrati pelitici subvert.	Calcari dell'Antola	-	-	-	-	-	-	3,92	114,18	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S1	CD1	36,0-36,45	calcare marnoso con interstrati pelitici subvert.	Calcari dell'Antola	-	-	-	-	3,28	95,54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S1	CD1	36,0-36,45	calcare marnoso con interstrati pelitici subvert.	Calcari dell'Antola	-	-	-	-	-	-	8,78	255,74	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S2	CD1	26,0 - 26,45	calcare marnoso/ar	Calcari dell'Antola	-	-	-	-	3,32	96,70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S2	CD1	26,0 - 26,45	calcare marnoso/ar	Calcari dell'Antola	-	-	-	-	-	-	9,37	272,82	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S2	CD1	26,0 - 26,45	calcare marnoso/ar	Calcari dell'Antola	-	-	-	-	2,11	61,46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S2	CD1	26,0 - 26,45	calcare marnoso/ar	Calcari dell'Antola	-	-	-	-	-	-	8,72	253,99	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S2	CD1	26,0 - 26,45	calcare marnoso/ar	Calcari dell'Antola	-	-	-	-	2,01	58,55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S2	CD1	26,0 - 26,45	calcare marnoso/ar	Calcari dell'Antola	-	-	-	-	-	-	12,54	365,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S2	CD1	26,0 - 26,45	calcare marnoso/ar	Calcari dell'Antola	-	103,45	-	-	-	-	-	-	60,392	39,587	-	-	-	-	-	-	-
	S2	CA1-A	28,5-29	calcarenite fratturata	Calcari dell'Antola	-	-	32,25	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S2	CA1-A	28,5-29	calcarenite fratturata	Calcari dell'Antola	-	-	87,08	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S2	CA1-A	28,5-29	calcarenite fratturata	Calcari dell'Antola	-	-	119,16	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S3	CD1	17,3-17,8	calcare marnoso	Calcari dell'Antola	26,8	19,74	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S3	CD1a	17,3-17,8	calcare marnoso	Calcari dell'Antola	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-4,65	-	-	-	-	-	-
	S3	CD1b	17,3-17,8	calcare marnoso	Calcari dell'Antola	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-3,99	-	-	-	-	-	-
	S4	CD2	38,2-38,75	calcare marnoso	Calcari dell'Antola	24,3	0,76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S5	-	-	-	Calcari dell'Antola	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S6	-	-	-	Calcari dell'Antola	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S7	CD1	31,0-31,22	calcare marnoso	Calcari dell'Antola	26,3	20,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S8	CA1	60,6 - 61,0	argillite marnosa	Calcari dell'Antola	-	-	-	-	0,21	6,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S8	CA1	60,6 - 61,0	argillite marnosa	Calcari dell'Antola	-	-	-	-	-	-	2,04	69,42	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S8	CA1	60,6 - 61,0	argillite marnosa	Calcari dell'Antola	-	-	-	-	0,33	9,61	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S8	CA1	60,6 - 61,0	argillite marnosa	Calcari dell'Antola	-	-	-	-	-	-	3,48	101,36	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S8	CA1	60,6 - 61,0	argillite marnosa	Calcari dell'Antola	-	-	-	-	0,15	4,37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S8	CA1	60,6 - 61,0	argillite marnosa	Calcari dell'Antola	-	-	-	-	-	-	1,43	41,65	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S8	CA1	60,6 - 61,0	argillite marnosa	Calcari dell'Antola	-	-	-	-	0,33	9,61	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S8	CA1	60,6 - 61,0	argillite marnosa	Calcari dell'Antola	-	-	-	-	-	-	3,62	105,44	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S8	CA1	60,6 - 61,0	argillite marnosa	Calcari dell'Antola	-	-	-	-	0,21	6,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S8	CA1	60,6 - 61,0	argillite marnosa	Calcari dell'Antola	-	-	-	-	-	-	2,83	82,43	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S8	CA2	61,8-62,4	marna calcarea	Calcari dell'Antola	-	116,9	-	-	-	-	-	-	47,14	37,049	-	-	-	-	-	-	-
	S8	CA2	61,8-62,4	marna calcarea	Calcari dell'Antola	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	107,96	38	6,84	34	-	2
	S8	CI1	65,4-66,0	calcare marnoso	Calcari dell'Antola	26,4	39,27	-	-	-	-	-	-	-	-	-12,23	-	-	-	-	-	-
	S8	CI1a	65,4-66,0	calcare marnoso	Calcari dell'Antola	-	-	118,05	1	-	-	-	-	-	-	-10,01	-	-	-	-	-	-
	S8	CI1b	65,4-66,0	calcare marnoso	Calcari dell'Antola	-	-	118,74	1,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S8	CI1c	65,4-66,0	calcare marnoso	Calcari dell'Antola	-	-	135,71	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S9	CA1	29,30-29,7	calcare marnoso	Calcari dell'Antola	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	153,22	40	8,71	35	-	6,66
	S10	CD2a	10,4-10,8	calcare marnoso	Calcari dell'Antola	-	-	118,39	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S10	CD2b	10,4-10,8	calcare marnoso	Calcari dell'Antola	-	-	163,68	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S10	CD2c	10,4-10,8	calcare marnoso	Calcari dell'Antola	-	-	198,72	8,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S10	CD1	11,0-11,3	marne	Calcari dell'Antola	26,2	12,28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SA		13,85	calcare marnoso	Calcari dell'Antola	-	-	-	-	4,17	121,46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SA		13,85	calcare marnoso	Calcari dell'Antola	-	-	-	-	-	-	4,12	120,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SA		28,0-28,4	riempimento calcite	Calcari dell'Antola	-	-	52,20	0,25	-	-	-	-	-	-	-	9,90	47,60	-	-	-	-
	SA		28,0-28,4	riempimento calcite	Calcari dell'Antola	-	-	64,60	0,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SA		28,0-28,4	riempimento calcite	Calcari dell'Antola	-	-	67,30	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SA	C4	28,55-28,7	calcare marnoso	Calcari dell'Antola	26,97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,146	-
	SA	C4	28,55-28,7	calcare marnoso	Calcari dell'Antola	26,93	38,77	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SA		31,0-31,4	calcare marnoso	Calcari dell'Antola	26,19	67,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SA		34,0-34,4	marne	Calcari dell'Antola	-	-	-	-	0,10	2,91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SA		34,0-34,4	marne	Calcari dell'Antola	-	-	-	-	-	-	1,17	34,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SA		34,0-34,4	marne	Calcari dell'Antola	26,43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SA		35,2-35,5	calcare marnoso	Calcari dell'Antola	-	-	-	-	0,56	16,31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SA		35,2-35,5	calcare marnoso	Calcari dell'Antola	-	-	-	-	-	-	2,92	85,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SB	C2	37,5-37,7	calcare marnoso	Calcari dell'Antola	-	-	-	-	2,18	63,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SB	C2	37,5-37,7	calcare marnoso	Calcari dell'Antola	-	-	-	-	-	-	1,27	36,99	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SB	C5	46,0-46,4	calcare marnoso	Calcari dell'Antola	-	-	-	-	1,29	37,57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SB	C5	46,0-46,4	calcare marnoso	Calcari dell'Antola	-	-	-	-	-	-	0,37	10,78	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SB	C4	61,0-61,2	calcare marnoso	Calcari dell'Antola	-	-	-	-	0,99	28,84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SB	C4	61,0-61,2	calcare marnoso	Calcari dell'Antola	-	-	-	-	-	-	4,05	117,97	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SB	C4	61,0-61,2	calcare marnoso	Calcari dell'Antola	-	-	96,00	0,50	-	-	-	-	-	-	-	16,91	52,04	-	-	-	-
	SB	C4	61,0-61,2	calcare marnoso	Calcari dell'Antola	-	-	105,00	1,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SB	C4	61,0-61,2	calcare marnoso	Calcari dell'Antola	-	-	112,00	2,40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC	C5	18,3-18,6	calcare marnoso	Calcari dell'Antola	-	-	-	-	3,47	101,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC	C5	18,3-18,6	calcare marnoso	Calcari dell'Antola	-	-	-	-	-	-	3,34	97,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC	C4	20,35-20,5	calcare marnoso con vene calcite	Calcari dell'Antola	-	-	-	-	2,68	78,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC	C4	20,35-20,5	calcare marnoso con vene calcite	Calcari dell'Antola	-	-	-	-	-	-	5,23	152,34	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC		22,5-22,7	calcare marnoso	Calcari dell'Antola	-	-	115,00	0,00	-	-	-	-	-	-	-	23,46	46,74	-	-	-	-
	SC		22,5-22,7	calcare marnoso	Calcari dell'Antola	-	-	117,30	0,30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC		22,5-22,7	calcare marnoso	Calcari dell'Antola	-	-	119,70	0,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC		22,5-22,7	calcare marnoso	Calcari dell'Antola	-	-	122,30	1,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC	C3	24,5-24,7	calcare marnoso	Calcari dell'Antola	25,79	82,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC	C1	26,0-26,2	calcare marnoso	Calcari dell'Antola	26,21	116,46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SD	C2	27,55	calcare marnoso con vene calcite	Calcari dell'Antola	25,79	33,84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SD	C1	29,8	calcare marnoso	Calcari dell'Antola	-	-	-	-	3,97	116,84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SD	C1	29,8	calcare marnoso	Calcari dell'Antola	-	-	-	-	-	-	1,89	57,96	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SD	C4	32,1-32,3	calcare marnoso con vene calcite	Calcari dell'Antola	-	-	-	-	2,88	83,89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SD	C4	32,1-32,3	calcare marnoso con vene calcite	Calcari dell'Antola	-	-	-	-	-	-	4,32	126,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SD		34,5-34,8	calcare marnoso	Calcari dell'Antola	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-6,28	-	-	-	-	-	-
	SD		34,5-34,8	calcare marnoso	Calcari dell'Antola	-	-	51,20	0,00	-	-	-	-	-	-	-	9,14	52,31	-	-	-	-
	SD		34,5-34,8	calcare marnoso	Calcari dell'Antola	-	-	54,30	0,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SD		34,5-34,8	calcare marnoso	Calcari dell'Antola	-	-	59,90	0,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SD		34,5-34,8	calcare marnoso	Calcari dell'Antola	-	-	63,70	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				media		25,9	54,2	98,7	1,8	1,9	55,7	4,3	124,5	48,8	38,3	-7,4	54,1	45,9	7,3	34,5	5146,0	4,3
				minimo		24,3	0,76	32,25	0	0,1	2,91273	0,37	10,7771	47,14	37,049	-12,23	9,14	38	5,84	34	5146	2
				massimo		26,8	116,3	198,72	7	4,17	121,461	12,54	365,256	50,392	39,587	-3,99	158,22	52,31	8,71	35	5146	6,66

Tabella 1 Quadro riassuntivo prove Geomeccaniche di laboratorio (2003)

Risultati Prove di Laboratorio su Campioni di Roccia (2005)					
COMPRESSIONE UNIASSIALE					
Campione	**SA**	**SA-C4**	**SC-C1**	**SC-C3**	**SD-C2**
MPa	67,10	38,77	115,46	82,08	33,84
COMPRESSIONE TRIASSIALE					
Campione	**SA-C3**	**SD**			
Deg° **MPa**	Φ=47,46° C=9,9	Φ=52,31° C=9,14			
INDICE POINT LOAD					
Campione	**SA**	**SA**	**SC-C5**	**SC-C5**	
MPa	4,17 $Is_{(50)}$ (a)	4,312 $Is_{(50)}$ (d)	3,47 $Is_{(50)}$ (a)	3,34 $Is_{(50)}$ (d)	
VELOCITA' SONICA					
Campione	**SA-C4**	**SB-C5**			
m/s	5146 V_p	3112 V_p			

Tabella 2 Quadro riassuntivo prove Geomeccaniche di laboratorio (2005)

Sondaggio	Profondità (m)	Litologia	RQD%	Pressione (bar)	Modulo E (Gpa)
SA	26,5	calcare massivo con fratture fino a 3 cm con riemp. calcite	95	22	**16,12**
SA	26,5	calcare massivo con fratture fino a 3 cm con riemp. calcite	95	32	**38,25**
SA	26,5	calcare massivo con fratture fino a 3 cm con riemp. calcite	95	59	**40,45**
SB	42,5	calcare marnoso e calcare a tessitura brecciata	75	26	**1,05**
SB	42,5	calcare marnoso e calcare a tessitura brecciata	75	34	**2,16**
SB	42,5	calcare marnoso e calcare a tessitura brecciata	75	64	**3,33**
SB	49,5	calcare marnoso con fratture subverticali	60	26	**1,01**
SB	49,5	calcare marnoso con fratture subverticali	60	33	**3,01**
SB	49,5	calcare marnoso con fratture subverticali	60	72	**3,42**
SC	20,5	calcare marnoso	70	19	**7,13**
SC	20,5	calcare marnoso	70	24	**20,81**
SC	20,5	calcare marnoso	70	47	**40,04**
SC	29,5	calcare marnoso	65	19	**10,18**
SC	29,5	calcare marnoso	65	24	**19,80**
SC	29,5	calcare marnoso	65	43	**39,78**
SD	41	calcare marnoso	40	19	**6,12**
SD	41	calcare marnoso	40	29	**8,59**
SD	41	calcare marnoso	40	44,5	**9,85**

Tabella 3 Quadro riassuntivo Prove Dilatometriche

	SONDAGGIO	da m	a m	L	LITOLOGIA	U.L.	RQDmax %	RQDmin %	Permeabilità m/sec
INDAGINI 2003	S2	24	27	3	Calcare marnoso e calcarenite	4,3	92	24	2,6E-07
	S3	16	19	3	calcare marnoso e marna	9,9	30	20	5,9E-07
	S4	27	31	4	Calcare marnoso-calcarenite e marna-argillite	3,9	56	25	2,3E-07
	S4	33	36	3	argillite e calcarenite	3,8	83	76	2,3E-07
	S5	24	30	6	calcare marnoso e marna argillosa	1,1	70	45	6,6E-08
	S5	33	36	3	calcare marnoso	3,7	87	85	2,2E-07
	S6	16	18	2	calcare marnoso e marna argillosa brecciati	15,9	42	23	9,5E-07
	S7	26	30	4	calcare marnoso e argillite marnosa	11,4	39	0	6,8E-07
	S7	38	41	3	calcare marnoso	7,7	78	60	4,6E-07
	S8	54	58	4	calcare marnoso e argillite marnosa	2,8	52	28	1,7E-07
	S9	31	35	4	calcari marnosi con frequenti interstrati argilliti e marne	3	30	10	1,8E-07
	S10	8	10	2	calcare marnoso fratturato	12,9	45	40	7,7E-07
INDAGINI 2005	SA	20	21	1	calcare marnoso fratturato	24	60		1,4E-06
	SA	24	25	1	calcare fratturato	38	55		2,3E-06
	SA	30	31	1	calcare	18	65		1,1E-06
	SB	35	36	1	calcare intensamente fratturato	29,8	40		1,8E-06
	SB	38,5	39,5	1	calcare debolmente fratturato	1,7	80		1,0E-07
	SB	47	48	1	calcare	4,3	85		2,6E-07
	SC	14	15	1	calcare con riempimento 40 cm calcite	7,6	75		4,6E-07
	SC	19	20	1	calcare deb. marnoso poco fratturato con interstrati	6,6	70		4,0E-07
	SC	24	25	1	calcari, calcari marnosi loc. int, fratturati	7,3	50		4,4E-07
	SD	19	20	1	calcare marnoso con riemp. calcite	2,2	30		1,3E-07
	SD	32	33	1	calcare marnoso con interstrati	3,1	40		1,9E-07
	SD	39	40	1	calcare marnoso con interstrati	4,1	40		2,5E-07

Tabella 4 Quadro riassuntivo RQD (2003 – 2005)

Metalli Pesanti	Valore limite (mg/Kg)
Arsenico	13
Cadmio	1
Cromo	459
Mercurio	0.3
Nichel	409
Piombo	73
Rame	123
Zinco	337

Tabella 5 Metalli pesanti, valori limite Per Paraggi S.Margherita L., Chiavri, Lavagna

ALLEGATO 2

Stratigrafia sondaggio SG.2

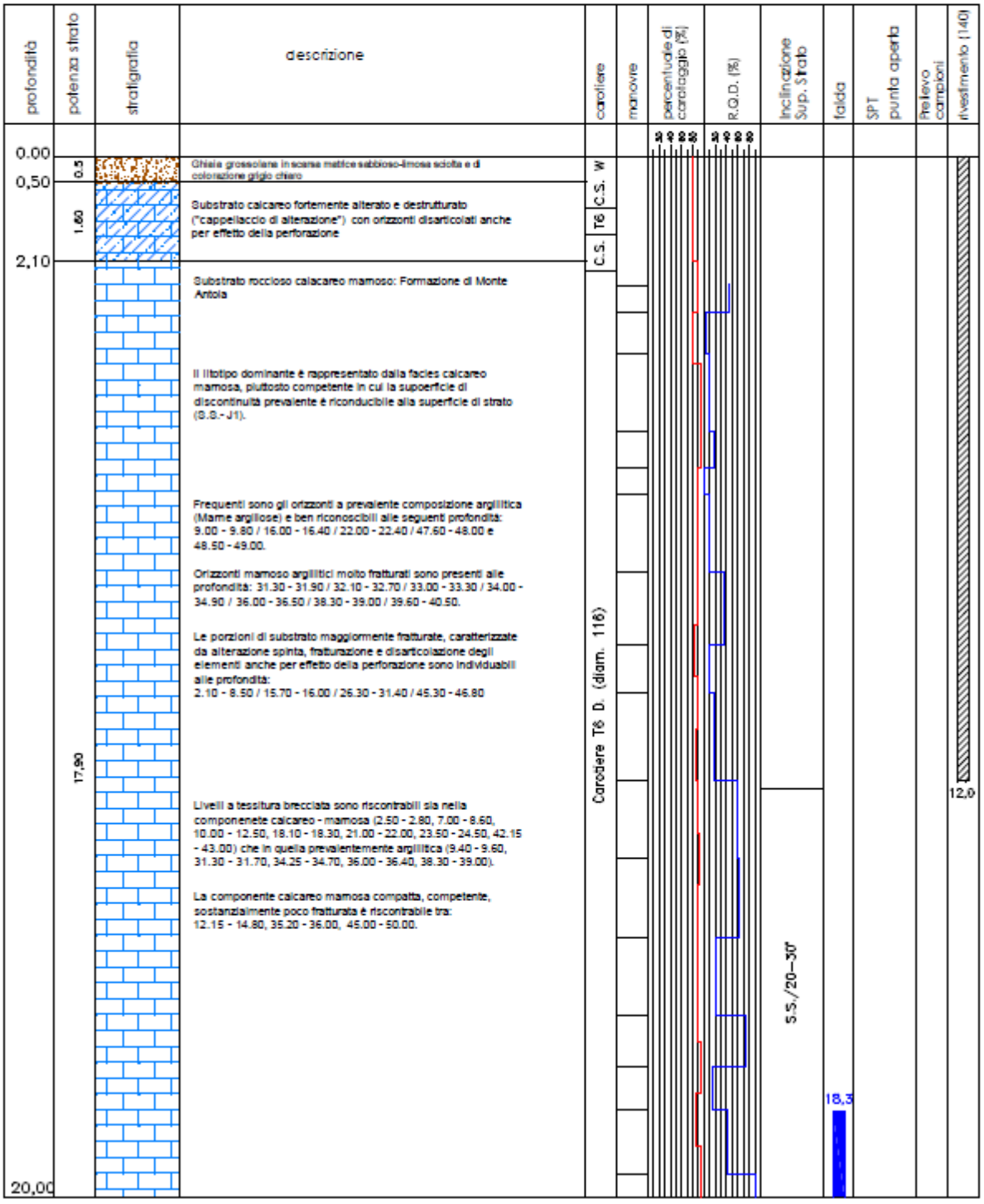
Campionato per analisi ambientali

bierrevi®
Studio Tecnico Associato

Via S. Siro n. 12/2 - 16124 Genova
Tel./Fax 010 2463472
e-mail: info@bierrevi.it -
vittorio.bonaria@bierrevi.it

Cantiere	Sondaggio	Strumentazione in foro
Via Mortero	*SG2*	*Tubazione 3" per DH*
Committente	Sondaggio a carotaggio	Inizio lavori: 16.11.2015
Comune di Santa M.	continuo diam. 116 mm	Fine lavori: 23.11.2015
Ditta esecutrice	Sonda	Profondità raggiunta
BORGHI DRILL SRL	*CMV MK600D*	*50,0 m da p.c.*

scala 1/100

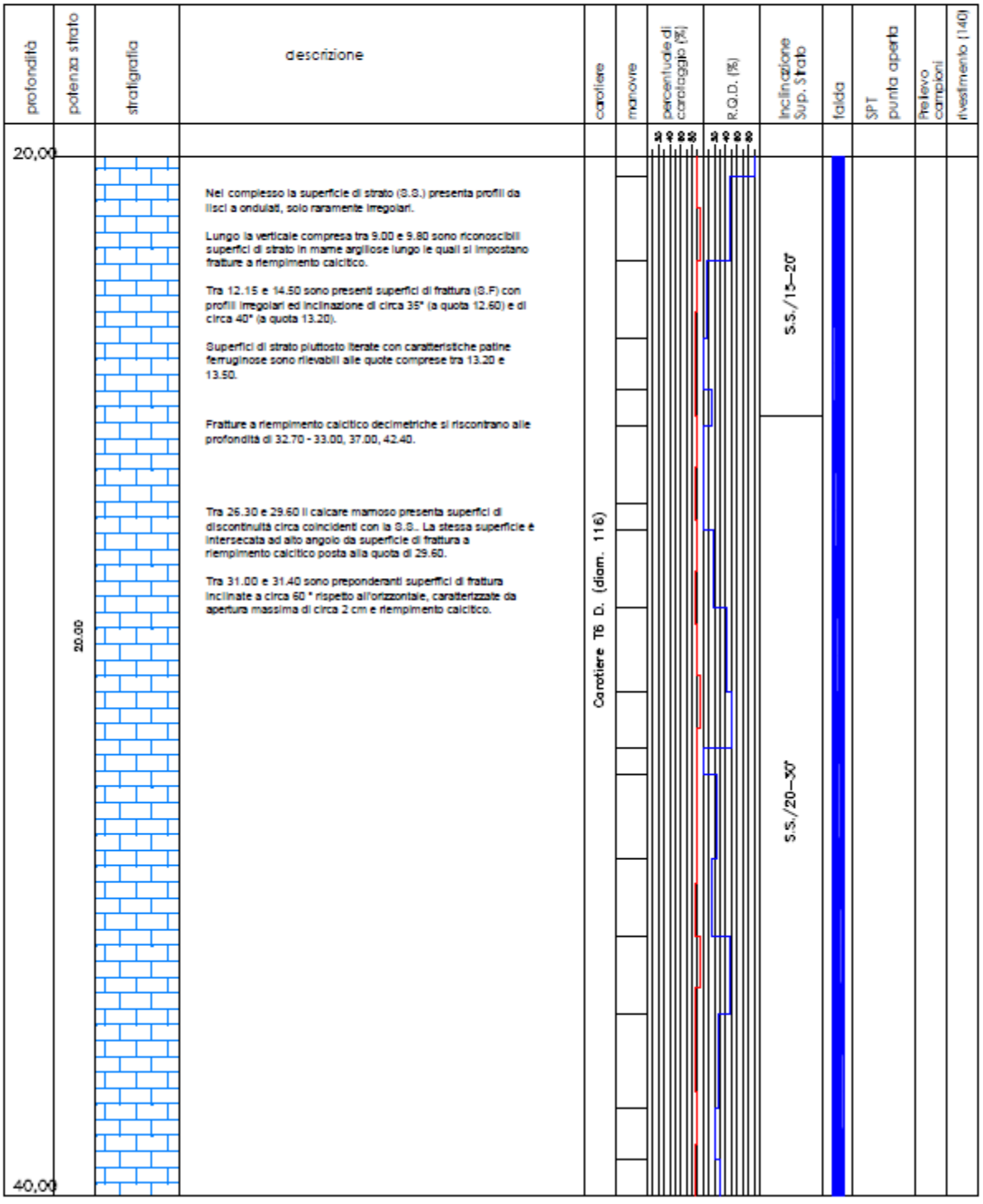


bierrevi ®
Studio Tecnico Associato

Via S. Siro n. 12/2 - 16124 Genova
Tel./Fax 010 2463472
e-mail: info@bierrevi.it -
vittorio.bonaria@bierrevi.it

Cantiere	Sondaggio	Strumentazione in foro
Via Mortero	*SG1*	*Tubazione 3" per DH*
Committente	Sondaggio a carotaggio	Inizio lavori: 16.11.2015
Comune di Santa M.	continuo diam. 116 mm	Fine lavori: 23.11.2015
Ditta esecutrice	Sonda	Profondità raggiunta
BORGHI DRILL SRL	*CMV MK600D*	*50,0 m da p.c.*

scala 1/100

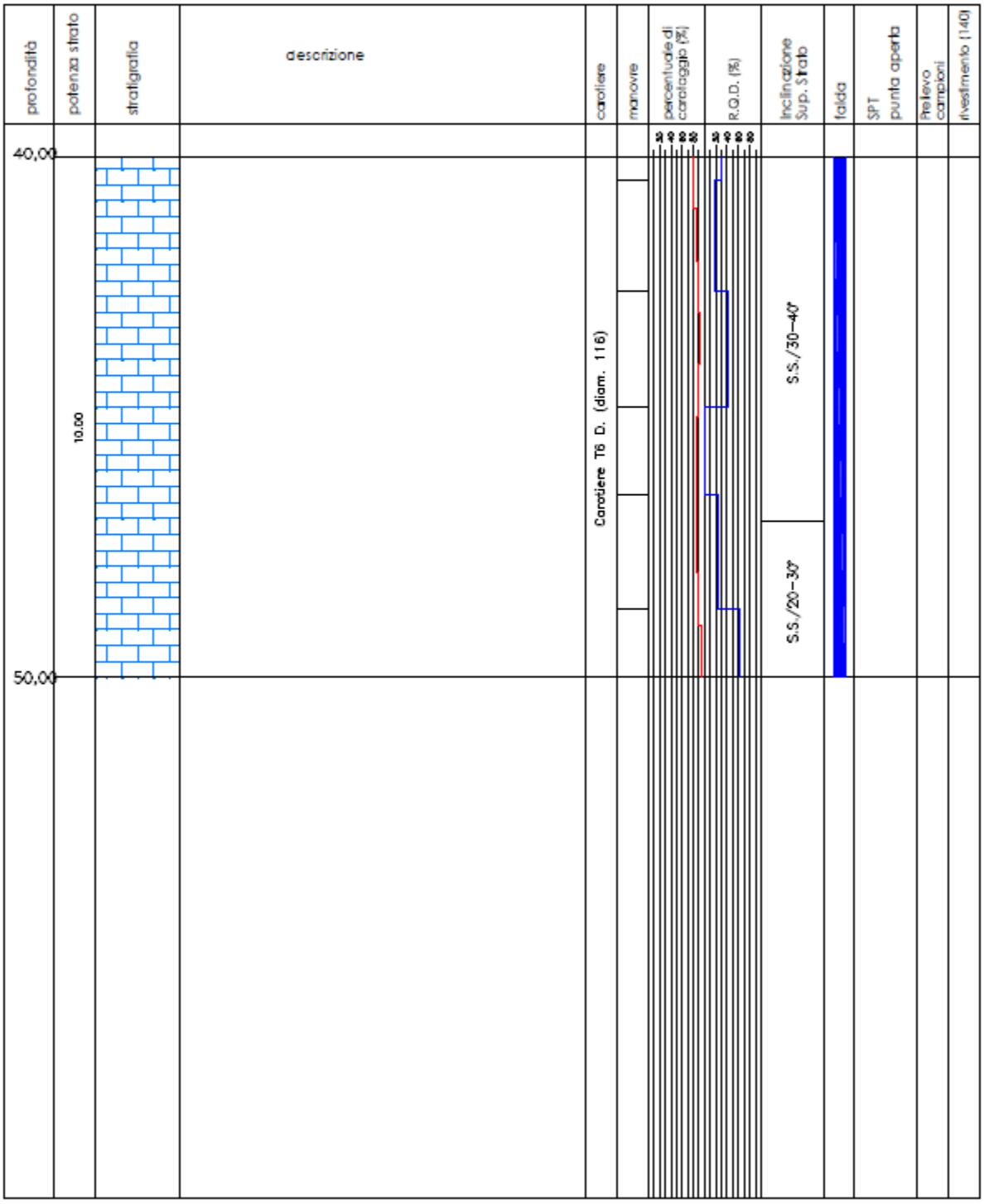


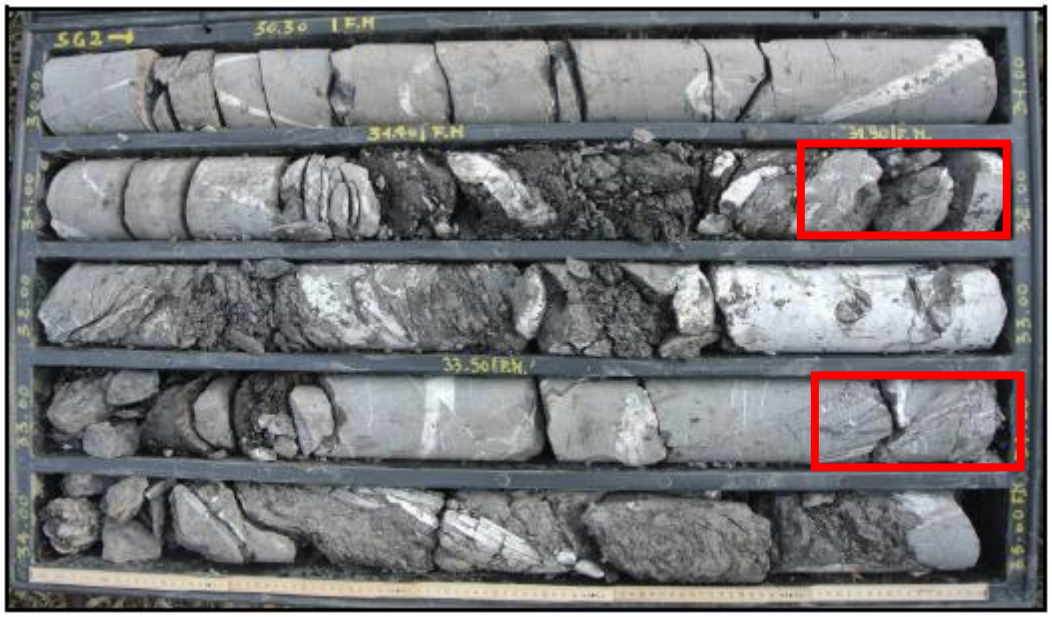
bierrevi®
Studio Tecnico Associato

Via S. Siro n. 12/2 - 16124 Genova
Tel./Fax 010 2463472
e-mail: info@bierrevi.it -
vittorio.bonaria@bierrevi.it

Cantiere	Sondaggio	Strumentazione in foro
Via Mortero	*SG1*	*Tubazione 3" per DH*
Committente	Sondaggio a carotaggio	Inizio lavori: 16.11.2015
Comune di Santa M.	continuo diam. 116 mm	Fine lavori: 23.11.2015
Ditta esecutrice	Sonda	Profondità raggiunta
BORGHI DRILL SRL	*CMV MK600D*	*50,0 m da p.c.*

scala 1/100





SG2_C5 da -30,00 m a -35,00 m



SG2_C6 da -35,00 m a -40,00 m

campioni prelevati per analisi ambientali

ALLEGATO 3

Certificati delle analisi ambientali

SERVIZI INDUSTRIALI GENOVA
SIGE

Amministrazione, uffici, laboratori:
Via Castel Morrone, 15H-16161 Genova
Tel 010 7406583 Fax 010 7406584
E-mail segreteria@sige.ge.it
Sito web : http://www.sige.ge.it

Sede Legale:
Piazza della Vittoria 7/14 - 16121 GENOVA
C.C.I.A.A. Genova n. 289645
Trib. Reg. Soc. n. 43610 - Fascicolo 61795/425
Codice Fiscale e Partita I.V.A.: It 02687740106
Capitale sociale interamente versato Euro 90.000

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO

LAB N° 1179

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF e ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements

Rapporto di Prova n° 17LA00002 del 17/01/2017

Spett.
G.E.T. Geotechnical and Engineering Testing s.r.l.
Via Corsica 12
Genova (GE) 16128
Italia

Dati relativi al campione

Oggetto della prova: **terreni**
Descrizione:**Campione medio di terra e roccia proveniente da operazioni di scavo identificato SG32**
Data accettazione: **10/01/2017**
Data inizio analisi: **10/01/2017** Data fine analisi: **16/01/2017**
Note al ricevimento: **Comm. 17006**

Dati di campionamento

Data: **10/01/2017**
Campionamento a cura di: **cliente**
Luogo: **Tunnel S.Siro - Santa Margherita Ligure (GE)**

Parametro *Metodo*	U.M.	Risultato	Incertezza	LQ	Limiti
* residuo secco a 105°C *DM 13/09/1999 GU SO n° 248 21/10/1999 Met.II.2*	%	**100,0**		0.1	
arsenico *EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014*	mg/kg	**3,8**	±1,1	1.0	50
cadmio *EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014*	mg/kg	**0,227**	±0,073	0.2	15
cobalto *EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014*	mg/kg	**5,0**	±1,3	2.0	250
cromo totale *EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014*	mg/kg	**13,9**	±3,4	1	800
* cromo VI *EPA 3060A 1996 + EPA 7196A 1992*	mg/kg	**< 1**		1	15
* mercurio *EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014*	mg/kg	**< 0,1**		0.1	5
nichel *EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014*	mg/kg	**24**	±6	5.0	500
piombo *EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014*	mg/kg	**7,5**	±2,9	5.0	1000
rame *EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014*	mg/kg	**17,0**	±4,6	5.0	600

SERVIZI INDUSTRIALI GENOVA
SIGE

Amministrazione, uffici, laboratori:
Via Castel Morrone, 15H-16161 Genova
Tel 010 7406583 Fax 010 7406584
E-mail segreteria@sige.ge.it
Sito web : http://www.sige.ge.it

Sede Legale:
Piazza della Vittoria 7/14 - 16121 GENOVA
C.C.I.A.A. Genova n. 289645
Trib. Reg. Soc. n. 43610 - Fascicolo 61795/425
Codice Fiscale e Partita I.V.A.: It 02687740106
Capitale sociale interamente versato Euro 90.000

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO

LAB N° 1179

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF e ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements

Segue Rapporto di Prova n°**17LA00002** del **17/01/2017**

Parametro *Metodo*	U.M.	Risultato	Incertezza	LQ	Limiti
zinco *EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014*	mg/kg	**47**	±12	10.0	1500
benzene *EPA 5021A 2014 + EPA 8260C 2006*	mg/kg	**< 0,01**		0.01	2
etilbenzene *EPA 5021A 2014 + EPA 8260C 2006*	mg/kg	**< 0,01**		0.01	50
stirene *EPA 5021A 2014 + EPA 8260C 2006*	mg/kg	**< 0,01**		0.01	50
toluene *EPA 5021A 2014 + EPA 8260C 2006*	mg/kg	**< 0,01**		0.01	50
xilene *EPA 5021A 2014 + EPA 8260C 2006*	mg/kg	**< 0,01**		0.01	50
benzo(a)antracene [25] *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	**< 0,030**		0.030	10
benzo(a)pirene [26] *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	**< 0,022**		0.022	10
benzo(b)fluorantene [27] *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	**< 0,030**		0.030	10
benzo(k)fluorantene [28] *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	**< 0,03**		0.03	10
benzo(g,h,i)perilene [29] *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	**< 0,018**		0.018	10
crisene [30] *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	**< 0,030**		0.030	50
dibenzo(a,e)pirene [31] *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	**< 0,018**		0.018	10
dibenzo(a,l)pirene [32] *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	**< 0,018**		0.018	10
dibenzo(a,i)pirene [33] *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	**< 0,018**		0.018	10

SERVIZI INDUSTRIALI GENOVA
SIGE

Amministrazione, uffici, laboratori:
Via Castel Morrone, 15H-16161 Genova
Tel 010 7406583 Fax 010 7406584
E-mail segreteria@sige.ge.it
Sito web : http://www.sige.ge.it

Sede Legale:
Piazza della Vittoria 7/14 - 16121 GENOVA
C.C.I.A.A. Genova n. 289645
Trib. Reg. Soc. n. 43610 - Fascicolo 61795/425
Codice Fiscale e Partita I.V.A.: It 02687740106
Capitale sociale interamente versato Euro 90.000

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO

LAB N° 1179

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF e ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements

Rapporto di Prova n° **17LA00003 del 17/01/2017**

Spett.
G.E.T. Geotechnical and Engineering Testing s.r.l.
Via Corsica 12
Genova (GE) 16128
Italia

Dati relativi al campione

Oggetto della prova: **terreni**
Descrizione:**Campione medio di roccia proveniente da operazioni di scavo identificato SG34**
Data accettazione: **10/01/2017**
Data inizio analisi: **10/01/2017** Data fine analisi: **16/01/2017**
Note al ricevimento: **Comm. 17006**

Dati di campionamento

Data: **10/01/2017**
Campionamento a cura di: **cliente**
Luogo: **Tunnel S.Siro - Santa Margherita Ligure (GE)**

Parametro *Metodo*	U.M.	Risultato	Incertezza	LQ	Limiti
▪ residuo secco a 105°C *DM 13/09/1999 GU SO n° 248 21/10/1999 Met.II.2*	%	**100,0**		0.1	
arsenico *EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014*	mg/kg	**1,26**	±0,42	1.0	50
cadmio *EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014*	mg/kg	**0,232**	±0,074	0.2	15
cobalto *EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014*	mg/kg	**< 2,0**		2.0	250
cromo totale *EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014*	mg/kg	**10,1**	±2,5	1	800
▪ cromo VI *EPA 3060A 1996 + EPA 7196A 1992*	mg/kg	**< 1**		1	15
▪ mercurio *EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014*	mg/kg	**< 0,1**		0.1	5
nichel *EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014*	mg/kg	**6,1**	±1,7	5.0	500
piombo *EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014*	mg/kg	**< 5,0**		5.0	1000
rame *EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014*	mg/kg	**7,2**	±2,9	5.0	600

SERVIZI INDUSTRIALI GENOVA
SIGE

Amministrazione, uffici, laboratori:
Via Castel Morrone, 15H-16161 Genova
Tel 010 7406583 Fax 010 7406584
E-mail segreteria@sige.ge.it
Sito web : http://www.sige.ge.it

Sede Legale:
Piazza della Vittoria 7/14 - 16121 GENOVA
C.C.I.A.A. Genova n. 269645
Trib. Reg. Soc. n. 43610 - Fascicolo 61795/425
Codice Fiscale e Partita I.V.A.: It 02687740106
Capitale sociale interamente versato Euro 90.000

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO

LAB N° 1179

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF e ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements

Segue Rapporto di Prova n° 17LA00002/01 del 17/01/2017

*** eluato UNI 10802:2013 e UNI 12457-2:2004**

Parametro *Metodo*	U.M.	Risultato	Incertezza	LQ	Limiti
• nitrati *UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 10304-1:2009*	mg/l	**0,95**		0.05	50
• solfati *UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 10304-1:2009*	mg/l	**12,00**		0.05	250
• fluoruri *UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 10304-1:2009*	mg/l	**0,1**		0.1	1,5
• cianuri totali *UNI EN 12457-2:2004 + EPA 9014 1996*	µg/l	**< 30**		30	50
• cloruri *UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 10304-1:2009*	mg/l	**1,26**		0.05	100
• amianto *MPI Lab20*	mg/l	**< 1**		1	30

Conformità ai requisiti

In base al metodo di verifica e alle concentrazioni limite di riferimento, di cui all'Allegato 3 del D.M.5 febbraio 1998, come modificato dal D.M. 5 aprile 2006 n. 186, il materiale risulta idoneo al riutilizzo con le modalità indicate dal citato Decreto

Valori limite riferiti a: D.M. 5 febbraio 1998-allegato 3 e s.s. m.m. i.i.

(*) Prova NON accreditata ACCREDIA.
Se non già indicati nel Rapporto di Prova sono disponibili su richiesta i dati di incertezza di misura delle singole prove accreditate. L'incertezza estesa, espressa con la stessa unità di misura del risultato, è stata calcolata con un fattore di copertura K=2 con livello di confidenza del 95%. Eventuali consigli, opinioni e interpretazioni non sono oggetto dell' accreditamento ACCREDIA.

Nel caso di metodi che prevedano fasi di estrazione, preconcentrazione e/o purificazione, ove non espressamente indicato, il recupero ottenuto in fase di validazione è da intendersi compreso tra i valori 80%-120%.
Ove non espressamente indicato i risultati non sono stati rielaborati in funzione della percentuale di recupero.
LQ = Limite di quantificazione
UM = Unità di misura.

Fine del Rapporto di Prova n° 17LA00002

Il Responsabile del laboratorio
Dott.ssa Arianna Podestà
Chimico
Ordine dei Chimici della Liguria
Iscrizione n. 1166

SERVIZI INDUSTRIALI GENOVA
SIGE

Amministrazione, uffici, laboratori:
Via Castel Morrone, 15H-16161 Genova
Tel 010 7406583 Fax 010 7406584
E-mail segreteria@sige.ge.it
Sito web : http://www.sige.ge.it

Sede Legale:
Piazza della Vittoria 7/14 - 16121 GENOVA
C.C.I.A.A. Genova n. 289645
Trib. Reg. Soc. n. 43610 - Fascicolo 61795/425
Codice Fiscale e Partita I.V.A.: It 02687740106
Capitale sociale interamente versato Euro 90.000

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO

LAB N° 1179

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF e ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements

Segue Rapporto di Prova n° **17LA00002/01** del **17/01/2017**

*** eluato UNI 10802:2013 e UNI 12457-2:2004**

Parametro *Metodo*	U.M.	Risultato	Incertezza	LQ	Limiti
* pH *UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003*	unità pH	**9,40**		0.01	5,5÷12.0
* richiesta chimica di ossigeno (COD) *UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 5130 Man 29 2003*	mg/l O2	**< 5**		5	30
* arsenico *UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6010D 2014*	µg/l	**3**		1.0	50
* bario *UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6010D 2014*	mg/l	**0,01**		0.01	1
* berillio *UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6010D 2014*	µg/l	**< 1**		1	10
* cadmio *UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6010D 2014*	µg/l	**< 0,5**		0.5	5
* cromo totale *UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6010D 2014*	µg/l	**< 5**		5	50
* cobalto *UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6010D 2014*	µg/l	**< 5**		5	250
* piombo *UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6010D 2014*	µg/l	**< 1,5**		1.5	50
* rame *UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6010D 2014*	mg/l	**< 0,005**		0.005	0,05
* selenio *UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6010D 2014*	µg/l	**< 0,5**		0.5	10
* mercurio *UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6010D 2014*	µg/l	**< 0,1**		0.1	1
* nichel *UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6010D 2014*	µg/l	**< 1**		1	10
* vanadio *UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6010D 2014*	µg/l	**< 5**		5	250
* zinco *UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6010D 2014*	mg/l	**< 0,05**		0.05	3

SERVIZI INDUSTRIALI GENOVA
SIGE

Amministrazione, uffici, laboratori:
Via Castel Morrone, 15H-16161 Genova
Tel 010 7406583 Fax 010 7406584
E-mail segreteria@sige.ge.it
Sito web : http://www.sige.ge.it

Sede Legale:
Piazza della Vittoria 7/14 - 16121 GENOVA
C.C.I.A.A. Genova n. 289645
Trib. Reg. Soc. n. 43610 - Fascicolo 61795/425
Codice Fiscale e Partita I.V.A.: It 02687740106
Capitale sociale interamente versato Euro 90.000

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO

LAB N° 1179

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF e ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements

Segue Rapporto di Prova n° **17LA00002** del **17/01/2017**

Parametro *Metodo*	U.M.	Risultato	Incertezza	LQ	Limiti
dibenzo(a,h)pirene [34] *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	< **0,018**		0.018	10
dibenzo(a,h)antracene *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	< **0,018**		0.018	10
indeno(1,2,3-c,d)pirene *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	< **0,018**		0.018	5
pirene *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	< **0,028**		0.028	50
* idrocarburi aromatici leggeri (BTEXS) *EPA 5021A 2014 + EPA 8260C 2006*	mg/kg	< **0,1**		0.1	
* sommatoria idrocarburi policiclici *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	< **0,1**		0.1	
* idrocarburi pesanti C>12 *ISO 16703:2004*	mg/kg	< **5**		5	750
* amianto *DM 13/09/1999 GU SO n° 248 21/10/1999 Met.II.1+DM 06/09/1994 GU SO n° 220 20/09/1994 All. 1a*	mg/kg	< **1000**		1000	1000

Trattandosi di materiale roccioso, lo stesso è stato frantumato in pezzi a granulometria inferiore a 2 cm e successivamente macinato e omogeneizzato. La frazione inferiore al 2 mm è stata sottoposta ad analisi. I risultati si riferiscono quindi alla totalità del materiale.

Valori limite riferiti a: D. Lgs. 03/04/06 n° 152 parte 4° - all.5 - tab. 1/B

SERVIZI INDUSTRIALI GENOVA
SIGE

Amministrazione, uffici, laboratori:
Via Castel Morrone, 15H-16161 Genova
Tel 010 7406583 Fax 010 7406584
E-mail segreteria@sige.ge.it
Sito web : http://www.sige.ge.it

Sede Legale:
Piazza della Vittoria 7/14 - 16121 GENOVA
C.C.I.A.A. Genova n. 289645
Trib. Reg. Soc. n. 43610 - Fascicolo 61795/425
Codice Fiscale e Partita I.V.A.: It 02687740106
Capitale sociale interamente versato Euro 90.000

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO

LAB N° 1179

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF e ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements

Segue Rapporto di Prova n° **17LA00004/01** del **17/01/2017**

*** eluato UNI 10802:2013 e UNI 12457-2:2004**

Parametro *Metodo*	U.M.	Risultato	Incertezza	LQ	Limiti
* solfati *UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 10304-1:2009*	mg/l	**2,93**		0.05	250
* fluoruri *UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 10304-1:2009*	mg/l	**< 0,1**		0.1	1,5
* cianuri totali *UNI EN 12457-2:2004 + EPA 9014 1996*	µg/l	**< 30**		30	50
* cloruri *UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 10304-1:2009*	mg/l	**< 0,05**		0.05	100
* amianto *MPI Lab20*	mg/l	**< 1**		1	30

Conformità ai requisiti

In base al metodo di verifica e alle concentrazioni limite di riferimento, di cui all'Allegato 3 del D.M.5 febbraio 1998, come modificato dal D.M. 5 aprile 2006 n. 186, il materiale risulta idoneo al riutilizzo con le modalità indicate dal citato Decreto

Valori limite riferiti a: D.M. 5 febbraio 1998-allegato 3 e s.s. m.m. i.i.

(*) Prova NON accreditata ACCREDIA.
Se non già indicati nel Rapporto di Prova sono disponibili su richiesta i dati di incertezza di misura delle singole prove accreditate. L'incertezza estesa, espressa con la stessa unità di misura del risultato, è stata calcolata con un fattore di copertura K=2 con livello di confidenza del 95%. Eventuali consigli, opinioni e interpretazioni non sono oggetto dell' accreditamento ACCREDIA.

Nel caso di metodi che prevedano fasi di estrazione, preconcentrazione e/o purificazione, ove non espressamente indicato, il recupero ottenuto in fase di validazione è da intendersi compreso tra i valori 80%-120%.
Ove non espressamente indicato i risultati non sono stati rielaborati in funzione della percentuale di recupero.
LQ = Limite di quantificazione
UM = Unità di misura.

Fine del Rapporto di Prova n° **17LA00004**

Il Responsabile del laboratorio
Dott.ssa Arianna Podestà
Chimico
Ordine dei Chimici della Liguria
Iscrizione n. 1166

SERVIZI INDUSTRIALI GENOVA
SIGE

Amministrazione, uffici, laboratori:
Via Castel Morrone, 15H-16161 Genova
Tel 010 7406583 Fax 010 7406584
E-mail segreteria@sige.ge.it
Sito web : http://www.sige.ge.it

Sede Legale:
Piazza della Vittoria 7/14 - 16121 GENOVA
C.C.I.A.A. Genova n. 289645
Trib. Reg. Soc. n. 43610 - Fascicolo 61795/425
Codice Fiscale e Partita I.V.A.: It 02687740106
Capitale sociale interamente versato Euro 90.000

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO

LAB N° 1179

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF e ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements

Segue Rapporto di Prova n° 17LA00004/01 del 17/01/2017

*** eluato UNI 10802:2013 e UNI 12457-2:2004**

Parametro *Metodo*	U.M.	Risultato	Incertezza	LQ	Limiti
* pH *UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003*	unità pH	**9,70**		0.01	5,5÷12.0
* richiesta chimica di ossigeno (COD) *UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 5130 Man 29 2003*	mg/l O2	**< 5**		5	30
* arsenico *UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6010D 2014*	µg/l	**3**		1.0	50
* bario *UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6010D 2014*	mg/l	**< 0,01**		0.01	1
* berillio *UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6010D 2014*	µg/l	**< 1**		1	10
* cadmio *UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6010D 2014*	µg/l	**< 0,5**		0.5	5
* cromo totale *UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6010D 2014*	µg/l	**< 5**		5	50
* cobalto *UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6010D 2014*	µg/l	**< 5**		5	250
* piombo *UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6010D 2014*	µg/l	**< 1,5**		1.5	50
* rame *UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6010D 2014*	mg/l	**< 0,005**		0.005	0,05
* selenio *UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6010D 2014*	µg/l	**3**		0.5	10
* mercurio *UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6010D 2014*	µg/l	**< 0,1**		0.1	1
* nichel *UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6010D 2014*	µg/l	**< 1**		1	10
* vanadio *UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6010D 2014*	µg/l	**< 5**		5	250
* zinco *UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6010D 2014*	mg/l	**< 0,05**		0.05	3
* nitrati *UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 10304-1:2009*	mg/l	**< 0,05**		0.05	50

SERVIZI INDUSTRIALI GENOVA
SIGE

Amministrazione, uffici, laboratori:
Via Castel Morrone, 15H-16161 Genova
Tel 010 7406583 Fax 010 7406584
E-mail segreteria@sige.ge.it
Sito web : http://www.sige.ge.it

Sede Legale:
Piazza della Vittoria 7/14 - 16121 GENOVA
C.C.I.A.A. Genova n. 289645
Trib. Reg. Soc. n. 43610 - Fascicolo 61795/425
Codice Fiscale e Partita I.V.A.: It 02687740106
Capitale sociale interamente versato Euro 90.000

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO

LAB N° 1179

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento
EA, IAF e ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC
Mutual Recognition Agreements

Segue Rapporto di Prova n° **17LA00004** del **17/01/2017**

Parametro *Metodo*	U.M.	Risultato	Incertezza	LQ	Limiti
dibenzo(a,l)pirene [32] *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	< **0,018**		0.018	
indeno(1,2,3-c,d)pirene *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	< **0,018**		0.018	
▪ sommatoria idrocarburi policiclici aromatici *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	< **0,1**		0.1	
▪ idrocarburi pesanti C>12 *ISO 16703:2004*	mg/kg	< **5**		5	
▪ amianto *DM 13/09/1999 GU SO n° 248 21/10/1999 Met.II.1+DM 06/09/1994 GU SO n° 220 20/09/1994 All. 1a*	mg/kg	< **1000**		1000	

Trattandosi di materiale roccioso, lo stesso è stato frantumato in pezzi a granulometria inferiore a 2 cm e successivamente macinato e omogeneizzato. La frazione inferiore al 2 mm è stata sottoposta ad analisi. I risultati si riferiscono quindi alla totalità del materiale.

SERVIZI INDUSTRIALI GENOVA
SIGE

Amministrazione, uffici, laboratori:
Via Castel Morrone, 15H-16161 Genova
Tel 010 7406583 Fax 010 7406584
E-mail segreteria@sige.ge.it
Sito web : http://www.sige.ge.it

Sede Legale:
Piazza della Vittoria 7/14 - 16121 GENOVA
C.C.I.A.A. Genova n. 289645
Trib. Reg. Soc. n. 43610 - Fascicolo 61795/425
Codice Fiscale e Partita I.V.A.: it 02687740106
Capitale sociale interamente versato Euro 90.000

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO

LAB N° 1179

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF e ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements

Segue Rapporto di Prova n° **17LA00004** del **17/01/2017**

Parametro *Metodo*	U.M.	Risultato	Incertezza	LQ	Limiti
benzene *EPA 5021A 2014 + EPA 8260C 2006*	mg/kg	< 0,01		0.01	
etilbenzene *EPA 5021A 2014 + EPA 8260C 2006*	mg/kg	< 0,01		0.01	
stirene *EPA 5021A 2014 + EPA 8260C 2006*	mg/kg	< 0,01		0.01	
toluene *EPA 5021A 2014 + EPA 8260C 2006*	mg/kg	< 0,01		0.01	
xilene *EPA 5021A 2014 + EPA 8260C 2006*	mg/kg	< 0,01		0.01	
x idrocarburi aromatici leggeri (BTEXS) *EPA 5021A 2014 + EPA 8260C 2006*	mg/kg	< 0,1		0.1	
crisene [30] *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	< 0,030		0.030	
pirene *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	< 0,028		0.028	
benzo(a)antracene [25] *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	< 0,030		0.030	
benzo(a)pirene [26] *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	< 0,022		0.022	
benzo(b)fluorantene [27] *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	< 0,030		0.030	
benzo(g,h,i)perilene [29] *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	< 0,018		0.018	
benzo(k)fluorantene [28] *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	< 0,03		0.03	
dibenzo(a,e)pirene [31] *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	< 0,018		0.018	
dibenzo(a,h)antracene *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	< 0,018		0.018	
dibenzo(a,h)pirene [34] *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	< 0,018		0.018	
dibenzo(a,i)pirene [33] *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	< 0,018		0.018	

SERVIZI INDUSTRIALI GENOVA
SIGE

Amministrazione, uffici, laboratori:
Via Castel Morrone, 15H-16161 Genova
Tel 010 7406583 Fax 010 7406584
E-mail segreteria@sige.ge.it
Sito web : http://www.sige.ge.it

Sede Legale:
Piazza della Vittoria 7/14 - 16121 GENOVA
C.C.I.A.A. Genova n. 289645
Trib. Reg. Soc. n. 43610 - Fascicolo 61795/425
Codice Fiscale e Partita I.V.A.: It 02687740106
Capitale sociale interamente versato Euro 90.000

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO

LAB N° 1179

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF e ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements

Rapporto di Prova n° 17LA00004 del 17/01/2017

Spett.
G.E.T. Geotechnical and Engineering Testing s.r.l.
Via Corsica 12
Genova (GE) 16128
Italia

Dati relativi al campione

Oggetto della prova: **terreni**
Descrizione:**Campione medio di terra e roccia proveniente da operazioni di scavo identificato SG37**
Data accettazione: **10/01/2017**
Data inizio analisi: **10/01/2017** Data fine analisi: **16/01/2017**
Note al ricevimento: **Comm. 17006**

Dati di campionamento

Data: **10/01/2017**
Campionamento a cura di: **cliente**
Luogo: **Tunnel S.Siro - Santa Margherita Ligure (GE)**

Parametro *Metodo*	U.M.	Risultato	Incertezza	LQ	Limiti
• residuo secco a 105°C *DM 13/09/1999 GU SO n° 248 21/10/1999 Met.II.2*	%	**100,0**		0.1	
arsenico *EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014*	mg/kg	**1,96**	±0,58	1.0	
cromo totale *EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014*	mg/kg	**5,8**	±1,4	1	
cadmio *EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014*	mg/kg	**< 0,2**		0.2	
cobalto *EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014*	mg/kg	**< 2,0**		2.0	
• cromo VI *EPA 3060A 1996 + EPA 7196A 1992*	mg/kg	**< 1**		1	
• mercurio *EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014*	mg/kg	**< 0,1**		0.1	
nichel *EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014*	mg/kg	**11,5**	±2,9	5.0	
piombo *EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014*	mg/kg	**< 5,0**		5.0	
rame *EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014*	mg/kg	**10,4**	±3,4	5.0	
zinco *EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014*	mg/kg	**16,0**	±5,5	10.0	

SERVIZI INDUSTRIALI GENOVA
SIGE

Amministrazione, uffici, laboratori:
Via Castel Morrone, 15H-16161 Genova
Tel 010 7406583 Fax 010 7406584
E-mail segreteria@sige.ge.it
Sito web : http://www.sige.ge.it

Sede Legale:
Piazza della Vittoria 7/14 - 16121 GENOVA
C.C.I.A.A. Genova n. 289645
Trib. Reg. Soc. n. 43610 - Fascicolo 61795/425
Codice Fiscale e Partita I.V.A.: it 02687740106
Capitale sociale interamente versato Euro 90.000

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO

LAB N° 1179

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF e ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements

Segue Rapporto di Prova n° **17LA00003/01** del **17/01/2017**

*** eluato UNI 10802:2013 e UNI 12457-2:2004**

Parametro *Metodo*	U.M.	Risultato	Incertezza	LQ	Limiti
• nitrati *UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 10304-1:2009*	mg/l	**< 0,05**		0.05	50
• solfati *UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 10304-1:2009*	mg/l	**0,98**		0.05	250
• fluoruri *UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 10304-1:2009*	mg/l	**< 0,1**		0.1	1,5
• cianuri totali *UNI EN 12457-2:2004 + EPA 9014 1996*	µg/l	**< 30**		30	50
• cloruri *UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 10304-1:2009*	mg/l	**0,21**		0.05	100
• amianto *MPI Lab20*	mg/l	**< 1**		1	30

Conformità ai requisiti

In base al metodo di verifica e alle concentrazioni limite di riferimento, di cui all'Allegato 3 del D.M.5 febbraio 1998, come modificato dal D.M. 5 aprile 2006 n. 186, il materiale risulta idoneo al riutilizzo con le modalità indicate dal citato Decreto

Valori limite riferiti a: D.M. 5 febbraio 1998-allegato 3 e s.s. m.m. i.i.

(*) Prova NON accreditata ACCREDIA.
Se non già indicati nel Rapporto di Prova sono disponibili su richiesta i dati di incertezza di misura delle singole prove accreditate. L'incertezza estesa, espressa con la stessa unità di misura del risultato, è stata calcolata con un fattore di copertura K=2 con livello di confidenza del 95%. Eventuali consigli, opinioni e interpretazioni non sono oggetto dell' accreditamento ACCREDIA.

Nel caso di metodi che prevedano fasi di estrazione, preconcentrazione e/o purificazione, ove non espressamente indicato, il recupero ottenuto in fase di validazione è da intendersi compreso tra i valori 80%-120%.
Ove non espressamente indicato i risultati non sono stati rielaborati in funzione della percentuale di recupero.

LQ = Limite di quantificazione
UM = Unità di misura.

Fine del Rapporto di Prova n° **17LA00003**

Il Responsabile del laboratorio
Dott.ssa Arianna Podestà

Chimico
Ordine dei Chimici della Liguria
Iscrizione n. 1166

SERVIZI INDUSTRIALI GENOVA
SIGE

Amministrazione, uffici, laboratori:
Via Castel Morrone, 15H-16161 Genova
Tel 010 7406583 Fax 010 7406584
E-mail segreteria@sige.ge.it
Sito web : http://www.sige.ge.it

Sede Legale:
Piazza della Vittoria 7/14 - 16121 GENOVA
C.C.I.A.A. Genova n. 289645
Trib. Reg. Soc. n. 43610 - Fascicolo 61795/425
Codice Fiscale e Partita I.V.A.: It 02687740106
Capitale sociale interamente versato Euro 90.000

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO

LAB N° 1179

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF e ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements

Segue Rapporto di Prova n° **17LA00003/01** del **17/01/2017**

*** eluato UNI 10802:2013 e UNI 12457-2:2004**

Parametro *Metodo*	U.M.	Risultato	Incertezza	LQ	Limiti
• pH *UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003*	unità pH	**9,80**		0.01	5,5÷12.0
• richiesta chimica di ossigeno (COD) *UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 5130 Man 29 2003*	mg/l O2	**< 5**		5	30
• arsenico *UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6010D 2014*	µg/l	**3**		1.0	50
• bario *UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6010D 2014*	mg/l	**< 0,01**		0.01	1
• berillio *UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6010D 2014*	µg/l	**< 1**		1	10
• cadmio *UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6010D 2014*	µg/l	**< 0,5**		0.5	5
• cromo totale *UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6010D 2014*	µg/l	**< 5**		5	50
• cobalto *UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6010D 2014*	µg/l	**< 5**		5	250
• piombo *UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6010D 2014*	µg/l	**< 1,5**		1.5	50
• rame *UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6010D 2014*	mg/l	**< 0,005**		0.005	0,05
• selenio *UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6010D 2014*	µg/l	**6**		0.5	10
• mercurio *UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6010D 2014*	µg/l	**< 0,1**		0.1	1
• nichel *UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6010D 2014*	µg/l	**< 1**		1	10
• vanadio *UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6010D 2014*	µg/l	**< 5**		5	250
• zinco *UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6010D 2014*	mg/l	**< 0,05**		0.05	3

SERVIZI INDUSTRIALI GENOVA
SIGE

Amministrazione, uffici, laboratori:
Via Castel Morrone, 15H-16161 Genova
Tel 010 7406583 Fax 010 7406584
E-mail segreteria@sige.ge.it
Sito web : http://www.sige.ge.it

Sede Legale:
Piazza della Vittoria 7/14 - 16121 GENOVA
C.C.I.A.A. Genova n. 289645
Trib. Reg. Soc. n. 43610 - Fascicolo 61795/425
Codice Fiscale e Partita I.V.A.: it 02687740106
Capitale sociale interamente versato Euro 90.000

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO

LAB N° 1179

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF e ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements

Segue Rapporto di Prova n° 17LA00003 del 17/01/2017

Parametro *Metodo*	U.M.	Risultato	Incertezza	LQ	Limiti
dibenzo(a,h)pirene [34] *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	< 0,018		0.018	10
dibenzo(a,h)antracene *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	< 0,018		0.018	10
indeno(1,2,3-c,d)pirene *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	< 0,018		0.018	5
pirene *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	< 0,028		0.028	50
• idrocarburi aromatici leggeri (BTEXS) *EPA 5021A 2014 + EPA 8260C 2006*	mg/kg	< 0,1		0.1	
• sommatoria idrocarburi policiclici *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	< 0,1		0.1	
• idrocarburi pesanti C>12 *ISO 16703:2004*	mg/kg	5		5	750
• amianto *DM 13/09/1999 GU SO n° 248 21/10/1999 Met.II.1+DM 06/09/1994 GU SO n° 220 20/09/1994 All. 1a*	mg/kg	< 1000		1000	1000

Trattandosi di materiale roccioso, lo stesso è stato frantumato in pezzi a granulometria inferiore a 2 cm e successivamente macinato e omogeneizzato. La frazione inferiore al 2 mm è stata sottoposta ad analisi. I risultati si riferiscono quindi alla totalità del materiale.

Valori limite riferiti a: D. Lgs. 03/04/06 n° 152 parte 4° - all.5 - tab. 1/B

SERVIZI INDUSTRIALI GENOVA
SIGE

Amministrazione, uffici, laboratori:
Via Castel Morrone, 15H-16161 Genova
Tel 010 7406583 Fax 010 7406584
E-mail segreteria@sige.ge.it
Sito web : http://www.sige.ge.it

Sede Legale:
Piazza della Vittoria 7/14 - 16121 GENOVA
C.C.I.A.A. Genova n. 289645
Trib. Reg. Soc. n. 43610 - Fascicolo 61795/425
Codice Fiscale e Partita I.V.A.: It 02687740106
Capitale sociale interamente versato Euro 90.000

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO

LAB N° 1179

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF e ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements

Segue Rapporto di Prova n° 17LA00003 del 17/01/2017

Parametro *Metodo*	U.M.	Risultato	Incertezza	LQ	Limiti
zinco *EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014*	mg/kg	15,0	±5,3	10.0	1500
benzene *EPA 5021A 2014 + EPA 8260C 2006*	mg/kg	< 0,01		0.01	2
etilbenzene *EPA 5021A 2014 + EPA 8260C 2006*	mg/kg	< 0,01		0.01	50
stirene *EPA 5021A 2014 + EPA 8260C 2006*	mg/kg	< 0,01		0.01	50
toluene *EPA 5021A 2014 + EPA 8260C 2006*	mg/kg	< 0,01		0.01	50
xilene *EPA 5021A 2014 + EPA 8260C 2006*	mg/kg	< 0,01		0.01	50
benzo(a)antracene [25] *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	< 0,030		0.030	10
benzo(a)pirene [26] *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	< 0,022		0.022	10
benzo(b)fluorantene [27] *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	< 0,030		0.030	10
benzo(k)fluorantene [28] *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	< 0,03		0.03	10
benzo(g,h,i)perilene [29] *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	< 0,018		0.018	10
crisene [30] *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	< 0,030		0.030	50
dibenzo(a,e)pirene [31] *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	< 0,018		0.018	10
dibenzo(a,l)pirene [32] *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	< 0,018		0.018	10
dibenzo(a,i)pirene [33] *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	< 0,018		0.018	10

ALLEGATO 4

Caratterizzazione Chimica e Distribuzione granulometrica Smarino da Scavo Scolmatore Fereggiano

(dati forniti da Comune di Genova, settore Opere Idrauliche e Sanitarie)

A) Caratterizzazione Chimica dei materiali da scavo

B) Distribuzione granulometrica sui materli da scavo

A) Caratterizzazione Chimica dei materiali da scavo

Le analisi sono effettuate a cadenza regolare di base ogni 500 metri di avanzamento dello scavo in galleria, ma intensificate se emergono modifiche a vista sulla qualità della roccia.

Sui campioni prelevati dal cumulo di smarino è stata eseguita la caratterizzazione analitica, sia finalizzata al ripascimento degli arenili, sia alla compatibilità per il riutilizzo presso la piattaforma MAERSK di Vado Ligure, (considerato come uno dei possibili siti di riutilizzo).

E' stata effettuata anche la verifica delle CSC di cui alla colonna A, tabella 1, allegato 5 alla parte IV del decreto legislativo n. 152 del 2006 e smi, per Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale, nonchè la verifica del Test di cessione ai sensi dell'allegato III del D.M. 05/02/98 (sostituito dall'art. 1, lettera m, DM 186/06).

In allegato gli esiti di alcuni dei rapporti di prova relativi per esempio ad un campionamento di maggio 2016, giugno 2016 e gennaio 2017

1. Analisi chimiche Maggio 2016

Eurochem
analisys research & development

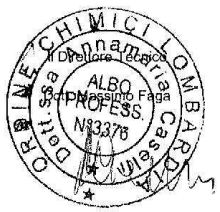
ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO
LAB N° 0199

EUROCHEM ITALIA SRL
LABORATORIO CHIMICO E BIOLOGICO
Via Borzoli 79C/R
16153 Genova (GE)
C.F. P.I 01818080994
Tel. 010 6591262
Fax 010 8932752

Spett.le Studio Tecnico Associato dei Dott. Chimici Massimo Faga
e Michele Riccobene
Via Borzoli 79C R
16153 Genova (GE)

Rapporto di prova n. 160633-02 rev2

Data Rapporto di Prova:	11/05/2016
Accettazione:	160633-02 rev2
Data accettazione:	08/03/2016
Denominazione:	Sottoprodotto - terreno
Tipologia di campione:	Materiale
Analisi su richiesta di:	Studio Tecnico Associato dei Dott. Chimici Massimo Faga
Luogo prelievo:	Cantiere Scolmatore Ferreggiano
Campionamento:	A cura del Dott. Michele Riccobene
Data prelievo:	04/03/2016
Data inizio prova:	08/03/2016
Data fine prova:	06/05/2016



Eurochem
analisys research & development

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO
LAB N° 0199

EUROCHEM ITALIA SRL
LABORATORIO CHIMICO E BIOLOGICO
Via Borzoli 79C/R
16153 Genova (GE)
C.F. P.I 01818080994
Tel. 010 6591262
Fax 010 8932752

Rapporto di prova n. 160633-02 rev2

Parametro	Metodo	Valore	Incertezza	Limiti	U.M.	
Setacciatura a 2mm (scheletro)	DM 13/09/1999 SO GU n° 248 21/10/1999 Met II.1	81			%	
colore	Metodo interno	marrone				(*)
Antracene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	<4,7		54	µg/kg s.s.	(*)
acenaftene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	<10			µg/kg s.s.	(*)
Acenaftilene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	<10			µg/kg s.s.	(*)
Fenantrene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	13	± 3	90	µg/kg s.s.	(*)
Fluorantene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	<11,3		130	µg/kg s.s.	(*)
Benzo(a)antracene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	<7,5		80	µg/kg s.s.	
Crisene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	<10,8		110	µg/kg s.s.	
Benzo(b)fluorantene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	<8,9		48	µg/kg s.s.	
Benzo(k)fluorantene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	<2		24	µg/kg s.s.	
Benzo(a)pirene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	<8,9		40	µg/kg s.s.	
Dibenzo(a,h)antracene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	<10		70	µg/kg s.s.	
Pirene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	<10		160	µg/kg s.s.	
Benzo(g,h,i)perilene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	<8		66	µg/kg s.s.	
Indenopirene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	<10		84	µg/kg s.s.	
Fluorene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	<10			µg/kg s.s.	(*)
Naftalene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	4,6	± 0,9		µg/kg s.s.	(*)
Pesticidi e fitofarmaci						
Aldrin	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	<0,25		0.3	µg/kg s.s.	(*)
HCH alfa	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	<0,25		0.3	µg/kg s.s.	(*)
HCH beta	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	<0,25		0.3	µg/kg s.s.	(*)
HCH gamma	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	<0,25		0.3	µg/kg s.s.	(*)
DDT	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	<0,5		1.2	µg/kg s.s.	(*)
DDD	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	<0,5		1.0	µg/kg s.s.	(*)
DDE	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	<0,5		2.1	µg/kg s.s.	(*)
Dieldrin	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	<0,25		0.3	µg/kg s.s.	(*)
Esaclorobenzene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	<0,25		0.5	µg/kg s.s.	(*)
Endrin	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	<0,5		2.7	µg/kg s.s.	(*)
PCB totali	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	7,2	± 1,4	10	µg/kg s.s.	(*)
idrocarburi pesanti C>12	UNI EN ISO16703:2011	16000	± 3200	60000	µg/kg s.s.	
amianto	MOCF	assente				(*)

ORDINE CHIMICI LOMBARDIA
Dott.ssa Annamaria Cardillo
ALBO PROFESS. N°337

(*)
(*)

Eurochem
analisys research & development

LAB N° 0199

EUROCHEM ITALIA SRL
LABORATORIO CHIMICO E BIOLOGICO
Via Borzoli 79C/R
16153 Genova (GE)
C.F. P.I 01818080994
Tel. 010 6591262
Fax 010 8932752

Rapporto di prova n. 160633-02 rev2

Parametro	Metodo	Valore	Incertezza	Limiti	U.M.	
mercurio	EPA 3050B 1996 + EPA 6010D 2014	<0,3		0.3	mg/kg s.s.	(*)
cadmio	EPA 3050B 1996 + EPA 6010D 2014	<0,3		0.3	mg/kg s.s.	
piombo	EPA 3050B 1996 + EPA 6010D 2014	<10		110	mg/kg s.s.	
Arsenico	EPA 3050B 1996 + EPA 6010D 2014	<1		12	mg/kg s.s.	
Cromo totale	EPA 3050B 1996 + EPA 6010D 2014	<10		770	mg/kg s.s.	
rame	EPA 3050B 1996 + EPA 6010D 2014	8,0	± 1,6	112	mg/kg s.s.	
Nichel	EPA 3050B 1996 + EPA 6010D 2014	6,9	± 1,4	999	mg/kg s.s.	
zinco	EPA 3050B 1996 + EPA 6010D 2014	14	± 3	162	mg/kg s.s.	
coliformi totali	metodo interno	0			MPN/ g s.s.	(*)
coliformi fecali	metodo interno	0			MPN/ g s.s.	(*)
streptococchi fecali	metodo interno	0			MPN/ g s.s.	(*)
salmonelle	metodo interno	assente			MPN/ g s.s.	(*)
spore clostridi solfito riduttori	metodo interno	0			MPN/ g s.s.	(*)
lifomiceti	metodo interno	0,4			MPN/ g s.s.	(*)
tributilstagno	metodo interno	<5		6	µg/kg s.s.	(*)
granulometria:						
passanti al setaccio 40mm	UNI EN 933-1:2012	49			%	(*)
passanti al setaccio 20mm	UNI EN 933-1:2012	36			%	(*)
passanti al setaccio 10mm	UNI EN 933-1:2012	34			%	(*)
passanti al setaccio 4mm	UNI EN 933-1:2012	12			%	(*)
passanti al setaccio 2mm	UNI EN 933-1:2012	7,0			%	(*)
passanti al setaccio 1mm	UNI EN 933-1:2012	3,7			%	(*)
passanti al setaccio 0.5mm	UNI EN 933-1:2012	2,0			%	(*)
passanti al setaccio 0.063mm	UNI EN 933-1:2012	<1			%	(*)
Rapporto tra il Passante al setaccio da 0,5 mm ed il Passante al setaccio da 0,063 mm	UNI EN 933-1:2012	30			%	(*)

ORDINE CHIMICI LOMBARDIA Dott.ssa Annamaria Casella ALBO PROFESS. N°3376

Eurochem
analisys research & development

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO
LAB N° 0199

EUROCHEM ITALIA SRL
LABORATORIO CHIMICO E BIOLOGICO
Via Borzoli 79C/R
16153 Genova (GE)
C.F. P.I 01818080994
Tel. 010 6591262
Fax 010 8932752

Rapporto di prova n. 160633-02 rev2

Parametro	Metodo	Valore	Incertezza	Limiti	U.M.
Arsenico	EPA 3050B 1996 + EPA 6010D 2014	<5		35-50	mg/kg
cadmio	EPA 3050B 1996 + EPA 6010D 2014	<1		2-15	mg/kg
Cromo totale	EPA 3050B 1996 + EPA 6010D 2014	<15		150-800	mg/kg
mercurio	EPA 3050B 1996 + EPA 6010D 2014	<1		1-5	mg/kg
Nichel	EPA 3050B 1996 + EPA 6010D 2014	<10		153-500	mg/kg
piombo	EPA 3050B 1996 + EPA 6010D 2014	<10		100-1000	mg/kg
rame	EPA 3050B 1996 + EPA 6010D 2014	<10		120-600	mg/kg
Stagno	EPA 3050B 1996 + EPA 6010D 2014	<1		1-350	mg/kg
zinco	EPA 3050B 1996 + EPA 6010D 2014	13	± 3	212-1500	mg/kg
Benzo(a)antracene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	<0,01		0.5-10	mg/kg
Benzo(a)pirene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	<0,01		0.1-10	mg/kg
Benzo(b)fluorantene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	<0,01		0.5-10	mg/kg
Benzo(k)fluorantene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	<0,01		0.5-10	mg/kg
Benzo(g,h,i)perilene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	<0,01		0.1-10	mg/kg
Indenopirene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	<0,01		0.1-5	mg/kg
Pirene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	<0,01		5-50	mg/kg
Dibenzo(a,i)pirene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	<0,01		0.1-10	mg/kg
Dibenzo(a,h)antracene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	<0,01		0.1-10	mg/kg
Crisene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	<0,01		5-50	mg/kg
idrocarburi pesanti C>12	UNI EN ISO16703:2011	16	± 3	50-750	mg/kg

ORDINE CHIMICI LOMBARDIA
Dott.ssa Annamaria Cassani
ALBO PROFESS N°3378

Eurochem
analysis research & development

LAB N° 0199

EUROCHEM ITALIA SRL
LABORATORIO CHIMICO E BIOLOGICO
Via Borzoli 79C/R
16153 Genova (GE)
C.F. P.I 01818080994
Tel. 010 6591262

Rapporto di prova n. 160633-02 rev2

Parametro	Metodo	Valore	Incertezza	Limiti	U.M.	
Test di Cessione in Acqua Deionizzata						
Frazione minore di 4 mm		>95			%	
Massa porzione di prova		97,43			g	
Volume agente lisciviante		0,893			l	
pH	ISO 10523:2008	9,41		5,5<>12		
Conducibilità	EN 27888:1995	207			µS/cm	
Temperatura	APAT CNR IRSA 2100 Man 29 2003	19,2			°C	
COD	UNI 10802:2013 (par. 14) + UNI EN 12457-2:20	15	± 3	30	mg/l O2	
Cianuri	ISO 6703/2:1984	<25		50	µg/l	(*)
Arsenico	UNI 10802:2013 (par. 14) + UNI EN 12457-2:20	<5		50	µg/l	
Bario	UNI 10802:2013 (par. 14) + UNI EN 12457-2:20	<0,1		1	mg/l	
Berillio	UNI 10802:2013 (par. 14) + UNI EN 12457-2:20	<5		10	µg/l	
Cadmio	UNI 10802:2013 (par. 14) + UNI EN 12457-2:20	<5		5	µg/l	
Cobalto	UNI 10802:2013 (par. 14) + UNI EN 12457-2:20	<25		250	µg/l	
Cromo totale	UNI 10802:2013 (par. 14) + UNI EN 12457-2:20	<5		50	µg/l	
Rame	UNI 10802:2013 (par. 14) + UNI EN 12457-2:20	<0,01		0.05	mg/l	
Mercurio	UNI 10802:2013 (par. 14) + UNI EN 12457-2:20	<1		1	µg/l	
Nichel	UNI 10802:2013 (par. 14) + UNI EN 12457-2:20	<5		10	µg/l	
Piombo	UNI 10802:2013 (par. 14) + UNI EN 12457-2:20	<5		50	µg/l	
Selenio	UNI 10802:2013 (par. 14) + UNI EN 12457-2:20	<5		10	µg/l	
Vanadio	UNI 10802:2013 (par. 14) + UNI EN 12457-2:20	<25		250	µg/l	
Zinco	UNI 10802:2013 (par. 14) + UNI EN 12457-2:20	<0,3		3	mg/l	
Cloruri	UNI 10802:2013 (par. 14) + UNI EN 12457-2:20	9,3	± 1,9	100	mg/l	
Fluoruri	UNI 10802:2013 (par. 14) + UNI EN 12457-2:20	0,93	± 0,19	1.5	mg/l	
Solfati	UNI 10802:2013 (par. 14) + UNI EN 12457-2:20	38	± 8	250	mg/l	
Nitrati	UNI 10802:2013 (par. 14) + UNI EN 12457-2:20	5,0	± 1,0	50	mg/l	
TDS	APAT CNR IRSA 2090B Man 29 2003	133	± 27		mg/l	
Amianto	UNI 10802:2013 (par. 14) + UNI EN 12457-2:20	<10		30	mg/l	

ORDINE CHIMICI LOMBARDIA
Bertasso Annamaria Cassell
ALBO PROFESS. N°3876

Eurochem
analisys research & development

LAB N° 0199

EUROCHEM ITALIA SRL
LABORATORIO CHIMICO E BIOLOGICO
Via Borzoli 79C/R
16153 Genova (GE)
C.F. P.I 01818080994
Tel. Fax 010 6591262

Rapporto di prova n. 160633-02 rev2

Parametro	Metodo	Valore	Incertezza	Limiti	U.M.

I risultati sopra riportati si riferiscono al campione di cui agli estremi riportati a pag. 1 di questo Rapporto di Prova.
L'eventuale riproduzione del presente Rapporto di Prova deve essere effettuata per intero.
Il presente Rapporto di Prova è rilasciato in base all'Accreditamento n° 0199 concesso da ACCREDIA
Le Prove i cui risultati sono contrassegnati dal simbolo (*) non rientrano nell'Accreditamento ACCREDIA
L'incertezza di misura, ove indicata, è stata calcolata in riferimento alla guida DT-0002 REV 1 utilizzando un livello di probabilità pari al 95% con un fattore di copertura K=2. L'incertezza di misura relativa ai singoli parametri analizzati è calcolata sulla base di prove effettuate dal laboratorio ed in riferimento a quanto previsto nei singoli metodi normati riportati nel Rapporto di Prova allegato, applicando la Procedura Operativa interna al laboratorio PO012 e le note tecniche ad essa associate.
I limiti fanno riferimento a quanto riportato nel D.G.R. 1446/2009
I limiti sul tst di cessione fanno riferimento a quanto riportato nel D.M. 186/2006 All. 3
Pareri (Non soggetti ad accreditamento da parte di ACCREDIA)
In considerazione di quanto previsto dal DGR 1446/2009, il materiale è da ritenersi IDONEO
I parametri sul test di cessione sono **conformi** a quanto riporato nel D.M. 186/2006 All. 3

Il presente Rapporto di Prova annulla e sostituisce il Rapporto di Prova Precedente.
Rispetto allo stesso sono state applicate le seguenti modifiche: riquantificazione parametri e integrazione limiti di legge

Il Direttore Tecnico

Dott. Massimo Faga

ORDINE CHIMICI LOMBARDIA Dott.ssa Annamaria Bassi ALBO PROFESS. N°3378

2. Analisi chimiche Giugno 2016

Eurochem
analisys research & development

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO
LAB N° 0199

EUROCHEM ITALIA SRL
LABORATORIO CHIMICO E BIOLOGICO
Via Borzoli 79C/R
16153 Genova (GE)
C.F. P.I 01818080994
Tel. 010 6591262
Fax 010 8932752

Spettabile: **Studio Tecnico Associato dei Dott. Chimici Massimo Faga e Michele Riccobene**

Via Borzoli 79C R

16153 Genova (GE)

Rapporto di prova n.: **161851-03**

Data Rapporto di Prova:	27/06/2016
Accettazione:	161851-03
Data Accettazione:	15/06/2016
Denominazione:	Campione C3
Tipologia di Campione:	Materiale
Analisi su richiesta di:	**Studio Tecnico Associato dei Dott. Chimici Massimo Faga e Michele Riccobene**
Luogo prelievo:	Cantiere Ferreggiano - Genova
Campionamento:	A cura del Dott. Michele Riccobene
Data Prelievo:	14/06/2016
Data inizio prova:	15/06/2016
Data fine prova:	27/06/2016

ORDINE CHIMICI LOMBARDIA Dott.ssa Anna Maria Cattaneo
ALBO PROFESS. N°3378
Direttore Tecnico
Dott. Massimo Faga

Eurochem
analisys research & development

ACCREDIA
ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO
LAB N° 0199

EUROCHEM ITALIA SRL
LABORATORIO CHIMICO E BIOLOGICO
Via Borzoli 79C/R
16153 Genova (GE)
C.F. P.I 01818080994
Tel. 010 6591262
Fax 010 8932752

Rapporto di prova n. 161851-03

PARAMETRO	METODO	VALORE	INC	LIMITE	U.M.	
Setacciature a 2mm (scheletro)	DM 13/09/1999 SO GU n° 248 21/10/1999 Met II.1	82			%	
colore		grigio				(*)
Antracene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	<5.4		54	µg/kg s.s.	(*)
acenaftene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	<10			µg/kg s.s.	(*)
Acenaftilene	**EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007**	**<10**			**µg/kg s.s.**	(*)
Fenantrene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	<9		90	µg/kg s.s.	(*)
Fluorantene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	<13		130	µg/kg s.s.	(*)
Benzo(a)antracene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	<8		80	µg/kg s.s.	
Crisene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	<11		110	µg/kg s.s.	
Benzo(b)fluorantene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	<4.8		48	µg/kg s.s.	
Benzo(k)fluorantene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	<2.4		24	µg/kg s.s.	
Benzo(a)pirene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	<4		40	µg/kg s.s.	
Dibenzo(a,h)antracene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	<7		70	µg/kg s.s.	
Pirene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	<16		160	µg/kg s.s.	
Benzo(g,h,i)perilene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	<6,6		66	µg/kg s.s.	
Indenopirene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	<8,4		84	µg/kg s.s.	
Fluorene	**EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007**	**<10**			**µg/kg s.s.**	(*)
Naftalene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	<10			µg/kg s.s.	(*)
Pesticidi e fitofarmaci						
Aldrin	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	<0,03		0.3	µg/kg s.s.	(*)
HCH alfa	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	<0,03		0.3	µg/kg s.s.	(*)
HCH beta	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	<0,03		0.3	µg/kg s.s.	(*)
HCH gamma	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	<0,03		0.3	µg/kg s.s.	(*)
DDT	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	<0,12		1.2	µg/kg s.s.	(*)
DDD	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	<0,1		1.0	µg/kg s.s.	(*)
DDE	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	<0,21		2.1	µg/kg s.s.	(*)
Dieldrin	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	<0,03		0.3	µg/kg s.s.	(*)
Esaclorobenzene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	<0,05		0.5	µg/kg s.s.	(*)
Endrin	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	<0,27		2.7	µg/kg s.s.	(*)
PCB totali	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	<1		10	µg/kg s.s.	(*)
idrocarburi pesanti C>12	UNI EN ISO16703:2011	<6000		60000	µg/kg s.s.	
amianto	MOCF	assente				(*)

ORDINE CHIMICI LOMBARDIA
Dott.ssa Annamaria Cassetti
ALBO PROFESS. N°3578

Eurochem
analisys research & development

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO
LAB N° 0199

EUROCHEM ITALIA SRL
LABORATORIO CHIMICO E BIOLOGICO
Via Borzoli 79C/R
16153 Genova (GE)
C.F. P.I 01818080994
Tel. 010 6591262
Fax 010 8932752

Rapporto di prova n. 161851-03

PARAMETRO	METODO	VALORE	INC	LIMITE	U.M.	
mercurio	EPA 3050B 1996 + EPA 6010D 2014	<0,3		0,3	mg/kg s.s.	(*)
cadmio	EPA 3050B 1996 + EPA 6010D 2014	<0,3		0,3	mg/kg s.s.	
piombo	EPA 3050B 1996 + EPA 6010D 2014	<11		110	mg/kg s.s.	
Arsenico	EPA 3050B 1996 + EPA 6010D 2014	<1,2		12	mg/kg s.s.	
Cromo totale	EPA 3050B 1996 + EPA 6010D 2014	<15		770	mg/kg s.s.	
rame	EPA 3050B 1996 + EPA 6010D 2014	<15		112	mg/kg s.s.	
Nichel	EPA 3050B 1996 + EPA 6010D 2014	<15		999	mg/kg s.s.	
zinco	EPA 3050B 1996 + EPA 6010D 2014	<15		162	mg/kg s.s.	
coliformi totali	metodo interno	0			MPN/ g s. s.	(*)
coliformi fecali	metodo interno	0			MPN/ g s. s.	(*)
streptococchi fecali	metodo interno	0			MPN/ g s. s	(*)
salmonelle	metodo interno	assente			MPN/ g s. s.	(*)
spore clostridi solfito riduttori	metodo interno	0			ufc/g s.s	(*)
lifomiceti	metodo interno	$2,5*10^2$			ufc/g s.s	(*)
tributilstagno	metodo interno	<5		6	µg/kg s.s.	(*)
granulometria						
passanti al setaccio 40mm	UNI EN 933-1:2012	62			%	(*)
passanti al setaccio 20mm	UNI EN 933-1:2012	44			%	(*)
passanti al setaccio 10mm	UNI EN 933-1:2012	25			%	(*)
passanti al setaccio 4mm	UNI EN 933-1:2012	13			%	(*)
passanti al setaccio 2mm	UNI EN 933-1:2012	8,1			%	(*)
passanti al setaccio 1mm	UNI EN 933-1:2012	7,2			%	(*)
passanti al setaccio 0,5mm	UNI EN 933-1:2012	2,3			%	(*)
passanti al setaccio 0,063mm	UNI EN 933-1:2012	<1			%	(*)
Rapporto tra il Passante al setaccio da 0,5 mm ed il Passante al setaccio da 0,063	UNI EN 933-1:2012	13				(*)
Arsenico	EPA 3050B 1996 + EPA 6010D 2014	<3,5		35-50	mg/kg	
cadmio	EPA 3050B 1996 + EPA 6010D 2014	<1		2-15	mg/kg	
Cromo totale	EPA 3050B 1996 + EPA 6010D 2014	<15		150-800	mg/kg	
mercurio	EPA 3050B 1996 + EPA 6010D 2014	<1		1-5	mg/kg	

Eurochem
analisys research & development

ilac-MRA

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO
LAB N° 0199

EUROCHEM ITALIA SRL
LABORATORIO CHIMICO E BIOLOGICO
Via Borzoli 79C/R
16153 Genova (GE)
C.F. P.I 01818080994
Tel. 010 6591262
Fax 010 8932752

Rapporto di prova n. **161851-03**

PARAMETRO	METODO	VALORE	INC	LIMITE	U.M.	
Nichel	EPA 3050B 1996 + EPA 6010D 2014	<15		153-500	mg/kg	
piombo	EPA 3050B 1996 + EPA 6010D 2014	<10		100-1000	mg/kg	
rame	EPA 3050B 1996 + EPA 6010D 2014	<12		120-600	mg/kg	
Stagno	EPA 3050B 1996 + EPA 6010D 2014	<1		1-350	mg/kg	
zinco	EPA 3050B 1996 + EPA 6010D 2014	<15		212-1500	mg/kg	
Benzo(a)antracene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	<0,01		0.5-10	mg/kg	
Benzo(a)pirene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	<0,01		0,1-10	mg/kg	
Benzo(b)fluorantene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	<0,01		0.5-10	mg/kg	
Benzo(k)fluorantene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	<0,01		0.5-10	mg/kg	
Benzo(g,h,i)perilene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	<0,01		0.1-10	mg/kg	
Indenopirene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	<0,01		0.1-5	mg/kg	
Pirene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	<0,01		5-50	mg/kg	
Dibenzo(a,i)pirene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	<0,01		0.1-10	mg/kg	
Dibenzo(a,h)antracene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	<0,01		0.1-10	mg/kg	
Crisene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	<0,01		5-50	mg/kg	
idrocarburi pesanti C>12	UNI EN ISO16703:2011	<5		50-750	mg/kg	
Test di cessione in acqua deionizzata						
Data preparazione eluato		17/06/16				
Frazione minore di 4 mm		>95			%	
Massa porzione di prova		94,97			g	
Volume agente lisciviante		0,895			l	
pH	ISO 10523:2008	8,03				(*)
Conducibilità	EN 27888:1995	429	± 85		µS/cm a 20°C	(*)
Temperatura	APAT CNR IRSA 2100 Man 29 2003	22,8			°C	(*)
COD	UNI 10802:2013 (par. 14) + UNI EN 12457 -2:2004 + ISO 15705 :2002	<15		30	mg/l O2	
Cianuri	ISO 6703/2:1984	<25		50	µg/l	(*)
Arsenico	UNI 10802:2013 (par. 14) + UNI EN 12457 -2:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	<5		50	µg/l	
Bario	UNI 10802:2013 (par. 14) + UNI EN 12457 -2:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	<0,1		1	mg/l	
Berillio	UNI 10802:2013 (par. 14) + UNI EN 12457 -2:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	<5		10	µg/l	

ORDINE CHIMICI LOMBARDI
Dott.ssa Annamaria Cassani
ALBO PROFESS. N°3370

Eurochem
analisys research & development

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO
LAB Nº 0199

EUROCHEM ITALIA SRL
LABORATORIO CHIMICO E BIOLOGICO
Via Borzoli 79C/R
16153 Genova (GE)
C.F. P.I 01818080994
Tel. 010 6591262
Fax 010 8932752

Rapporto di prova n. 161851-03

PARAMETRO	METODO	VALORE	INC	LIMITE	U.M.	
Cadmio	UNI 10802:2013 (par. 14) + UNI EN 12457 -2:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	<5		5	µg/l	
Cobalto	UNI 10802:2013 (par. 14) + UNI EN 12457 -2:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	<25		250	µg/l	
Cromo totale	UNI 10802:2013 (par. 14) + UNI EN 12457 -2:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	<5		50	µg/l	
Rame	UNI 10802:2013 (par. 14) + UNI EN 12457 -2:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	<0,01		0,05	mg/l	
Mercurio	UNI 10802:2013 (par. 14) + UNI EN 12457 -2:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	<1		1	µg/l	(*)
Nichel	UNI 10802:2013 (par. 14) + UNI EN 12457 -2:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	<5		10	µg/l	
Piombo	UNI 10802:2013 (par. 14) + UNI EN 12457 -2:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	<5		50	µg/l	
Selenio	UNI 10802:2013 (par. 14) + UNI EN 12457 -2:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	6,7	± 1,3	10	µg/l	
Vanadio	UNI 10802:2013 (par. 14) + UNI EN 12457 -2:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	<25		250	µg/l	
Zinco	UNI 10802:2013 (par. 14) + UNI EN 12457 -2:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	<0,3		3	mg/l	
Cloruri	UNI 10802:2013 (par. 14) + UNI EN 12457 -2:2004 + UNI EN ISO 10304-1:2009	<2		100	mg/l	
Fluoruri	UNI 10802:2013 (par. 14) + UNI EN 12457 -2:2004 + UNI EN ISO 10304-1:2009	0,12	± 0,02	1,5	mg/l	
Solfati	UNI 10802:2013 (par. 14) + UNI EN 12457 -2:2004 + UNI EN ISO 10304-1:2009	8,7	± 1,7	250	mg/l	
Nitrati	UNI 10802:2013 (par. 14) + UNI EN 12457 -2:2004 + UNI EN ISO 10304-1:2009	<2		50	mg/l	
TDS	APAT CNR IRSA 2090A Man 29 2003	270	± 54		mg/l	(*)
Amianto	UNI 10802:2013 (par. 14) + UNI EN 12457 -2:2004 + FT-IR	<10		30	mg/l	(*)

ORDINE CHIMICI LOMBARDIA
Annamaria Cassetti
ALBO PROFESS
N°3376

Eurochem
analisys research & development

LAB N° 0199

EUROCHEM ITALIA SRL
LABORATORIO CHIMICO E BIOLOGICO
Via Borzoli 79C/R
16153 Genova (GE)
C.F. P.I 01818080994
Tel. 010 6591262
Fax 010 8932752

Rapporto di prova n.: **161851-03**

Note:

I risultati sopra riportati si riferiscono al campione di cui agli estremi riportati a pag. 1 di questo Rapporto di Prova.

L'eventuale riproduzione del presente Rapporto di Prova deve essere effettuata per intero.

Il presente Rapporto di Prova è rilasciato in base all'Accreditamento n° 0199 concesso da ACCREDIA

Le Prove i cui risultati sono contrassegnati dal simbolo (*) non rientrano nell'Accreditamento ACCREDIA

L'incertezza di misura, ove indicata, è stata calcolata in riferimento alla guida DT-0002 REV 1 utilizzando un livello di probabilità pari al 95% con un fattore di copertura K=2. L'incertezza di misura relativa ai singoli parametri analizzati è calcolata sulla base di prove effettuate dal laboratorio ed in riferimento a quanto previsto nei singoli metodi normati riportati nel Rapporto di Prova allegato, applicando la Procedura Operativa interna al laboratorio PO012 e le note tecniche ad essa associate.

Al fine di verificare la conformità dei valori misurati con quelli di riferimento, ove presenti, il confronto è stato effettuato considerando il range di incertezza associato.

La conformità del risultato rispetto al valore limite stabilito dalla vigente normativa viene attribuita applicando la Procedura Operativa interna al laboratorio PO095 che fa riferimento ai Manuali e linee guida ISPRA 52/2009 "L'analisi di conformità con i valori limite di legge: il ruolo dell'incertezza associata a risultati di misura".

Nel caso di valori superiori ai limiti di legge, la conformità o non conformità rispetto al limite viene data tenendo conto di una "banda di guardia" definita oltre il valore limite stesso, la cui ampiezza è stabilita ritenendo accettabile una probabilità del 5% di dare una falsa non conformità.

I limiti fanno riferimento a quanto riportato nel D.G.R. 1446/2009, a quanto riportato nel DLG 152/06 All.5 Tab.1 Colonna A e Colonna B ed a quanto riportato nel DM 5/2/1998 e s.m.i.

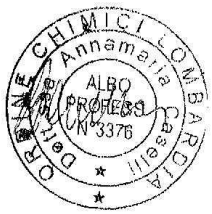
Pareri (Non soggetti ad accreditamento da parte di ACCREDIA)

Il materiale risulta conforme ai limiti previsti dal DGR 1446/2009

Il materiale risulta conforme ai limiti previsti dal DLG 152/06 All.5 Tab.1 Colonna A e Colonna B

Il materiale risulta conforme ai limiti riportati nel DM 05/02/98 e s.m.i.

Il materiale risulta conforme ai limiti riportati nel DGR 779 del 20/06/2014 relativa alla realizzazione della piattaforma di Vado Ligure (SV)



3. Analisi chimiche Gennaio 2017

STUDIO TECNICO ASSOCIATO DEI DOTTORI CHIMICI MASSIMO FAGA E MICHELE RICCOBENE
Via Borzoli 79/C - 16153 GENOVA
P.IVA e C.F. 02278330994
Tel. Dott. Chim. Massimo Faga+39 328 435 9331; Tel. Dott. Chim. Michele Riccobene +39 338 6565691
www.studiochimicoassociato.com

PRIMO LOTTO DEI LAVORI PER LA REALIZZAZIONE DELLA GALLERIA SCOLMATRICE DEL TORRENTE BISAGNO, A SERVIZIO DEI TORRENTI FEREGGIANO, NOCE E ROVARE

DPR 383/94 INTESA STATO-REGIONE AI SENSI DELL'ARTICOLO 81 DPR 616/77 e smi Prot.8859/868 del 20/11/2013



VERBALE DI CAMPIONAMENTO

COMMITTENTE	DATA	FIRMA
PAC S.p.A. Via A. Volta, 3 39100 Bolzano Cantiere: Scolmatore del Torrente Bisagno a Servizio dei Torrenti Fereggiano, Noce e Rovare 1600 GENOVA	GENNAIO 2017	Dott. Chim. Michele Riccobene

Chimico Dott. Michele Riccobene

- *Iscritto all'ordine interprovinciale dei chimici della Liguria al numero 1103 (sezione A)*
- *Iscritto all'Albo dei Periti (N.567) e dei CTU (N.3373) del Tribunale di Genova nella categoria "Chimici".*
- *Abilitato, con il codice di identificazione: GE01103C00021, ad emettere le certificazioni di cui agli articoli 1 e 2, del Decreto del Ministero dell'interno del 07/12/84 n°818 (in materia di prevenzione incendi).*
- *Abilitato al ruolo di Responsabile Tecnico per la categoria 10 (attività di bonifica dei beni contenenti amianto) ed iscritto nell'elenco della Regione Liguria.*
- *Abilitato dalla Regione Liguria come "Responsabile per la gestione del problema amianto" in strutture, edifici ed impianti.*

Email : michele.riccobene@chimici.it pec. michele.riccobene@pec.chimici.it

STUDIO TECNICO ASSOCIATO DEI DOTTORI CHIMICI MASSIMO FAGA E MICHELE RICCOBENE
Via Borzoli 79/C - 16153 GENOVA
P.IVA e C.F. 02278330994
Tel. Dott. Chim. Massimo Faga+39 328 435 9331; Tel. Dott. Chim. Michele Riccobene +39 338 6565691
www.studiochimicoassociato.com

VERBALE DI CAMPIONAMENTO

Tra le ore 10.00 e le ore 10.30 circa del 11 gennaio 2017, presso l'area di cantiere di Corso Italia, ho provveduto ad eseguire un campionamento rappresentativo del materiale escavato per la realizzazione dello scolmatore del Torrente Fereggiano. Tale materiale è stato prima trattato mediante macinazione per riduzione volumetrica e successiva vagliatura. Il campionamento è stato eseguito sia sui materiali in uscita dal trattamento, sia su quelli già trattati e posti in cumulo. Ho prelevato circa venti incrementi di materiali da scavo con l'ausilio di un escavatore di adeguate dimensioni e di strumenti manali quali una paletta. Le aliquote così prelevate sono state poi omogeneizzate. Mediante quartatura è stato ottenuto un campione di circa 6 kg, questo è stato posto in appositi contenitori. Tali contenitori, debitamente etichettati, sono stati trasportati presso il laboratorio Eurochem di Genova Borzoli in borsa termica. Detto Laboratorio risulta certificato Accredia (UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2005 con accreditamento n° 0199) e intercalibrato con ARPAL.
Sul campione sono stati determinati i parametri individuati nel set analitico dell'allegato 1 alla D.G.R. LIGURIA 1446/2009.

CONCLUSIONI

In base ai risultati delle determinazioni analitiche eseguite sul campione, RDP EUROCHEM S.r.l n° 170101-01 del 23/01/2017, il materiale è risultato conforme alla DGR della Regione Liguria 1446/2009. Relativamente ai metalli, nel Rapporto di prova i limiti riportati sono quelli relativi al tratto di costa compreso tra Voltri e Punta Vagno. Con riferimento ai ripascimenti delle spiagge Corso Italia è necessario fare riferimento ai limiti del tratto di costa compreso tra Punta Vagno e Punta Chiappa. I risultati sono pertanto stati confrontati con i limiti previsti per quest'ultimo tratto:

Metallo	Valore riscontrato	Valore previsto per il tratto di costa Punta Vagno-Punta Chiappa	U.M.
Mercurio	<0,3	0,3	mg/kg ss
Cadmio	<0,3	0,5	mg/kg ss
Piombo	<11	100	mg/kg ss

STUDIO TECNICO ASSOCIATO DEI DOTTORI CHIMICI MASSIMO FAGA E MICHELE RICCOBENE
Via Borzoli 79/C - 16153 GENOVA
P.IVA e C.F. 02278330994
Tel. Dott. Chim. Massimo Faga+39 328 435 9331; Tel. Dott. Chim. Michele Riccobene +39 338 6565691
www.studiochimicoassociato.com

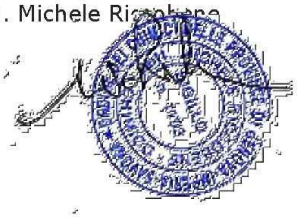
Metallo	Valore riscontrato	Valore previsto per il tratto di costa Punta Vagno-Punta Chiappa	U.M.
Arsenico	<1,2	12	mg/kg ss
Cromo	<77	121	mg/kg ss
Rame	16	95	mg/kg ss
Nichel	<99	140	mg/kg ss
Zinco	19	175	mg/kg ss

Il materiale può essere utilizzato per i ripascimenti nelle spiagge di Corso Italia a Genova

Genova, 28 gennaio 2017

In fede

Dott. Chim. Michele Riccobene



Allegati RDP EUROCHEM S.R.L n° 170101-01 del 23/01/2017,

Eurochem
analisys research & development

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO
LAB N° 0199

EUROCHEM ITALIA SRL
LABORATORIO CHIMICO E BIOLOGICO
Via Borzoli 79C/R
16153 Genova (GE)
C.F. P.I 01818080994
Tel. 010 6591262
Fax 010 8932752

Spettabile: **Dott. Chim. Michele Riccobene**

Salita di Montebello 9/10
16126 Genova

Rapporto di prova n.: **170101-01**

Data Rapporto di Prova:	23/01/2017
Accettazione:	170101-01
Data Accettazione:	16/01/2017
Denominazione:	Ripascimento
Tipologia di Campione:	Materiale
Analisi su richiesta di:	Dott. Chim. Michele Riccobene
Luogo prelievo:	Cantiere Ferreggiano - Genova
Campionamento:	A cura del Dott. Chim. Michele Riccobene
Data Prelievo:	11/01/2017
Data inizio prova:	16/01/2017
Data fine prova:	23/01/2017

Il Direttore Tecnico
Dott. Massimo Faga

ORDINE CHIMICI LOMBARDIA
Dott.ssa Anna Maria Gaggelli
ALBO PROFESS. N°3376

Eurochem
analisys research & development

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO
LAB N° 0199

EUROCHEM ITALIA SRL
LABORATORIO CHIMICO E BIOLOGICO
Via Borzoli 79C/R
16153 Genova (GE)
C.F. P.I 01818080994
Tel. 010 6591262
Fax 010 8932752

Rapporto di prova n. 170101-01

PARAMETRO	METODO	VALORE	INC	LIMITE	U.M.	
Setacciatura a 2mm (scheletro)	DM 13/09/1999 SO GU n° 248 21/10/1999 Met II.1	100			%	
colore		grigio				(*)
Antracene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2014	6,5	± 1,3	54	µg/kg s.s.	(*)
acenaftene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2014	<10			µg/kg s.s.	(*)
Acenaftilene	**EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2014**	**<10**			**µg/kg s.s.**	**(*)**
Fenantrene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2014	11	± 2	90	µg/kg s.s.	(*)
Fluorantene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2014	<13		130	µg/kg s.s.	(*)
Benzo(a)antracene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2014	<8		80	µg/kg s.s.	
Crisene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2014	<11		110	µg/kg s.s.	
Benzo(b)fluorantene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2014	<4,8		48	µg/kg s.s.	
Benzo(k)fluorantene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2014	<2,4		24	µg/kg s.s.	
Benzo(a)pirene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2014	<4		40	µg/kg s.s.	
Dibenzo(a,h)antracene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2014	<7		70	µg/kg s.s.	
Pirene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2014	<16		160	µg/kg s.s.	
Benzo(g,h,i)perilene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2014	<6,6		66	µg/kg s.s.	
Indenopirene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2014	<8,4		84	µg/kg s.s.	
Fluorene	**EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2014**	**<10**			**µg/kg s.s.**	**(*)**
Naftalene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2014	11	± 2		µg/kg s.s.	(*)
Pesticidi e fitofarmaci						
Aldrin	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2014	<0,1		0.3	µg/kg s.s.	(*)
HCH alfa	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2014	<0,1		0.3	µg/kg s.s.	(*)
HCH beta	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2014	<0,1		0.3	µg/kg s.s.	(*)
HCH gamma	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2014	<0,1		0.3	µg/kg s.s.	(*)
DDT	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2014	<0,5		1.2	µg/kg s.s.	(*)
DDD	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2014	<0,5		1.0	µg/kg s.s.	(*)
DDE	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2014	<0,5		2.1	µg/kg s.s.	(*)
Dieldrin	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2014	<0,1		0.3	µg/kg s.s.	(*)
Esaclorobenzene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2014	<0,1		0.5	µg/kg s.s.	(*)
Endrin	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2014	<0,5		2.7	µg/kg s.s.	(*)
PCB totali	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2014	<1		10	µg/kg s.s.	(*)
idrocarburi pesanti C>12	UNI EN ISO16703:2011	31000	± 6200	60000	µg/kg s.s.	
amianto	MOCF	assente				(*)

ORDINE CHIMICI LOMBARDIA
Dott.ssa Annamaria Casella
ALBO PROFESS. N° 3976

Eurochem
analisys research & development

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO
LAB N° 0199

EUROCHEM ITALIA SRL
LABORATORIO CHIMICO E BIOLOGICO
Via Borzoli 79C/R
16153 Genova (GE)
C.F. P.I 01818080994
Tel. 010 6591262
Fax 010 8932752

Rapporto di prova n. 170101-01

PARAMETRO	METODO	VALORE	INC	LIMITE	U.M.	
mercurio	EPA 3050B 1996 + EPA 6010D 2014	<0,3		0,3	mg/kg s.s.	(*)
cadmio	EPA 3050B 1996 + EPA 6010D 2014	<0,3		0,3	mg/kg s.s.	
piombo	EPA 3050B 1996 + EPA 6010D 2014	<11		110	mg/kg s.s.	
Arsenico	EPA 3050B 1996 + EPA 6010D 2014	<1,2		12	mg/kg s.s.	
Cromo totale	EPA 3050B 1996 + EPA 6010D 2014	<77		770	mg/kg s.s.	
rame	EPA 3050B 1996 + EPA 6010D 2014	16	± 3	112	mg/kg s.s.	
Nichel	EPA 3050B 1996 + EPA 6010D 2014	<99		999	mg/kg s.s.	
zinco	EPA 3050B 1996 + EPA 6010D 2014	19	± 3	162	mg/kg s.s.	
coliformi totali	metodo interno	0			MPN/ g s. s.	(*)
coliformi fecali	metodo interno	0			MPN/ g s. s.	(*)
streptococchi fecali	metodo interno	0			MPN/ g s. s.	(*)
salmonelle	metodo interno	assente			MPN/ g s. s.	(*)
spore clostridi solfito riduttori	metodo interno	0			MPN/ g s. s.	(*)
ifomiceti	metodo interno	9			MPN/ g s. s.	(*)
tributilstagno	metodo interno	<5		6	µg/kg s.s.	(*)
granulometria						
passanti al setaccio 40mm	UNI EN 933-1:2012	74			%	(*)
passanti al setaccio 20mm	UNI EN 933-1:2012	33			%	(*)
passanti al setaccio 10mm	UNI EN 933-1:2012	16			%	(*)
passanti al setaccio 4mm	UNI EN 933-1:2012	<1			%	(*)
passanti al setaccio 2mm	UNI EN 933-1:2012	<1			%	(*)
passanti al setaccio 1mm	UNI EN 933-1:2012	<1			%	(*)
passanti al setaccio 0,5mm	UNI EN 933-1:2012	<1			%	(*)
passanti al setaccio 0.063mm	UNI EN 933-1:2012	<1			%	(*)
Rapporto tra il Passante al setaccio da 0,5 mm ed il Passante al setaccio da 0.063	UNI EN 933-1:2012	non applicabile			%	(*)

ORDINE CHIMICI LOMBARDIA
Dott.ssa Annamaria Cassani
ALBO PROFESS. N°3376

Eurochem
analisys research & development

LAB N° 0199

EUROCHEM ITALIA SRL
LABORATORIO CHIMICO E BIOLOGICO
Via Borzoli 79C/R
16153 Genova (GE)
C.F. P.I 01818080994
Tel. 010 6591262
Fax 010 8932752

Rapporto di prova n.: **170101-01**

Note:

I risultati sopra riportati si riferiscono al campione di cui agli estremi riportati a pag. 1 di questo Rapporto di Prova.

L'eventuale riproduzione del presente Rapporto di Prova deve essere effettuata per intero.

Il presente Rapporto di Prova è rilasciato in base all'Accreditamento n° 0199 concesso da ACCREDIA

Le Prove i cui risultati sono contrassegnati dal simbolo (*) non rientrano nell'Accreditamento ACCREDIA

L'incertezza di misura, ove indicata, è stata calcolata in riferimento alla guida DT-0002 REV 1 utilizzando un livello di probabilità pari al 95% con un fattore di copertura K=2. L'incertezza di misura relativa ai singoli parametri analizzati è calcolata sulla base di prove effettuate dal laboratorio ed in riferimento a quanto previsto nei singoli metodi normati riportati nel Rapporto di Prova allegato, applicando la Procedura Operativa interna al laboratorio PO012 e le note tecniche ad essa associate.

Al fine di verificare la conformità dei valori misurati con quelli di riferimento, ove presenti, il confronto è stato effettuato considerando il range di incertezza associato.

La conformità del risultato rispetto al valore limite stabilito dalla vigente normativa viene attribuita applicando la Procedura Operativa interna al laboratorio PO095 che fa riferimento ai Manuali e linee guida ISPRA 52/2009 "L'analisi di conformità con i valori limite di legge: il ruolo dell'incertezza associata a risultati di misura".

Nel caso di valori superiori ai limiti di legge, la conformità o non conformità rispetto al limite viene data tenendo conto di una "banda di guardia" definita oltre il valore limite stesso, la cui ampiezza è stabilita ritenendo accettabile una probabilità del 5% di dare una falsa non conformità.

I limiti fanno riferimento a quanto riportato nel D.G.R. 1446/2009

Pareri (Non soggetti ad accreditamento da parte di ACCREDIA)

In considerazione di quanto previsto dal DGR 1446/2009, il materiale è da ritenersi **IDONEO**

ORDINE CHIMICI LOMBARDIA
Dott.ssa Annamaria Caselli
ALBO PROFESS. N°3376

B) Distribuzione granulometrica sullo smarino da scavo

1. Esiti frantumato con lavaggio per ripascimento (data 07.04.2016)

il file allegato dell'analisi eseguita laboratorio GD test, è relativo alle granulometrie effettuate sul materiale lavato e frantumato in cantiere presso Corso Italia e destinato al ripascimento delle spiagge limitrofe.

Le caratteristiche granulometriche previste dal progetto dello scolmatore per il ripascimento sono comprese tra 2 e 100 mm. L'osservazione della curva granulometrica estrapolata dalla sovrapposizione delle diverse classi consente di definire il materiale come:

ghiaia poco gradata con sabbia, sostanzialmente pulita.

2. Esiti frantumato a secco e vagliatura cava Gneo (data prelievo 05.10.2016)

Il file riporta le analisi granulometriche ed il rispettivo fuso eseguito sul materiale di smarino del Fereggiano dopo una prova di frantumazione a secco effettuata presso la cava di Gneo, sulle alture di Genova Sestri.

Durante tale prova è stata predisposta una frantumazione a secco con tre classi granulometriche:

030; 3060; 60120 al fine di valutare l'adeguatezza al riutilizzo del materiale per il riempimento della discarica di Scarpino, in fase di bonifica.

I requisiti del materiale richiesto erano, oltre l'appartenenza alla colonna A della tab del dgls 152, anche una differenziazione granulometrica in quelle tre classi.

(Il sito di Scarpino era stato individuato in progetto come discarica. Ma in corso d'opera la discarica è stata chiusa e sono state avviati gli interventi di bonifica, che necessitano appunto di materiale da riempimento; pertanto è uno delle possibili destinazioni di riutilizzo emerse in corso d'opera, le prove di frantumazione sono state effettuate preso la cava di Gneo perché logisticamente adatto al sito di conferimento di Scarpino.

L'osservazione della curva granulometrica estrapolata dalla sovrapposizione delle diverse classi consente di definire il materiale come:

ghiaia ben gradata con sabbia, sostanzialmente pulita.

3. Esiti granulometrie Spiaggia Lido Albaro (sedimento data prelievo 15.06.2016)

Questa prova riguarda le granulometrie del sedimento presente sulla spiaggia da ripascere per il confronto con quelle del materiale da ripascimento. Nel frantumato a secco la % di pelite è risultata comunque inferiore al 5%, limite imposto da ARPAL per i ripascimenti.

L'osservazione della curva granulometrica estrapolata dalla sovrapposizione delle diverse classi consente di definire il materiale come:

ghiaia ben gradata, sostanzialmente pulita.

1. Frantumato con lavaggio per ripascimento (Materiale Vagliato data 07.04.2016)

LABORATORIO AUTORIZZATO DAL MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
PER L'ESECUZIONE E CERTIFICAZIONE DI PROVE SU ROCCE (SETTORE B), AGGREGATI E PROVE ESTERNE
PREVISTE DALLA CIRCOLARE N. 7618/STC 2010 ART. 59 D.P.R. 380/01

Decreto n. 2515 del 15/03/2013

IL03-All31-cert

DETERMINAZIONE DELLA DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA DI UN AGGREGATO

Certificato n.	01294/2052	Data emissione:	07/04/16	Archivio n.:	2052
Committente:	PAC S.p.A.				
Lavoro:	Comune di Genova - Realizzazione delle opere per la messa in sicurezza del torrente Fereggiano. Primo Stralcio , scolmatore Fereggiano. Prove geotecniche su aggregati				

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE				Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	\	Codice provino:	\	Serie unificata di setacci	☐
Campione:	\	Ricevuto il:	06/04/16	Forno elettrico	☐
Profondità (m):	\	Aperto il:	06/04/16	Bilancia digitale	☐
Tipo di materiale:	materiale da ripascimento			Setacciatore meccanico	☐
Data esecuzione prova:			07/04/16		

Riferimenti normativi: **UNI EN 933-1 (2012)**

TABELLE DATI DI PROVA

ANALISI CON I SETACCI: **Peso secco analizzato (g):** 3090,0

Apertura maglie (mm)	Peso inerte trattenuto (g)	Parziali Trattenuti (%)	Totale Trattenuti (%)	Totale Passante (%)
100,0	0,0	0,0	0,0	100,0
63,0	0,0	0,0	0,0	100,0
31,5	1054,0	34,1	34,1	65,9
16,0	1068,0	34,6	68,7	31,3
8,0	725,7	23,5	92,2	7,8
4,0	223,9	7,2	99,4	0,6
2,0	7,9	0,3	99,7	0,3
1,00	3,8	0,1	99,8	0,2
0,5	1,7	0,1	99,8	0,2
0,25	0,8	0,0	99,9	0,1
0,125	0,3	0,0	99,9	0,1
0,063	1,2	0,0	99,9	0,1
fondo	2,7	0,1	-	-

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):	Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):

PAGINA: 1/2

gd test Srl
[illegible]
Email: gdtest@gdtest.it

IL03-AII31-cert

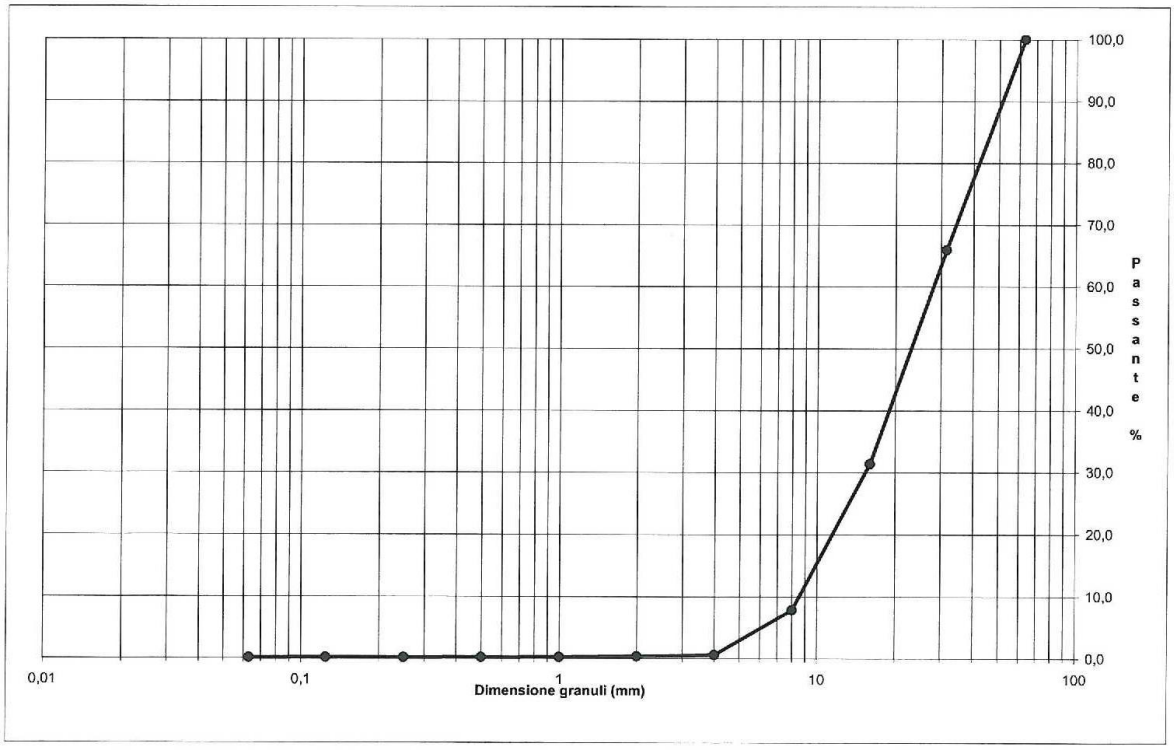
DETERMINAZIONE DELLA DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA DI UN AGGREGATO

Certificato n.	**01294/2052**	Data emissione:	**07/04/16**	Archivio n.:	**2052**
Committente:	**PAC S.p.A.**				
Lavoro:	**Comune di Genova - Realizzazione delle opere per la messa in sicurezza del torrente Fereggiano. Primo Stralcio , scolmatore Fereggiano. Prove geotecniche su aggregati**				

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE				Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	\	Codice provino:	\	Serie unificata di setacci	☐
Campione:	\	Ricevuto il:	**06/04/16**	Forno elettrico	☐
Profondità (m):	\	Aperto il:	**06/04/16**	Bilancia digitale	☐
Tipo di materiale:	**materiale da ripascimento**			Setacciatore meccanico	☐
Data esecuzione prova:			**07/04/16**		

Riferimenti normativi:	**UNI EN 933-1 (2012)**

CURVA GRANULOMETRICA



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):	Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):

gd test Srl
gdtest@gdtest.it

2. Esiti frantumato a secco e vagliatura cava Gneo (data prelievo 05.10.2016)

Eurochem
analisys research & development

LABORATORIO CHIMICO E BIOLOGICO
Via Borzoli 79CR
16153 Genova (GE)
C.F. P.I 01819080994
Tel. Fax 010 6591262

Spettabile: Studio [illegible] Michele Riccobene
Via Borzoli 79C R
16153 Genova (GE)

Rapporto di prova n.: **163142-01**

Data Rapporto di Prova:	18/10/2016	**Data inizio prova:**	10/10/2016
Data Accettazione:	10/10/2016	**Data fine prova:**	18/10/2016
Tipologia:	Stabilizzato da Recupero	**Data Prelievo:**	05/10/2016
Campionamento:	A cura del Dott. Michele Riccobene		
Luogo prelievo:	PAC S.p.a.		
Denominazione:	Stabilizzato 0-30 Prova		

PARAMETRO	METODO	VALORE	INC	LIMITE	U.M.
Passanti al setaccio da 63 mm	UNI EN 933-1:2012	>99			%
Passanti al setaccio da 40 mm	UNI EN 933-1:2012	98			%
Passanti al setaccio da 20 mm	UNI EN 933-1:2012	92			%
Passanti al setaccio da 10 mm	UNI EN 933-1:2012	64			%
Passanti al setaccio da 4 mm	UNI EN 933-1:2012	30			%
Passanti al setaccio da 2 mm	UNI EN 933-1:2012	17			%
Passanti al setaccio da 1 mm	UNI EN 933-1:2012	11			%
Passanti al setaccio da 0,5 mm	UNI EN 933-1:2012	6,2			%
Passanti al setaccio da 0,063 mm	UNI EN 933-1:2012	<1			%
Frazione pelitica	UNI EN 933-1:2012	<1			%

Note:

I risultati sopra riportati si riferiscono al campione di cui agli estremi riportati a pag. 1 di questo Rapporto di Prova.
L'eventuale riproduzione del presente Rapporto di Prova deve essere effettuata per intero.



Eurochem
analysis research & development

LABORATORIO CHIMICO E BIOLOGICO
Via Borzoli 79C/R
16153 Genova (GE)
C.F. P.I 01618580994
Tel. Fax 010 6981202

Spettabile: Studio Tecnico Associato dei Dott. Chimici Massimo Fagna e Michele Riccobene
Via Borzoli 79C R
16153 Genova (GE)

Rapporto di prova n.: 163142-02

Data Rapporto di Prova:	18/10/2016	**Data inizio prova:**	10/10/2016
Data Accettazione:	10/10/2016	**Data fine prova:**	18/10/2016
Tipologia:	Stabilizzato da Recupero	**Data Prelievo:**	05/10/2016
Campionamento:	A cura del Dott. Michele Riccobene		
Luogo prelievo:	PAC S.p.a.		
Denominazione:	Stabilizzato 30-60 Prova		

PARAMETRO	METODO	VALORE	INC	LIMITE	U.M.
Passanti al setaccio da 63 mm	UNI EN 933-1:2012	64			%
Passanti al setaccio da 40 mm	UNI EN 933-1:2012	26			%
Passanti al setaccio da 20 mm	UNI EN 933-1:2012	4,1			%
Passanti al setaccio da 10 mm	UNI EN 933-1:2012	<1			%
Passanti al setaccio da 4 mm	UNI EN 933-1:2012	<1			%
Passanti al setaccio da 2 mm	UNI EN 933-1:2012	<1			%
Passanti al setaccio da 1 mm	UNI EN 933-1:2012	<1			%
Passanti al setaccio da 0,5 mm	UNI EN 933-1:2012	<1			%
Passanti al setaccio da 0,063 mm	UNI EN 933-1:2012	<1			%
Frazione pelitica	UNI EN 933-1:2012	<1			%

Note:

I risultati sopra riportati si riferiscono al campione di cui agli estremi riportati a pag. 1 di questo Rapporto di Prova.
L'eventuale riproduzione del presente Rapporto di Prova deve essere effettuata per intero.

ORDINE CHIMICI LOMBARDIA
Dott.ssa Annamaria
ALBO
Professionale

Eurochem
analysis research & development

LABORATORIO CHIMICO E BIOLOGICO
Via Borzoli 79C/R
16153 Genova (GE)
C.F. P.I 01918080994
Tel. Fax 010 6591262

Spettabile: Studio Tecnico Associato dei Dott. Chimici Massimo Fagia e Michele Riccobene
Via Borzoli 79C R
16153 Genova (GE)

Rapporto di prova n.: 163142-03

Data Rapporto di Prova:	18/10/2016	**Data inizio prova:**	10/10/2016
Data Accettazione:	10/10/2016	**Data fine prova:**	18/10/2016
Tipologia:	Stabilizzato da Recupero	**Data Prelievo:**	05/10/2016
Campionamento:	A cura del Dott. Michele Riccobene		
Luogo prelievo:	PAC S.p.a.		
Denominazione:	Stabilizzato maggiore di 60 Prova		

PARAMETRO	METODO	VALORE	INC	LIMITE	U.M.
Passanti al setaccio da 63 mm	UNI EN 933-1:2012	<1			%
Passanti al setaccio da 40 mm	UNI EN 933-1:2012	<1			%
Passanti al setaccio da 20 mm	UNI EN 933-1:2012	<1			%
Passanti al setaccio da 10 mm	UNI EN 933-1:2012	<1			%
Passanti al setaccio da 4 mm	UNI EN 933-1:2012	<1			%
Passanti al setaccio da 2 mm	UNI EN 933-1:2012	<1			%
Passanti al setaccio da 1 mm	UNI EN 933-1:2012	<1			%
Passanti al setaccio da 0,5 mm	UNI EN 933-1:2012	<1			%
Passanti al setaccio da 0,063 mm	UNI EN 933-1:2012	<1			%
Frazione pelitica	UNI EN 933-1:2012	<1			%

Note:

I risultati sopra riportati si riferiscono al campione di cui agli estremi riportati a pag. 1 di questo Rapporto di Prova.
L'eventuale riproduzione del presente Rapporto di Prova deve essere effettuata per intero.



ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - UNI-CEN ISO/TS 17892-4:2005

Cliente : 0
Località : Gneo

Identificazione Campione : 163142-01
Profondità (m) : -
Tipo Campione : Rimaneggiato
Descrizione del Materiale : Ghiaia ben gradata con sabbia

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	82.30
Sabbia (%)	16.60
Limo (%)	N.D.
Argilla (%)	N.D.
Fini (%)	1.10
D. max (mm)	N.D.

ALTRI PARAMETRI

D_{90} (mm)	18.785
D_{60} (mm)	8.908
D_{50} (mm)	7.187
D_{30} (mm)	4.534
D_{10} (mm)	0.746
C_c	3.09
C_u	11.93

GHIAIA E SABBIA

Forma : N.D.
Durezza : N.D.
Note:

SETACCIATURA

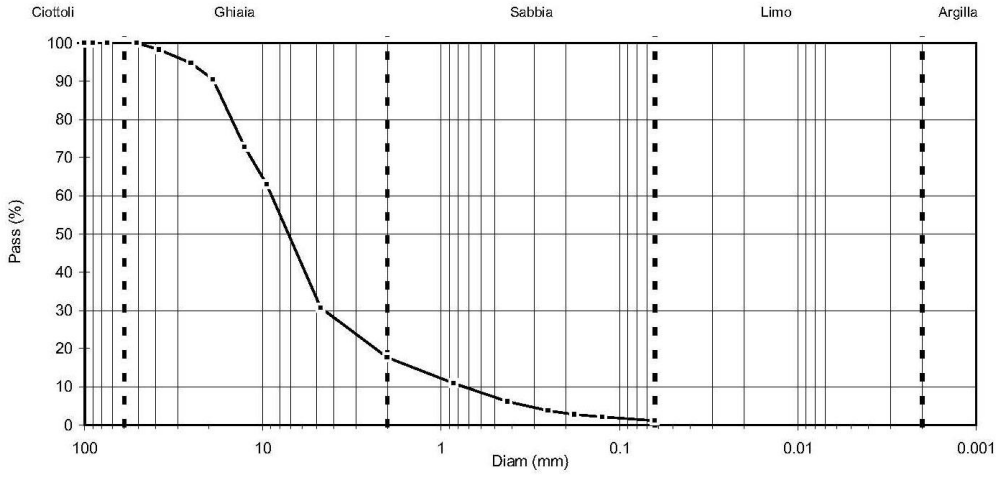
D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
90.00	100.00
75.00	100.00
50.80	100.00
38.10	98.30
25.40	94.70
19.00	90.50
12.70	72.80

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
9.50	63.00
4.75	30.70
2.00	17.70
0.85	10.90
0.425	6.10
0.250	3.80
0.180	2.70
0.125	2.10
0.063	1.10

SEDIMENTAZIONE

D (mm)	Pass (%)
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-



Direttore Tecnico :
Operatore :

3. Corso Italia Spiaggia Lido Albaro (data prelievo 15.06.2016)

Eurochem

LABORATORIO CHIMICO E BIOLOGICO
Via Borzoli 79C/R
16153 Genova (GE)
C.F. P.I 01818000094
Tel./Fax 010 6561262

Spettabile: Studio Tecnico Associato del Dott. Chimici Massimo Faga e Michele Riccobene
Via Borzoli 79C R
16153 Genova (GE)

Rapporto di prova n.: **161866-01**

Data Rapporto di Prova:	17/06/2016	**Data inizio prova:**	15/06/2016
Data Accettazione:	15/06/2016	**Data fine prova:**	17/06/2016
Tipologia:	Materiale	**Data Prelievo:**	15/06/2016
Campionamento:	A cura del Dott. Michele Riccobene		
Luogo prelievo:	Corso Italia - Spiaggia Lido		
Denominazione:	Spiaggia Lido di Albaro		

PARAMETRO	METODO	VALORE	INC	LIMITE	U.M.
Setacciatura a 2mm (scheletro)	DM 13/09/1999 SO GU n° 248 21/10/1999 Met II.1	93			%
colore		vario			
odore		non molesto			
granulometria:					
passanti al setaccio 40mm	UNI EN 933-1:2012	73			%
passanti al setaccio 20mm	UNI EN 933-1:2012	52			%
passanti al setaccio 10mm	UNI EN 933-1:2012	39			%
passanti al setaccio 4mm	UNI EN 933-1:2012	21			%
passanti al setaccio 2mm	UNI EN 933-1:2012	3,4			%
passanti al setaccio 1mm	UNI EN 933-1:2012	<1			%
passanti al setaccio 0.5mm	UNI EN 933-1:2012	<1			%
passanti al setaccio 0.063mm	UNI EN 933-1:2012	<1			%
Rapporto tra il Passante al setaccio da 0,5 mm ed il Passante al setaccio da 0,063	UNI EN 933-1:2012	non applicabile			%

Eurochem
analysis research & development

LABORATORIO CHIMICO E BIOLOGICO
Via Borzoli 79C/R
16153 Genova (GE)
C.F. P.I 01618680994
Tel. Fax 010 6591282

Spettabile: Studio Tecnico Associato del Dott. Chimici Massimo Faga e Michele Riccobene
Via Borzoli 79C R
16153 Genova (GE)

Rapporto di prova n.: 161866-01

Data Rapporto di Prova:	17/06/2016	**Data inizio prova:**	15/06/2016
Data Accettazione:	15/06/2016	**Data fine prova:**	17/06/2016
Tipologia:	Materiale	**Data Prelievo:**	15/06/2016
Campionamento:	A cura del Dott. Michele Riccobene		
Luogo prelievo:	Corso Italia - Spiaggia Lido		
Denominazione:	Spiaggia Lido di Albaro		

PARAMETRO	METODO	VALORE	INC	LIMITE	U.M.

Note:

I risultati sopra riportati si riferiscono al campione di cui agli estremi riportati a pag. 1 di questo Rapporto di Prova.
L'eventuale riproduzione del presente Rapporto di Prova deve essere effettuata per intero.

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - UNI-CEN ISO/TS 17892-4:2005

Cliente :	0
Località :	Spiaggia Lido - Corso Italia
Identificazione Campione :	161866-01
Profondità (m) :	-
Tipo Campione :	Rimaneggiato
Descrizione del Materiale :	Ghiaia ben gradata

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	96.40
Sabbia (%)	3.00
Limo (%)	N6D6
Argilla (%)	N6D6
Fini (%)	0660
D6max (mm)	N6D6

ALTRI PARAMETRI

D_{90} (mm)	67.553
D_{60} (mm)	24.411
D_{50} (mm)	17.464
D_{30} (mm)	66690
D_{10} (mm)	26716
C_c	0668
C_u	8699

GHIAIA E SABBIA

Forma : N.D.

Durezza : N.D.

Note:

SETACCIATURA

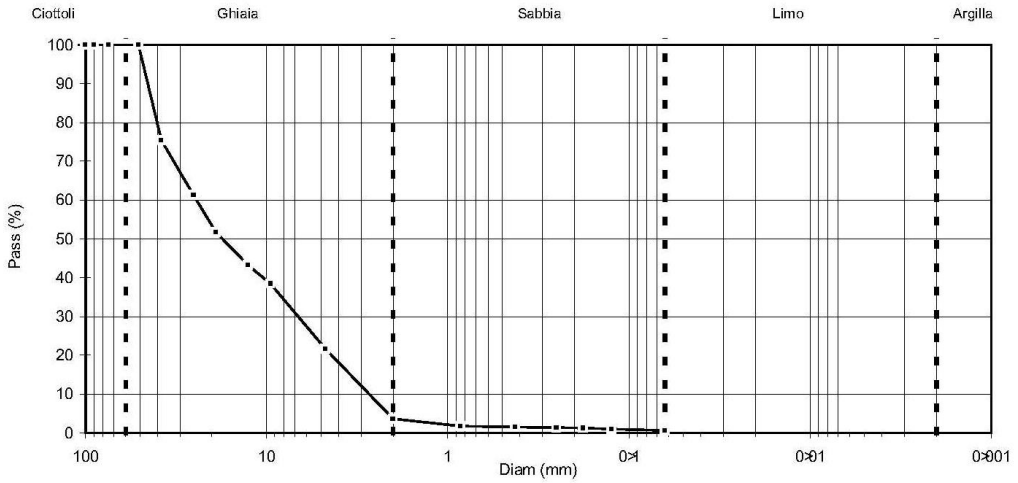
D (mm)	Pass (%)
125600	100600
100600	100600
90600	100600
75600	100600
50680	100600
38610	75640
25640	61680
19600	51660
12670	43620

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
9650	38650
4675	21670
2600	3660
0685	1675
06425	1656
06250	1636
06180	1624
06125	1600
06063	0660

SEDIMENTAZIONE

D (mm)	Pass (%)
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-



Direttore Tecnico :

Operatore :

ALLEGATO 5

Manifestazioni di interesse per l'utilizzo dei materiali di scavo

Lettera di richiesta ai comuni

COMUNE DI SANTA MARGHERITA LIGURE
Città metropolitana di Genova

tel 0185.205.1 – fax 0185.28.09.82
P.zza Mazzini, 46 – 16038 Santa Margherita Ligure

AREA 4 -TERRITORIO - AMBIENTE
Servizio: Procedimenti Concertativi – Urbanistica – Demanio Marittimo

Prot. n. PEC 15602 **10 maggio 2017**

Spett.li
COMUNE DI RAPALLO
Pec: protocollo@pec.comune.rapallo.ge.it

COMUNE DI ZOAGLI
Pec: comunezoagli@halleycert.it

COMUNE DI CHIAVARI
Pec: comune.chiavari@cert.legalmail.it

COMUNE DI LAVAGNA
Pec:postacertificata@pec.comune.lavagna.ge.it

COMUNE DI SESTRI LEVANTE
Pec: protocollo@pec.comune.sestri-levante.ge.it

e p.c. REGIONE LIGURIA
Settore Valutazione Impatto Ambientale
Pec: protocollo@pec.regione.liguria.it

Oggetto : Richiesta di manifestazione d'interesse per materiale da ripascimento stagionale spiagge.

La Progettazione Definitiva per la realizzazione di un Canale Scolmatore e Sistemazione idraulica dei Torrenti San Siro e Magistrato in Comune di Santa Margherita Ligure è stata sottoposta alla procedura di Valutazione Ambientale, nell'ambito della quale è stato prodotto uno Studio d'Impatto Ambientale ed un piano di utilizzo preliminare delle terre e rocce da scavo.

Dalle numerose indagini geognostiche, svolte durante le varie fasi progettuali, risulta che l'ammasso roccioso, per tutto lo sviluppo dello scolmatore (2390 m), è costituito interamente da Calcari Marnosi del Monte Antola.

frantumazione e vagliatura, lo rendono in termini di assortimento granulometrico, adatto al ripascimento di spiagge; qui di seguito viene riportata una tabella indicativa derivata dai dati raccolti dall'analisi dei dati a nostra disposizione.

Campione	Quantità m3 in mucchio	D60	% ghiaia	% sabbia	% pelite
Tipo	90.000	10÷20 mm	80÷100	5÷20	< 5%

Volume, largamente approssimativo, e caratteristiche indicative del materiale disponibile per il ripascimento

Le prove di caratterizzazione chimica dei campioni prelevati nell'ambito delle indagini dello Scolmatori San Siro/Magistrato non rilevano superi dei valori limite.

Si prevede che il volume di materiale derivato dallo scavo dello Scolmatore del San Siro e dei Torrenti San Siro e Magistrato saranno adatto ad essere utilizzato sarà di circa 90.000 mc.

Alla luce di quanto sopra si chiede una manifestazione d'interesse ad acquisire questo materiale per il suo utilizzo in ambito portuale, sia come materiale da ripascimento sia per opere infrastrutturali.

Distinti saluti

Il Dirigente dell'Area 4
Ing. Giorgio Ottonello

COMUNE DI S. MARGHERITA LIGURE - UFF. TECNICO

Lettera di richiesta alla Autorità di Sistema Portuale di Savona

COMUNE DI SANTA MARGHERITA LIGURE
Città metropolitana di Genova

tel 0185.205.1 – fax 0185.28.09.82
P.zza Mazzini, 46 – 16038 Santa Margherita Ligure

AREA 4 -TERRITORIO - AMBIENTE
Servizio: Procedimenti Concertativi – Urbanistica – Demanio Marittimo

Prot. n. PEC 15611 **10 maggio 2017**

Spett.le
Autorità di Sistema Portuale di Savona
del Mar Ligure Occidentale
Direttore Settore Tecnico Ing. Flavio De Stefanis
Via Gramsci 14
17100 SAVONA
Pec: autoritaportuale@porto.sv.legalmail.it

e p.c. Regione Liguria
Settore Valutazione Impatto Ambientale
Via Gabriele D'Annunzio, 111
16121 Genova
Pec: protocollo@pec.regione.liguria.it

Oggetto: Richiesta di disponibilità di utilizzo di materiale classificato come terre e rocce da scavo - manifestazione d'interesse per materiale da ripascimento stagionale spiagge.

La Progettazione Definitiva per la realizzazione di un Canale Scolmatore e Sistemazione idraulica dei Torrenti San Siro e Magistrato in Comune di Santa Margherita Ligure (GE) è stata sottoposta alla procedura di Valutazione Ambientale, nell'ambito della quale è stato prodotto uno Studio d'Impatto Ambientale ed un piano di utilizzo preliminare delle terre e rocce da scavo.

Dalle numerose indagini geognostiche svolte durante le fasi progettuali risulta che l'ammasso roccioso, per i 2390 m dello sviluppo dello scolmatore, è costituito interamente da Calcari Marnosi del Monte Antola.

Le prove di laboratorio eseguite su questa formazione la definiscono dotata di buone caratteristiche geotecniche che rendono adatto al riutilizzo il materiale derivato dal suo scavo.

Si aggiunge altresì che detta formazione è esattamente la stessa interessata dallo Scolmatore del Torrente Fereggiano, in via di realizzazione.

I risultati delle prove sistematiche sullo smarino, messe a disposizione dal Comune di Genova, indicano che, sottoposto a "Normali pratiche industriali" in questo caso consistenti nella

frantumazione e vagliatura, lo rendono in termini di assortimento granulometrico, adatto al ripascimento di spiagge; qui di seguito viene riportata una tabella indicativa derivata dai dati raccolti dall'analisi dei dati a nostra disposizione.

Campione	Quantità m3 in mucchio	D60	% ghiaia	% sabbia	% pelite
Tipo	90.000	10÷20 mm	80÷100	5÷20	< 5%

Volume, largamente approssimativo, e caratteristiche indicative del materiale disponibile per il ripascimento

Le prove di caratterizzazione chimica dei campioni prelevati nell'ambito delle indagini dello Scolmatori San Siro/Magistrato non rilevano superi dei valori limite.

Si prevede che il volume di materiale derivato dallo scavo dello Scolmatore del San Siro e dei Torrenti San Siro e Magistrato saranno adatto ad essere utilizzato sarà di circa 90.000 mc.

Alla luce di quanto sopra si chiede una manifestazione d'interesse ad acquisire questo materiale per il suo utilizzo in ambito portuale, sia come materiale da ripascimento sia per opere infrastrutturali.

Distinti saluti

Il Dirigente dell'Area 4
Ing. Giorgio Ottonello

COMUNE DI S. MARGHERITA LIGURE - UFF. TECNICO

Lettera di risposta della Autorità di Sistema Portuale di Savona

AUTORITÀ DI SISTEMA PORTUALE DEL MAR LIGURE OCCIDENTALE

PEC 18327 – 1 GIU. 2017 **SEDE DI SAVONA**

Spett.le
Comune di Santa Margherita Ligure
c.a. Dirigente Area 4 Ing. Giorgio Ottonello
PEC: protocollo@pec.comunesml.it

p.c. Regione Liguria
Settore VIA
PEC: protocollo@pec.regione.liguria.it

p.c. RUP Ing. Flavio Destefanis
destefanis@porto.sv.it

Prot. 5101/tec
Savona, 31.05.2017

OGGETTO: Disponibilità di utilizzo presso la Piattaforma multifunzionale di Vado Ligure di terre e rocce da scavo provenienti dai lavori del canale scolmatore e sistemazione idraulica dei torrenti San Siro e Magistrato in Comune di Santa Margherita Ligure.

Si risconta la nota prot. 15611 del 10.05.2017 di codesto Comune di richiesta di disponibilità all'utilizzo del materiale proveniente dai lavori oggetto, per il quale è in corso la progettazione.

In base alle informazioni contenute nella corrispondenza inviata il materiale sembrerebbe idoneo all'impiego presso la Piattaforma di Vado Ligure per riempimenti. Tuttavia per esprimere nulla osta al conferimento, vincolante, occorre fornire alla scrivente stralcio del Piano di utilizzo ex DM 161/12, per quanto riguarda le modalità di caratterizzazione, nonché copia delle analisi effettuate, granulometriche e ambientali, al fine di valutare la compatibilità rispetto al Protocollo di conferimento per il cantiere di cui alle DGR 779/2014, 202/2016 e 215/2017 che si allegano.

Si precisa che presso il cantiere Piattaforma i conferimenti saranno possibili indicativamente fino a tutto il primo semestre 2018.

Si esprime comunque interesse al possibile conferimento presso altri lavori realizzati dall'Amministrazione, previa verifica della compatibilità del materiale e delle tempistiche di cantiere.

Si resta a disposizione per chiarimenti.

Riferimenti: mail pelizza@porto.sv.it – telefono 019-8554222 – cellulare 334-6534492

Distinti saluti.

Ufficio del RUP
ing. Susanna Pelizza

Firmato digitalmente da
Susanna Pelizza

File: 600-TerreRocceSantaMargheritaLigure.docx

Via Gramsci 14 int. 7 – 17100 Savona
Tel. 019 85541 Fax 019 827399 Email: authority@porto.sv.it

Lettera di disponibilità delle Cave di Frisolino S.r.L. al recepimento dei materiali provenienti dalla scavo dell'opera prevista per il recupero o lo smaltimento con gestione diretta .

CAVE DI FRISOLINO S.r.l.
PRODUZIONE E FORNITURA PIETRISCO SABBIA E CONGLOMERATI BITUMINOSI
Via Frisolino - Loc. Rocche - 16040 NE
Tel. 0185 337006 - Fax 0185 337661
Reg. Imp. di Chiavari / C.F. 03121510105
Cap. Soc. € 52.000,00 I.V. - P.I.V.A.00205190994
Fasc. n. 6597 - R.E.A. di GE n. 319153 GE

CE 1372

37645
31/10/2017
FRA

Spett.le
Comune di Santa Margherita Ligure
Area di Linea 4 Servizio Opere
Infrastrutturali – Tutela - Ambiente
Piazza G. Mazzini 46
16038 Santa Margherita Ligure

Alla Cortese att. Ing.Pietro Feriani

Ne, Il 31/10/2017

Oggetto: PROGETTAZIONE DEFINITIVA PER LA REALIZZAZIONE DI UN CANALE SCOLMATORE E SISTEMAZIONE IDRAULICA DEI TORRENTI SAN SIRO E MAGISTRATO. IN COMUNE DI SANTA MARGHERITA LIGURE (GE)
- MATERIALI PROVENIENTI DAGLI SCAVI PREVISTI -

In riferimento ai rapporti intercorsi con Il Dr. Geol. Luciano Minetti, estensore della Studio sul Piano di Utilizzo Delle Terre e Rocce da Scavo, riferito al progetto di cui all'oggetto, il soscritto Signor Alloro Gianpiero in qualità di legale rappresentante della società "Cave di Frisolino S.r.l.", con sede in 16040 Ne (Ge) via Frisolino loc. Rocche p.i. 00205190994 c.f. 03121510105, col la presente

COMUNICA

Che la scrivente Società si rende disponibile al recepimento dei materiali provenienti dalle operazioni di scavo previsti per la realizzazione dell'opera, di cui all'oggetto, nei nostri siti autorizzati in loc. Rocche e loc. Iscioli, presenti sul territorio comunale di Ne (GE) con la seguente ipotesi di gestione:

conferimento del materiale di risulta alla nostra Società con attività di recupero o smaltimento rifiuti non pericolosi con nostra gestione diretta.

Si sottolinea che per le operazioni prospettate di cui sopra la Società scrivente è dotata delle necessarie caratteristiche ed autorizzazioni richieste dalla specifica normativa di settore.

Sarà comunque attivata la comunicazione al Comune di Ne a riguardo della attività previste.

La presente intesa non rappresenta obbligazione tra le parti, comunque si chiede di restare informati sulle successive fasi inerenti l'intervento a progetto per i fini cui si aderisce.

Si coglie l'occasione per porgere i più cordiali saluti.

CAVE DI FRISOLINO Srl
Via Frisolino - Loc. Rocche
16040 NE (GE)
Tel.: 0185.337006 - Fax 0185.337661
C.F.: 03121510105 - P.I.: 00205190994

Lettera di disponibilità delle Cave di Frisolino S.r.L. al recepimento dei materiali provenienti dalla scavo dell'opera prevista per la riqualificazione ambientale di cava.

CAVE di FRISOLINO s.r.l.
PRODUZIONE E FORNITURA PIETRISCO
SABBIA E CONGLOMERATI BITUMINOSI
Via Frisolino - Loc. Rocche - 16040 NE
Tel. 0185 337006 - Fax 0185 337661
Reg. Imp. di Chiavari / C.F. 03121510105
Cap. Soc. € 52.000,00 I.V. - P.I.V.A.00205190994
Fasc. n. 6597 - R.E.A. di GE n. 319153 GE

CE 1372

Spett.le
Comune di Santa Margherita Ligure
Area di Linea 4 Servizio Opere
Infrastrutturali – Tutela - Ambiente
Piazza G. Mazzini 46
16038 Santa Margherita Ligure

Alla Cortese att. Ing.Pietro Feriani

Ne, lì 26/01/2018

Oggetto: PROGETTAZIONE DEFINITIVA PER LA REALIZZAZIONE DI UN CANALE SCOLMATORE E SISTEMAZIONE IDRAULICA DEI TORRENTI SAN SIRO E MAGISTRATO. IN COMUNE DI SANTA MARGHERITA LIGURE (GE)
- MATERIALI PROVENIENTI DAGLI SCAVI PREVISTI -

In riferimento ai rapporti intercorsi con Il Dr. Geol. Luciano Minetti, estensore della Studio sul Piano di Utilizzo Delle Terre e Rocce da Scavo, riferito al progetto di cui all'oggetto, il soscritto Signor Alloro Gianpiero in qualità dl legale rappresentante della società "Cave di Frisolino S.r.l.", con sede in 16040 Ne (Ge) via Frisolino loc. Rocche p.i. 00205190994 c.f. 03121510105, col la presente

COMUNICA

Che la scrivente Società si rende disponibile al recepimento dei materiali provenienti dalle operazioni di scavo previsti per la realizzazione dell'opera, di cui all'oggetto, nei nostri siti autorizzati in loc. Iscioli, presenti sul territorio comunale di Ne (GE) con la seguente ipotesi di gestione:

conferimento materiale derivante dagli scavi come sottoprodotto, alla nostra Società con attività connesse alla riqualificazione ambientale di cava.

Si sottolinea che per le operazioni prospettate di cui sopra la Società scrivente è dotata delle necessarie caratteristiche ed autorizzazioni richieste dalla specifica normativa di settore.

Sarà comunque attivata la comunicazione al Comune dl Ne a riguardo della attività previste.

La presente intesa non rappresenta obbligazione tra le parti, comunque si chiede di restare informati sulle successive fasi inerenti l'intervento a progetto per i fini cui si aderisce.

Si coglie l'occasione per porgere i più cordiali saluti.

CAVE DI FRISOLINO S.r.l.
Via Frisolino - Loc. Rocche
16040 NE (GE)
Tel.: 0185.337006 - Fax: 0185.337661
C.F.: 03121510105 - P.I.: 00205190994

ALLEGATO 6

Ripascimento strutturale Santa Margherita Ligure

Contenuti:

- Elaborati presentati dalla “Società Santa Benessere & Social S.p.A.” a titolo “Porto di Santa Margherita Ligure Progetto Definitivo di messa in sicurezza ed adeguamento funzionale con riqualificazione degli Ormeggi e del Litorale Sud”

PROGETTO:	**PROGETTO DEFINITIVO PORTO DI SANTA MARGHERITA LIGURE** **MESSA IN SICUREZZA ED ADEGUAMENTO FUNZIONALE CON RIQUALIFICAZIONE DEGLI ORMEGGI E DEL LITORALE SUD**
SOGGETTO PROMOTORE:	**SANTA BENESSERE & SOCIAL S.p.a.** Santa Benessere & Social S.p.a. Piazza Mazzini, 12 16045 Chiavari (GE) T +39 0185 320868 F +39 0185 323189 E mfelugo@yahoo.it PRESIDENTE: Maurizio Felugo - PROJECT MANAGER: Ing. Pietro Zanoni - ASSISTENZA TECNICA: Arch. Gio Gozzi
ARCHITETTURA:	**OBR** Open Building Research S.r.l. Via Ciovasso, 4 20121 Milano T +39 02 84268200 F +39 02 8268250 E info@obr.eu RESPONSABILE: Arch. Paolo Brescia - COORDINAMENTO: Arch. Andrea Casetto
INGEGNERIA IDRAULICO-MARITTIMA:	**ACQUATECNO** Acquatecno S.r.l. Via Ajaccio, 14 00198 Roma T +39 06 44702081 F +39 06 44704906 E info@acquatecno.it RESPONSABILE: Ing. Paolo Turbolente
INGEGNERIA STRUTTURALE:	**MILAN INGEGNERIA** Milan Ingegneria S.r.l. Via Thaon di Revel, 21 20159 Milano T +39 02 36798890 F +39 02 36798892 E info@buromilan.com RESPONSABILE: Ing. Maurizio Milan
INGEGNERIA IMPIANTISTICA, PREVENZIONE INCENDI E SICUREZZA:	**UNITED CONSULTING** United Consulting Via Thaon di Revel, 21 20152 Milano T + 39 02 45397370 E info@unitedconsulting.it RESPONSABILE: Ing. Luca Giannelli
DOCUMENTI TECNICO-ECONOMICI:	**GAD** Global Assistance Development S.r.l. via Maurizio Quadrio, 12 20154 Milano T +39 02 29005672 F +39 02 65560517 E info@gadstudio.e RESPONSABILE: Geom. Gianpiero Aresi
URBANISTICA:	**ARCH. CARLO BERIO** Arch. Carlo Berio Piazza Marsala, 13 16122 Genova T +39 010 8398483 E carloberio@studioberio.it RESPONSABILE: Arch. Carlo Berio
CONSULENZA LEGALE:	**IADEVAIA** Iadevaia - Studio Legale e Tributario Via Giacomo Leopardi, 21 20123 Milano T +39 02 92801820 F +39 02 92801820 E alberto@iadevaia.it RESPONSABILE: Avv. Alberto Iadevaia
RILIEVO:	**GEO-T.E.C.** GEO-T.E.C. Studio Tecnico Topografico Associato Corso Italia, 9 int.2 16035 Rapallo (GE) T +39 0185 62830 F +39 0185 1831378 E geotec@geotecrapallo.it RESPONSABILE: Geom. Paolo Ghigliotti
GEOLOGIA E AMBIENTE:	**GEOLAMBDA** Geolambda Engineering S.r.l Via A. Diaz, 22 26845 Codogno (LO) T +39 0377 433021 F +39 0377 402035 E segreteria@geolambda.it RESPONSABILE: Geol. Marco Daguati
ARCHEOLOGIA:	**STUDIUM S.A.S. ARCHEOLOGIA** Studium S.a.s. Archeologia Via Marco Polo, 32 bis 10129 Torino T +39 011 855666 F +39 011 855666 E info@studiumarcheologia.com RESPONSABILE: Dott.ssa Frida Occelli
TITOLO ELABORATO:	# Opere Marittime # Relazione intervento di ripascimento

CODICE PROGETTO	LIVELLO PROGETTAZIONE	DISCIPLINA	QUADRANTE	NUMERO ELABORATO	REVISIONE
079	PD	OM	-		-

NOME FILE	SCALA	EMESSO DA	DATA PRIMA EMISSIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO
	-	ACQ	04-12-2017	P.Turbolente	P.Turbolente	P.Turbolente

REVISIONI:

NUMERO REVISIONE	DATA REVISIONE	OGGETTO REVISIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO

Indice

PREMESSA

1. ANALISI IDRAULICO MARITTIMA

1.1 MOTO ONDOSO A LARGO E NEL BACINO PORTUALE

1.2 VARIAZIONI DEL LIVELLO MARINO

1.3 CIRCOLAZIONE COSTIERA, RICAMBIO DELLE ACQUE ALL'INTERNO DEL BACINO PORTUALE E CONSEGUENZE SUL LITORALE DI GHIAIA

1.4 DINAMICA LITORANEA E STABILITÀ DEL RIPASCIMENTO

2. BARRIERA SOFFOLTA PER PROTEZIONE RIPASCIMENTO ARTIFICIALE

2.1 VERIFICA STABILITA' MASSI DI MANTELLATA

2.2 VALUTAZIONE EQUILIBRIO EVOLUTIVO TRASVERSALE SPIAGGIA IN GHIAIA

3. BIBLIOGRAFIA

PREMESSA

La presente relazione di calcolo idraulico marittimo relativa al progetto di messa in sicurezza ed adeguamento funzionale con riqualificazione degli ormeggi e del litorale Sud del porto di Santa Margherita Ligure riporta i calcoli di verifica ingegneristica marittima relativi alla spiaggia artificiale.
In particolare la stabilità della mantellata di protezione della barriera soffolta posta al piede del ripascimento e la stabilità trasversale di una sezione tipo del ripascimento in ghiaia previsto.

1. ANALISI IDRAULICO MARITTIMA

1.1 MOTO ONDOSO A LARGO E NEL BACINO PORTUALE

Per il progetto definitivo porto di Santa Margherita Ligure, è stato calcolato il regime del moto ondoso al largo del sito di interesse.
Queste informazioni sono necessarie per il successivo studio di trasferimento largo-riva dell'onda di progetto e la conseguente agitazione ondosa interna dovuta ad essa.
La consultazione di dati storici della zona di interesse ha evidenziato la mancanza di strumentazioni di misura in prossimità del Porto.
Per far fronte a questa mancanza sono stati utilizzati i dati ondosi registrati dalla boa ondametrica di La Spezia con una copertura temporale di 25 anni, dal 1989 al 2014 e con esposizione del paraggio del tutto analoga a quella di Santa Margherita Ligure.
E' stato individuato un settore di traversia proveniente da Sud - Ovest (205° N - 265° N).
La costruzione del campione statistico ha imposto diverse fasi di calcolo. Il primo passo è stato andare ad individuare le mareggiate indipendenti tra loro.
Il secondo passo è stato quello di identificare le mareggiate omogenee. Questo è stato eseguito innalzando la soglia di troncamento da 1,00 m a 3,00 m. s.l.m.m..
Nella fase finale sono stati presi in considerazione solo i valori massimi delle singole mareggiate precedentemente individuate.
Determinato il campione statistico, è stato effettuato un processo di inferenza statistica che ha permesso di calcolare l'altezza d'onda di progetto in funzione di un determinato tempo di ritorno.
Il calcolo del tempo di ritorno è stato eseguito prendendo in considerazione due fattori principali: l'effetto economico e la perdita di vite umane.
Nel caso in cui, a seguito di una mareggiata, la diga frangiflutti subisse un danno totale, sulla base di questi fattori è stato utilizzato un tempo di ritorno pari a 154 anni.
I parametri per la stima del tempo di ritorno sono stati presi dalla TABELLA 1 e 2 delle Istruzioni Tecniche per la progettazione delle dighe frangiflutti, edite dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (1996).
Il processo di inferenza statistica ha mostrato che la distribuzione di probabilità che meglio si adatta al campione statistico è quella di Frechet, quindi invertendo questa distribuzione, in funzione del tempo di ritorno, è stato possibile calcolare l'altezza dell'onda di progetto al largo.
Il calcolo del periodo significativo è stato effettuato per mezzo di una correlazione tra altezza d'onda ed il periodo di tutti i dati disponibili, applicando un coefficiente di amplificazione è stato calcolato il periodo di picco per l'onda di progetto.
La tabella sottostante riassume i dati di progetto elaborati:

Tr[anni]	Hs[m]	Ts[s]	Dir[°N]
154	7,47	8,72	205 - 265

Ai fini dell'individuazione dei vari parametri ondosi al largo utili agli studi di agitazione ondosa interna al porto di Santa Margherita Ligure e del calcolo dell'onda di progetto della diga frangiflutti in condizioni di danno incipiente e della barriera soffolta atta a realizzare la difesa al piede della spiaggia, si è anche stimato il modo ondoso avente tempo di ritorno pari a 5,10 e 50 anni.

Tr[anni]	Hs[m]	Ts[s]	Dir[°N]
5	5,31	7,94	205 – 265
10	5,69	8,09	205 – 265
50	6,68	8,45	205 – 265

Le condizioni ondose di largo sono state quindi propagate sotto costa mediante un modello matematico (Mike21)
Lo studio di propagazione delle onde da largo a riva è stato redatto per poter conoscere l'altezza d'onda in prossimità del porto di Santa Margherita Ligure.

Le condizioni ondose in ingresso sono state determinate dallo studio meteomarino.
Da tale studio è state individuate diverse onde rilevanti ai fini della progettazione delle opere di difesa, provenienti da Sud - Ovest (205°N - 265°N).
E' stato utilizzato il modello numerico MIKE 21 SW che è basato sulla risoluzione numerica nel dominio e nel tempo dell'equazione di bilancio dell'azione delle onde per la propagazione dell'onda da largo a riva (in prossimità dell'imboccatura portuale).
Tale modello è in grado di simulare la crescita dell'onda per effetto del vento, l' interazione non lineare tra le onde, la dissipazione dovuta al white capping, la dissipazione dovuta all'attrito con il fondo, il frangimento dell'onda su profondità limitate, la rifrazione e shoaling dovuti alla batimetria, la diffrazione e la riflessione semplice.
Da tale studio si sono potuti individuare i parametri d'onda in prossimità della barriera soffolta posta a protezione della spiaggia artificiale che risultano essere:

Direzione al largo [°N]	H largo [m]	ts largo [s]	H[m] barriera	ts costa[a]	Direzione costa[°N]
180	6.68	8.45	2.66	8.34	139
150	6.68	8.45	**3.13**	8.33	137
120	6.68	8.45	1.60	8.36	136

1.2 VARIAZIONI DEL LIVELLO MARINO

La conoscenza delle massime variazioni quasi-statiche del livello marino, dovute a cause diverse (principalmente la marea astronomica e "meteorologica"), è necessaria per molteplici scopi: per una corretta progettazione delle quote da assegnare alle opere a mare e delle profondità minime richieste all'imboccatura.
Dal punto di vista geologico (lungo termine) la costa in esame si presenta abbastanza stabile; non risultano problemi di eustatismo o subsidenza.
Per quanto riguarda le variazioni a breve termine, periodiche e non, occorre distinguere gli effetti della marea astronomica, dall'azione del vento e della pressione atmosferica ("marea meteorologica"), le variazioni stagionali di densità ed anche il sovralzo d'onda presente sulla battigia durante le mareggiate.
Nel Mar Mediterraneo e soprattutto nel paraggio costiero di S. Margherita Ligure le escursioni del livello del mare sono di fatto molto modeste, anche se eccezionalmente si possono verificare variazioni significative.

Marea astronomica
Le ampiezze ed i tempi di marea giornalieri sono prevedibili con esattezza per un gran numero di località e sono pubblicati annualmente dall'Ufficio Idrografico della Marina Militare di Genova sulle "Tavole di Marea". Per il caso in esame si possono ben utilizzare i dati forniti per il vicino porto di Palermo, i massimi dislivelli positivi raggiungono i valori di $\pm$0.20 m rispetto al livello medio del mare,

Variazioni meteorologiche di livello marino
Dislivello barico
Un poco maggiore risulta invece il massimo contributo che può essere fornito da variazioni della pressione atmosferica. E' noto infatti che un abbassamento barico di 1 mb rispetto al valore normale (1013 mb) produce un innalzamento di circa 1 cm del livello marino e viceversa.
Nell'area di S. Margherita Ligure i valori misurati minimi e massimi della pressione (legati al passaggio dei cicloni ed anticicloni) risultano pari a 978 mb e 1044 mb.

Ne consegue quale effetto "barico" un massimo sovralzo marino di 0,35 m ed un massimo abbassamento del livello di 0,31 m. In condizioni estreme eccezionali tali valori possono aumentare ancora di qualche centimetro.

Sovralzo di vento
Trascurabile, invece, risulta il contributo del vento nella zona di S. Margherita Ligure.
Infatti il sovralzo di vento dovuto all'accumulo d'acqua sottocosta per azione di venti foranei permanenti è contenuto in pochi centimetri data la limitatissima estensione della piattaforma continentale: l'isobata -200 si trova a soli 8 Km dalla costa.
Il calcolo del massimo sovralzo di vento è stato effettuato mediante una nota formulazione analitica implicita: $S = \{K_p L_p U^2/[g (D - d - S)]\} \ln [D/(d + S)]$
dove:
U = velocità del vento persistente (m/s);
D = profondità limite della piattaforma continentale (200 m);
L_p = estensione della piattaforma (distanza tra d e D nella direzione del vento) (m);
d = profondità ove si calcola il sovralzo (m);
g = accelerazione di gravità (9,81 m/s2);
K_p = coefficiente pari a 3 x 10-6
Considerando l'azione di un vento costante diretto verso la costa con velocità di 28 m/s ed un'estensione della piattaforma continentale (fondale -200 m) pari a 8 km, si è ricavato un innalzamento massimo del livello del mare in corrispondenza delle opere progettate pari a 0,03 m.

Valori estremi
Considerando che in generale non si verifica la piena concomitanza per i sovralzi di carattere meteorologico ed astronomico, si può cautelativamente assumere una riduzione del 20% della somma dei termini di sovralzo meteorologico a quelli astronomici.
In definitiva, per i contributi positivi e negativi, si ottengono i seguenti massimi dislivelli rispetto al medio mare:
Sovralzo S_u = +0,20 m + 0,80 (0,35 m +0,03 m) = +0,50 m
Abbassamento S_d = -0,20 m + 0,80 (-0,31 m) = -0,45 m

1.3 CIRCOLAZIONE COSTIERA, RICAMBIO DELLE ACQUE ALL'INTERNO DEL BACINO PORTUALE E CONSEGUENZE SUL LITORALE DI GHIAIA

La morfologia costiera del paraggio e dell'infrastruttura portuale, alquanto aperta (anche alla penetrazione ondosa purtroppo) comporta minori problemi di ricambio idrico portuale, riducendo il rischio di fenomeni eutrofici.
Tale spiaggia artificiale è stata dimensionata a partire dalle condizioni ondose sotto costa ivi determinate e riportate nel precedente paragrafo 3.3.
La spiaggia artificiale progettata è caratterizzata da uno sviluppo longitudinale di circa 210 m e prevede un incremento verso largo dell'attuale linea di riva di circa 35 m.
Il materiale di ripascimento è costituito da ghiaia avente D_{50} = 5 mm ed è protetto al piede ed ai fianchi da una barriera soffolta avente coronamento alla quota -2,00 m s.l.m.m. costituita da una scogliera protetta da una mantellata in massi naturali da 3 a 7 t di pezzatura posta in doppio strato di spessore complessivo pari a 2,50 m su uno strato filtro di massi naturali da 50 – 1.000 kg posti in doppio strato per 1,20 m di spessore complessivo, a loro volta posti sul nucleo in tout venant di cava.
Al fine di impedire la "migrazione/erosione" delle parti più fine del ripascimento verso il largo è stata interposta tra la barriera ed il ripascimento un ulteriore filtro realizzato da uno strato di geotessuto e da un riempimento in massi naturali da 50 – 1.000 kg.
Si rimanda alla relativa relazione di calcolo per approfondimenti.

1.4 DINAMICA LITORANEA E STABILITÀ DEL RIPASCIMENTO

I calcoli di verifica della stabilità del ripascimento, riportati nei paragrafi seguenti, sono stati effettuati mediante il modello di Van der Meer (1988) che considera la stabilità trasversale dell'opera. L'esame dell'equilibrio morfologico longitudinale dell'opera non

sarebbe stato investigabile mediante i modelli ad una linea data la ridotta dimensione longitudinale della spiaggia artificiale (prevale la dinamica trasversale su quella longitudinale)
Le spiagge sono caratterizzate da una risposta dinamica all'azione del moto ondoso mediante la formazione di un profilo di equilibrio diverso a seconda delle caratteristiche del moto ondoso d'attacco.
Per le spiagge non è importante il grado di danneggiamento, inteso come percentuale di materiale movimentato a seguito di una mareggiata, bensì la configurazione del profilo ed altre caratteristiche geometriche che danno informazioni sulla sua stabilità (ad esempio il massimo arretramento della linea di riva, la massima oscillazione planimetrica della battigia oppure la presenza di frazioni di materiale fino in alcuni punti della spiaggia sommersa).
Il modello matematico proposto da Van der Meer (Delft Hydraulics 1988) per la descrizione delle caratteristiche geometriche del profilo trasversale in funzione delle grandezze significative del moto ondoso, è il risultato dell'analisi di numerose prove di laboratorio su modello fisico mediante l'utilizzo di onde irregolari.
Stimati i valori dei parametri di Van der Meer è stato individuato il profilo di equilibrio della spiaggia in funzione di un'onda avente tempo di ritorno 50 anni.
Da tale studio è emerso che il Dn50 a disposizione per riprofilare la spiaggia è stabile alla luce della presenza di una barriera soffolta che ne impedisce la dispersione in mare.

2. BARRIERA SOFFOLTA PER PROTEZIONE RIPASCIMENTO ARTIFICIALE

2.1 VERIFICA STABILITA' MASSI DI MANTELLATA

La mantella della sezione di tronco della barriera soffolta posta a protezione del ripascimento artificiale è stata dimensionata mediante le formule di Van der Meer il cui tabulato di calcolo è riportato di seguito:

Van der Meer (Prog. di scogliere in massi naturali)

Criterio discriminatore per uso Plunging/Surging

$H_{sc} = aT_m^2 =$	2,13	
ove:		
$T_m =$	7,35	s
cotg $\alpha =$	1,3333	
P =	0,4	

Formula base per Plunging (se $H_s > H_{sc}$) presente caso

$$\mathbf{M_{50}(t)} = \rho_r H_s^{2,25} T_m^{1,5} / K_{pl}^{*} \cot g\alpha^{1,5} \Delta^3 =$$

8,46572126	t	no tracimazione	
2,88707619	t	tracimazione	
2,89	**t**	= valore da considerare di M_{50}	

$\rho_r =$	2,6	t/m^3
$\rho_w =$	1,025	t/m^3
$\Delta =$	1,54	
cotg $\alpha =$	1,3333	
$T_m =$	7,35	s
$H_s =$	3,13	m
$K_{pl} =$	14,28	
$K_{pl}^{*} = K_{pl}K_1K_2 =$	41,87	
P =	0,4	
S =	2	
$K_1 =$	1	durata mareggiate
$K_2 =$	1	se no tracimabilità
$K_2 =$	2,93	tracimabilità diga
Rc (elev. Diga) =	-2	m s.l.m.m.

In favore della sicurezza viene quindi adottata una mantellata costituita da un doppio strato di massi naturali da 3 a 7 t (III categoria) posta su di uno strato filtro di massi naturali da 50 a 1.000 kg (I categoria) con pendenze del paramento pari a 3 su 4.
Gli spessori dei doppi strati sono stati valutati mediante l'espressione seguente

$$r = n K_\Delta (P/\gamma_s)^{1/3}$$

ove
n = 2 strati
K_Δ = 1,00 (coefficiente valido per massi naturali)
γ_s = peso specifico massi naturali = 2,6 t/m3
Di conseguenza per massi naturali da 3 a 7 t si ha r = 2,50 m mentre per i massi naturali da 50 a 1.000 kg si ha r = 1,20 m.

2.2 VALUTAZIONE EQUILIBRIO EVOLUTIVO TRASVERSALE SPIAGGIA IN GHIAIA

Le strutture quali le spiagge e le scogliere, vengono definite anche “strutture a stabilità dinamica”, in quanto rispondono con una variazione del profilo, sia longitudinale sia trasversale, all’azione del moto ondoso.
I singoli elementi granulometrici che la compongono sono spostati dall’energia dell’onda fino a quando non si genera una particolare forma per la quale la capacità di trasporto lungo il profilo si azzera.
Per le spiagge, il materiale presente nell’intorno del livello medio mare (swash zone) viene continuamente movimentato ad ogni risalita (run up) e ridiscesa (run down) dell’onda, ma quando il trasporto netto si azzera, il profilo della spiaggia raggiunge una condizione di equilibrio dinamico alla quale corrisponde una geometria costante che dura finché le condizione del modo ondoso rimangono anch’esse costanti.
Le spiagge sono caratterizzate da una risposta dinamica all’azione del moto ondoso mediante la formazione di un profilo di equilibrio diverso a seconda delle caratteristiche del moto ondoso d’attacco.
Per le spiagge non è importante il grado di danneggiamento, inteso come percentuale di materiale movimentato a seguito di una mareggiata, bensì la configurazione del profilo ed altre caratteristiche geometriche che danno informazioni sulla stabilità di essa come ad esempio il massimo arretramento della linea di riva, la massima oscillazione planimetrica della battigia oppure la presenza di frazioni di materiale fino in alcuni punti della spiaggia sommersa.
Per i motivi sopracitati la stabilità dei materiali messi in movimento dal moto ondoso costituisce un argomento molto diffuso da molti anni.
Gli studi di letteratura più recenti includono la stabilità dinamica dei frangiflutti in massi naturali ed uno degli obiettivi principali di tali studi fu quello di individuare i punti mancanti nella conoscenza sulla stabilità statica e dinamica di scarpate rocciose e di spiagge in ghiaia.
I risultati di questi studi sono poi stati utilizzati da Van der Meer per perfezionare un più efficiente modello di analisi (Delft Hydraulics 1988).
Il modello matematico proposto da Van der Meer per la descrizione delle caratteristiche geometriche del profilo trasversale in funzione delle grandezze significative del moto ondoso, è il risultato dell’analisi di numerose prove di laboratorio su modello fisico mediante l’utilizzo di onde irregolari.
Le prove sono state eseguite in modo da descrivere l’intero campo di stabilità dinamica delle spiagge in ghiaia che può essere posto pari a

$$6 < \frac{H_s}{\Delta D_{n50}} < 500.$$

A tal fine sono state utilizzate rappresentazioni con valori del diametro nominale Dn50=0.011-0.026 m adottando un assortimento dei granuli pari a D85/D15 ed altezze d’onda significativa variabili tra 0.13 e 3.0 m con periodi medi Tm= 1.3-3.0s.
La stabilità dinamica può essere descritta da 6 parametri di altezza o lunghezza e due angoli di inclinazione che caratterizzano il profilo sotto l’attacco del moto ondoso.
Le variabili che governano la stabilità dinamica sono:

Diametro nominale	Dn50
Densità relativa del granulo	Δ
Altezza d’onda significativa sulla spiaggia	Hs
Periodo medio	Tm
Durata della mareggiata o numero di onde	N
Profondità al piede della spiaggia	H
Angolo d’attacco	ψ

Descrizione dei parametri e loro influenza

L'altezza d'onda e periodo hanno effetti simili sulla formazione del profilo, questa caratteristica viene espressa mediante la variabile adimensionale combinata altezza d'onda-periodo Ho To descritta da:

$$H_o T_o = \frac{H_s}{\Delta D_{n50}} \sqrt{\frac{g}{D_{n50}}} \cdot T_m$$

Ove:

$H_o = \frac{H_s}{\Delta D_{n50}}$ = parametro adimensionale d'altezza d'onda (=Ns)

$T_o = \sqrt{\frac{g}{D_{n50}}} \cdot T_m$ = parametro adimensionale di periodo d'onda, riferiti al Dn50

La durata della mareggiata ha influenza fino ad un numero elevato di onde, la forma dello spettro non ha influenza sul profilo, usando Tm come periodo dell'onda, per valori del rapporto

$\frac{H_s}{\Delta D_{n50}} < 15 - 20$

il profilo risultante è influenzato dalla pendenza iniziale.

La forma del materiale, spigoloso, allungato e liscio o arrotondato, non ha nessuna influenza sul profilo, esso è influenzato dall'angolo di attacco del moto ondoso ψ. I parametri di altezza e lunghezza vanno ridotti secondo il coseno di ψ.

Il profilo al disotto del livello medio marino diviene più inclinato quando la struttura è situata in acque basse.

Tutti i parametri geometrici del profilo, tranne lt, possono essere espressi nella seguente forma:

$$\frac{par}{D_{n50} N_a} = \left(\frac{H_o T_o}{b}\right)^{\frac{1}{c}}$$

Dove i coefficienti a, b e c variano da un parametro all'altro.

In particolare si ha:

$$l_r = \left(\frac{H_o T_o}{2{,}9}\right)^{1/1{,}3} D_{n50} N^{0{,}05}$$

$$l_c = \left(\frac{H_o T_o}{22}\right)^{1/1{,}2} D_{n50} N^{0{,}12}$$

$$h_c = \left(\frac{H_o T_o}{25}\right)^{1/1{,}5} D_{n50} N^{0{,}15}$$

$$l_s = \left(\frac{H_o T_o}{3{,}8}\right)^{1/1{,}3} D_{n50} N^{0{,}07}$$

$$h_s = \left(\frac{H_o T_o}{16{,}5}\right)^{1/1{,}5} D_{n50} N^{0{,}07}$$

$$h_t = \left(\frac{H_o T_o}{5}\right)^{1/1{,}5} D_{n50} N^{0{,}04}$$

Le curve che rappresentano rispettivamente la parte emersa e quella sommersa della zona di swash (run-up e run-down), sono costituite dalle due funzioni di potenza seguenti:

$y = a_4 x^{0,83}$ per il tratto sotto il livello del mare

$y = a_5(-x)^{1,15}$ per il tratto sopra il livello del mare

Nella quali i valori da attribuire ai coefficienti a4 ed a5 vanno determinati inserendo le coppie di valori hc, lc e di hs, ls rispettivamente nella prima e nella seconda equazione.

Applicazione al presente caso

La prima fase consiste nell'individuare dai profili misurati i parametri geometrici associati alle condizioni d'onda determinate dallo studio di trasferimento ondoso largo-riva, non si sono riscontrate grosse difficoltà nell'individuare i parametri hc, lc ed lr soprattutto per quanto riguarda i profili risultanti da azioni molto intense del moto ondoso, mentre è stato più difficoltoso stimare i parametri ls ed hs inerenti la parte sommersa della spiaggia, la quale è stata realizzata mediante un attento confronto tra profili.

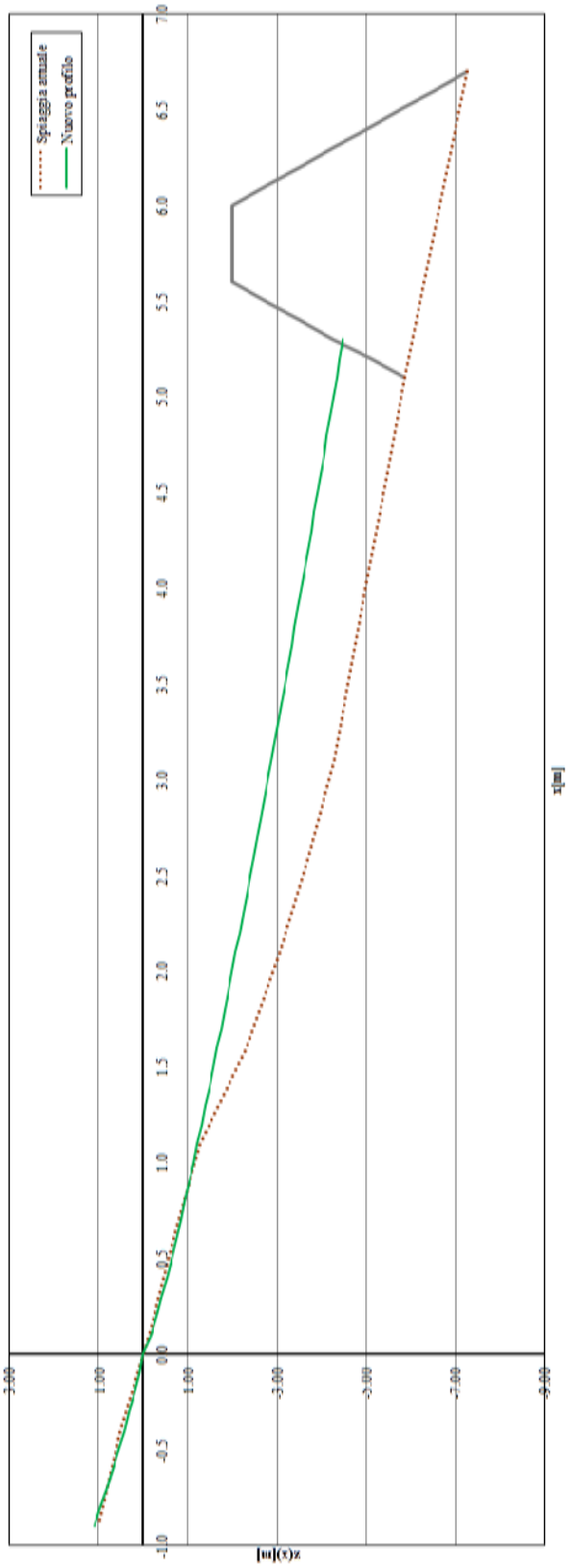
I valori delle grandezze individuate sono riportati nella tabella sottostante.

HoTo	5721375	-	Numero di Van der Meer
lr	44.46	m	limite Run-up
lc	40.09	m	posizione cresta
hc	6.10	m	altezza cresta
ls	43.56	m	posizione scarpata
hs	3.80	m	profondità scarpata
ht	6.37	m	profondità di transizione

Stimati i valori dei parametri di Van der Meer è stato individuato il profilo di equilibrio della spiaggia in funzione di un'onda avente tempo di ritorno 50 anni, da tale studio è emerso che il Dn50 a disposizione per riprofilare la spiaggia è stabile alla luce della presenza di una barriera soffolta che ne impedisce la dispersione in mare.

Nella figura sottostante è riportata la curva del profilo di equilibrio della spiaggia stimata con i parametri di Van der Meer.

γ_w	**10.1**	kN/m^3	Peso specifico dell'acqua di mare
γ_s	**26.0**	kN/m^3	Peso specifico materiale
Δ	1.57	-	$(\rho_s/\rho_w) - 1$
Hs	**3.13**	m	Altezza d'onda di progetto
D_{n50}	**0.4**	mm	Diametro nominale
P	**0.4**	-	Permeabilità
cot(α)	0.00	-	Inclinazione
T_{0m}	**7.35**	s	Periodo medio
L_{0m}	84.3	m	Lunghezza onda
s_m	0.037	-	Ripidità onda
N_z	**0**	-	Numero di onde


Spiaggia attuale
Nuovo profilo
z(m)
[m]

3. BIBLIOGRAFIA

- U.S. CORP OF ENGINEERS – Coastal Engineering Manual - Coastal Engineering Research Center, Washington D.C., 2001.
- U.S. CORP OF ENGINEERS - Shore Protection Manual - Coastal Engineering Research Center, Washington D.C., 1984.
- ISTITUTO IDROGRAFICO DELLA MARINA MILITARE – Portolano dei mari d'Italia, vol. 1A – Genova.
- ISTITUTO IDROGRAFICO DELLA MARINA MILITARE – Tavole di marea 1998 – Genova.
- ISTITUTO IDROGRAFICO DELLA MARINA MILITARE – Carte nautiche n. 908 INT 3300 (scala 1:250.000), n. 2 (scala 1:100.000), n. 107 (scala 1:30.000) - Genova
- J.E. BOWLES – Foundation Analysis and Design – Mc Graw Hill 4th ed.

PROGETTO:	**PROGETTO DEFINITIVO PORTO DI SANTA MARGHERITA LIGURE** **MESSA IN SICUREZZA ED ADEGUAMENTO FUNZIONALE CON RIQUALIFICAZIONE DEGLI ORMEGGI E DEL LITORALE SUD**
SOGGETTO PROMOTORE:	**SANTA BENESSERE & SOCIAL S.p.a.** Santa Benessere & Social S.p.a. Piazza Mazzini, 12 16045 Chiavari (GE) T +39 0185 320868 F +39 0185 323189 E mfelugo@yahoo.it PRESIDENTE: Maurizio Felugo - PROJECT MANAGER: Ing. Pietro Zanoni - ASSISTENZA TECNICA: Arch. Gio Gozzi
ARCHITETTURA:	**OBR** Open Building Research S.r.l. Via Ciovasso, 4 20121 Milano T +39 02 84268200 F +39 02 8268250 E info@obr.eu RESPONSABILE: Arch. Paolo Brescia - COORDINAMENTO: Arch. Andrea Casetto
INGEGNERIA IDRAULICO-MARITTIMA:	**ACQUATECNO** Acquatecno S.r.l. Via Ajaccio, 14 00198 Roma T +39 06 44702081 F +39 06 44704906 E info@acquatecno.it RESPONSABILE: Ing. Paolo Turbolente
INGEGNERIA STRUTTURALE:	**MILAN INGEGNERIA** Milan Ingegneria S.r.l. Via Thaon di Revel, 21 20159 Milano T +39 02 36798890 F +39 02 36798892 E info@buromilan.com RESPONSABILE: Ing. Maurizio Milan
INGEGNERIA IMPIANTISTICA, PREVENZIONE INCENDI E SICUREZZA:	**UNITED CONSULTING** United Consulting Via Thaon di Revel, 21 20152 Milano T + 39 02 45397370 E info@unitedconsulting.it RESPONSABILE: Ing. Luca Giannelli
DOCUMENTI TECNICO-ECONOMICI:	**GAD** Global Assistance Development S.r.l. via Maurizio Quadrio, 12 20154 Milano T +39 02 29005672 F +39 02 65560517 E info@gadstudio.e RESPONSABILE: Geom. Gianpiero Aresi
URBANISTICA:	**ARCH. CARLO BERIO** Arch. Carlo Berio Piazza Marsala, 13 16122 Genova T +39 010 8398483 E carloberio@studioberio.it RESPONSABILE: Arch. Carlo Berio
CONSULENZA LEGALE:	**IADEVAIA** Iadevaia - Studio Legale e Tributario Via Giacomo Leopardi, 21 20123 Milano T +39 02 92801820 F +39 02 92801820 E alberto@iadevaia.it RESPONSABILE: Avv. Alberto Iadevaia
RILIEVO:	**GEO-T.E.C.** GEO-T.E.C. Studio Tecnico Topografico Associato Corso Italia, 9 int.2 16035 Rapallo (GE) T +39 0185 62830 F +39 0185 1831378 E geotec@geotecrapallo.it RESPONSABILE: Geom. Paolo Ghigliotti
GEOLOGIA E AMBIENTE:	**GEOLAMBDA** Geolambda Engineering S.r.l Via A. Diaz, 22 26845 Codogno (LO) T +39 0377 433021 F +39 0377 402035 E segreteria@geolambda.it RESPONSABILE: Geol. Marco Daguati
ARCHEOLOGIA:	**STUDIUM S.A.S. ARCHEOLOGIA** Studium S.a.s. Archeologia Via Marco Polo, 32 bis 10129 Torino T +39 011 855666 F +39 011 855666 E info@studiumarcheologia.com RESPONSABILE: Dott.ssa Frida Occelli
TITOLO ELABORATO:	# Opere Marittime Computo metrico intervento di ripascimento

CODICE PROGETTO	LIVELLO PROGETTAZIONE	DISCIPLINA	QUADRANTE	NUMERO ELABORATO	REVISIONE
079	PD	OM	-		-

NOME FILE	SCALA	EMESSO DA	DATA PRIMA EMISSIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO
	-	ACQ	04-12-2017	P.Turbolente	P.Turbolente	P.Turbolente

REVISIONI:

NUMERO REVISIONE	DATA REVISIONE	OGGETTO REVISIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO

N. ord.	Art.el. prezzi	Descrizione opere	U.m.	parti simili	Area (m^2)	interasse/lunghezza (m)	Quantità totale	Costo unitario	Importo
		Porto di S. Margherita Ligure (GE)							
		SPIAGGIA ARTIFICIALE							
		Ripascimento in ghiaia con mezzi terrestri							
		Sezione di computo SP1			98,00	30,00	2.940,00		
		Sezione di computo SP2			112,07	55,00	6.163,85		
		Sezione di computo SP3			148,56	57,00	8.467,92		
		Sezione di computo SP4			160,00	52,00	8.320,00		
		Sezione di computo SP5			140,00	30,00	4.200,00		
		subtot	m^3				30.091,77		
		Tout Venant di Cava con mezzi marittimi (>150 t)							
		Sezione di computo SP1			0,71	45,00	31,95		
		Sezione di computo SP2			2,03	46,00	93,38		
		Sezione di computo SP3			1,55	43,00	66,65		
		Sezione di computo SP4			6,47	47,00	304,09		
		Sezione di computo SP5			37,20	55,00	2.046,00		
		subtot	m^3				2.542,07		
		Massi naturali 50-1.000 kg (γ=1,8t/m^3) con mezzi marittimi							
		Sezione di computo SP1			21,71	45,00	976,95		
		Sezione di computo SP2			24,90	46,00	1.145,40		
		Sezione di computo SP3			24,45	43,00	1.051,35		
		Sezione di computo SP4			28,72	47,00	1.349,84		
		Sezione di computo SP5			41,55	55,00	2.285,25		
		subtot	m^3				6.808,79		
		subtot	t	1,80			12.255,82		
		Massi naturali 3-7 t (γ=1,8t/m^3) con mezzi marittimi							
		Sezione di computo SP1			32,75	45,00	1.473,75		
		Sezione di computo SP2			35,12	46,00	1.615,52		
		Sezione di computo SP3			34,90	43,00	1.500,70		
		Sezione di computo SP4			43,55	47,00	2.046,85		
		Sezione di computo SP5			70,73	55,00	3.890,15		
		subtot	m^3				10.526,97		
		subtot	t	1,80			18.948,55		

PROGETTO:

PROGETTO DEFINITIVO PORTO DI SANTA MARGHERITA LIGURE

MESSA IN SICUREZZA ED ADEGUAMENTO FUNZIONALE CON RIQUALIFICAZIONE DEGLI ORMEGGI E DEL LITORALE SUD

SOGGETTO PROMOTORE:

SANTA BENESSERE & SOCIAL S.p.a.
Santa Benessere & Social S.p.a.
Piazza Mazzini, 12
16045 Chiavari (GE)
T +39 0185 320868
F +39 0185 323189
E mfelugo@yahoo.it
PRESIDENTE: Maurizio Felugo - PROJECT MANAGER: Ing. Pietro Zanoni - ASSISTENZA TECNICA: Arch. Gio Gozzi

ARCHITETTURA:

OBR
Open Building Research S.r.l.
Via Ciovasso, 4
20121 Milano
T +39 02 84268200
F +39 02 8268250
E info@obr.eu
RESPONSABILE: Arch. Paolo Brescia - COORDINAMENTO: Arch. Andrea Casetto

INGEGNERIA IDRAULICO-MARITTIMA:

ACQUATECNO
Acquatecno S.r.l.
Via Ajaccio, 14
00198 Roma
T +39 06 44702081
F +39 06 44704906
E info@acquatecno.it
RESPONSABILE: Ing. Paolo Turbolente

INGEGNERIA STRUTTURALE:

MILAN INGEGNERIA
Milan Ingegneria S.r.l.
Via Thaon di Revel, 21
20159 Milano
T +39 02 36798890
F +39 02 36798892
E info@buromilan.com
RESPONSABILE: Ing. Maurizio Milan

INGEGNERIA IMPIANTISTICA, PREVENZIONE INCENDI E SICUREZZA:

UNITED CONSULTING
United Consulting
Via Thaon di Revel, 21
20152 Milano
T + 39 02 45397370
E info@unitedconsulting.it
RESPONSABILE: Ing. Luca Giannelli

DOCUMENTI TECNICO-ECONOMICI:

GAD
Global Assistance Development S.r.l.
via Maurizio Quadrio, 12
20154 Milano
T +39 02 29005672
F +39 02 65560517
E info@gadstudio.e
RESPONSABILE: Geom. Gianpiero Aresi

URBANISTICA:

ARCH. CARLO BERIO
Arch. Carlo Berio
Piazza Marsala, 13
16122 Genova
T +39 010 8398483
E carloberio@studioberio.it
RESPONSABILE: Arch. Carlo Berio

CONSULENZA LEGALE:

IADEVAIA
Iadevaia - Studio Legale e Tributario
Via Giacomo Leopardi, 21
20123 Milano
T +39 02 92801820
F +39 02 92801820
E alberto@iadevaia.it
RESPONSABILE: Avv. Alberto Iadevaia

RILIEVO:

GEO-T.E.C.
GEO-T.E.C. Studio Tecnico Topografico Associato
Corso Italia, 9 int.2
16035 Rapallo (GE)
T +39 0185 62830
F +39 0185 1831378
E geotec@geotecrapallo.it
RESPONSABILE: Geom. Paolo Ghigliotti

GEOLOGIA E AMBIENTE:

GEOLAMBDA
Geolambda Engineering S.r.l
Via A. Diaz, 22
26845 Codogno (LO)
T +39 0377 433021
F +39 0377 402035
E segreteria@geolambda.it
RESPONSABILE: Geol. Marco Daguati

ARCHEOLOGIA:

STUDIUM S.A.S. ARCHEOLOGIA
Studium S.a.s. Archeologia
Via Marco Polo, 32 bis
10129 Torino
T +39 011 855666
F +39 011 855666
E info@studiumarcheologia.com
RESPONSABILE: Dott.ssa Frida Occelli

TITOLO ELABORATO:

Opere Marittime
Studio meteomarino di largo

CODICE PROGETTO	LIVELLO PROGETTAZIONE	DISCIPLINA	QUADRANTE	NUMERO ELABORATO	REVISIONE
079	PD	OM	-	0002	-

NOME FILE	SCALA	EMESSO DA	DATA PRIMA EMISSIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO
079_PD_OM_0002_0.dwg	-	ACQ	04-12-2017	P.Turbolente	P.Turbolente	P.Turbolente

REVISIONI:

NUMERO REVISIONE	DATA REVISIONE	OGGETTO REVISIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO

1. PREMESSA 1

2. METODOLOGIA DI STUDIO 2

3. METODO DI TRASPOSIZIONE GEOGRAFICA DELLE MISURE ONDAMETRICHE. 3

3.1. JONSWAP (1973), SPM (1984) 4

3.2. Donelan (1989) 4

3.3. Contini e De Girolamo (1998) 5

4. CARATTERISTICHE GEOGRAFICHE DEL SITO 6

4.1. Calcolo dei fetches geografici 7

4.2. Calcolo dei fetches efficaci 8

5. REGIME D'ONDA AL LARGO 12

5.1. Descrizione delle fonti di dati disponibili 12

5.2. Clima ondoso al largo 13

5.3. Correlazione tra altezza d'onda e periodo 30

6. ANALISI STATISTICA DEGLI EVENTI ESTREMI 31

6.1. Calcolo del tempo di ritorno 32

6.2. Analisi di inferenza statistica 33

6.3. Individuazione del modello probabilistico per i dati selezionati 37

6.4. Adattamento delle distribuzioni di probabilità 38

6.5. Calcolo delle fasce fiduciarie per il campione statistico 48

6.6. Verifica di adattamento delle distribuzioni attraverso l'impiego di test statistici 51

6.7. Parametri dell'onda di progetto 56

6.8. Stima intervallare dell'onda di progetto 58

7. CONCLUSIONI 60

INDICE DELLE FIGURE 62

INDICE DELLE TABELLE 64

1. PREMESSA

Il presente Studio Meteomarino è stato elaborato a supporto delle attività connesse alla stesura del progetto definitivo del porto di Santa Margherita Ligure.

Nell'ambito del presente Studio sono state inizialmente svolte le indagini conoscitive volte al reperimento dei dati necessari e, successivamente, le analisi finalizzate alla definizione sia dei regimi ondosi sia delle caratteristiche degli stati di mare estremi, tipici del paraggio antistante l'imboccatura del porto di Santa Margherita Ligure.

Il presente documento costituisce la relazione finale ad illustrazione dei risultati ottenuti durante lo Studio suddetto. Pertanto, nel seguito si descriveranno sia la metodologia adottata, sia le tecniche d'elaborazione dati, sia i risultati ottenuti dalle analisi.

2. METODOLOGIA DI STUDIO

Al fine di stabilire l'operatività del porto di Santa Margherita Ligure, è necessario calcolare i regimi ondosi. Pertanto, si è dato corso in primo luogo ad un'indagine conoscitiva riguardo la disponibilità di fonti storiche per i dati relativi all'agitazione ondosa e al vento presenti nell'area d'interesse. Tale indagine ha evidenziato la presenza di una stazione di misura ondametrica direzionale, per il calcolo del regime ondoso, al largo di La Spezia facente parte della Rete Ondametrica Nazionale. In ragione delle differenti caratteristiche del punto di misura e di quello d'interesse, i dati della serie storica di La Spezia non sono stati direttamente impiegati nel calcolo del regime ondoso all'esterno del porto di Santa Margherita Ligure.

Introducendo il concetto di boa virtuale, definito come strumento di calcolo puntuale per la rettifica delle serie ondametriche reali in funzione degli effetti prima elencati, si può affermare che il calcolo del regime ondoso all'esterno del porto è passato per la calibrazione di una boa virtuale:

- i dati misurati al largo di La Spezia sono stati trasposti in un punto al largo di Santa Margherita Ligure, valutando la diversa esposizione all'azione delle perturbazioni atmosferiche.

La calibrazione della suddetta boa virtuale ha implicato la determinazione di funzioni di trasferimento, capaci di rettificare i parametri Hmo, Tp e ϑm in funzione della differenza tra le conformazioni delle aree di generazione e della variabilità del fondale. La prima funzione di trasferimento, per la trasposizione delle serie storiche reali in acqua profonda, è stata determinata in conformità alla metodologia proposta da Contini e De Girolamo (1998), denominata trasposizione geografica del moto ondoso.

In sintesi, la metodologia seguita nello svolgimento dello studio meteomarino può essere schematizzata come segue.

- Caratteristiche geografiche del sito
  - Calcolo dei fetches geografici
  - Calcolo dei fetches efficaci
- Regime d'onda al largo
  - Descrizione delle fonti di dati disponibili
  - Clima ondoso al largo
  - Correlazione tra altezza d'onda e periodo della medesima
- Analisi statistica degli eventi estremi
  - Calcolo del tempo di ritorno
  - Analisi di inferenza statistica
  - Parametri dell'onda di progetto

3. METODO DI TRASPOSIZIONE GEOGRAFICA DELLE MISURE ONDAMETRICHE

Nelle applicazioni d'ingegneria costiera e portuale è necessario disporre di affidabili serie storiche di moto ondoso, caratteristiche del paraggio oggetto di studio. In contrapposizione a tale esigenza si pone il principio di parsimonia nello stabilire il numero delle boe ondametriche, che, necessariamente, risultano ubicate in un ridotto numero di punti, generalmente localizzati al largo delle coste.

Accettare l'ipotesi, per la quale le caratteristiche ondose misurate da una boa siano rappresentative degli stati di mare presenti al largo di un paraggio decentrato rispetto al punto di misura, può condurre ad un errato calcolo dei regimi ondosi e degli eventi estremi per il sito oggetto di studio. A tal riguardo, Contini e De Girolamo (1998) hanno elaborato una procedura di calcolo per la trasposizione delle misure ondametriche tra due punti, caratterizzati da un'esposizione simile delle traversie principali.

La metodologia di trasposizione geografica è basata sull'ipotesi che la velocità e la direzione del vento, agente sull'area di generazione del sito d'interesse, siano equivalenti a quelle che hanno determinato lo stato di mare misurato dalla boa. Sotto tale ipotesi, il metodo di trasposizione geografica permette il calcolo delle correlazioni esistenti tra la direzione media di provenienza, l'altezza significativa ed il periodo di picco del moto ondoso misurato e gli stessi parametri relativi al moto ondoso presente nel punto d'interesse.

Nel caso di fetch limitati, le leggi di correlazione cercate possono essere determinate facendo uso delle formule di ricostruzione del moto ondoso a partire dai dati di vento. In particolare, a seconda della teoria utilizzata, si possono ricavare le seguenti relazioni.

3.1. JONSWAP (1973), SPM (1984)

$$\theta_{\text{virtuale}} = \theta_{\text{misurata}} \qquad (eq.\ 1)$$

$$\frac{H_{mo}\big|_{\text{virtuale}}}{H_{mo}\big|_{\text{misurata}}} = \sqrt{\frac{F_{\text{sito}}(\theta_v)}{F_{\text{boa}}(\theta_v)}} \qquad (eq.\ 2)$$

$$\frac{T_p\big|_{\text{virtuale}}}{T_p\big|_{\text{misurata}}} = \sqrt[3]{\frac{F_{\text{sito}}(\theta_v)}{F_{\text{boa}}(\theta_v)}} \qquad (eq.\ 3)$$

Nelle precedenti relazioni, θ_{misurata} è la direzione media di provenienza del moto ondoso alla boa, θ_{virtuale} è quella nel punto di trasposizione, mentre θv è la direzione media di provenienza del vento, in questo caso coincidente con quella del moto ondoso misurato. Infatti, le teorie di ricostruzione a cui le eq. (2) e (3) fanno riferimento non prevedono alcuna deviazione tra la direzione di provenienza del vento e quella del moto ondoso. Il pedice "misurato" si riferisce alle caratteristiche del moto ondoso registrato dalla boa, mentre quello "virtuale" si riferisce alle caratteristiche del moto ondoso trasposto. Infine, con $F_{\text{sito}}(\theta_v)$ e $F_{\text{boa}}(\theta_v)$ si indicano, rispettivamente, le lunghezze del fetch efficace, lungo la direzione θ_v, con centro nel punto di trasposizione e in quello di ubicazione della boa.

3.2. Donelan (1989)

$$\theta_{\text{virtuale}} = \theta_{\text{misurata}} - \Delta\theta_{boa} + \Delta\theta_{sito} \qquad (eq.\ 4)$$

$$\theta_{\text{virtuale}} = \theta_{\text{misurata}} - \Delta\theta_{boa} + \Delta\theta_{sito} \qquad (eq.\ 5)$$

$$\frac{T_p\big|_{\text{virtuale}}}{T_p\big|_{\text{misurata}}} = \left(\frac{F_{\text{sito}}(\theta_{\text{virtuale}})}{F_{\text{boa}}(\theta_{\text{misurata}})}\right)^{0.23} \left(\frac{\cos(\Delta\theta_{\text{sito}})}{\cos(\Delta\theta_{\text{boa}})}\right)^{0.54} \qquad (eq.\ 6)$$

Nelle precedenti equazioni, oltre ai simboli precedentemente richiamati, si è introdotto l'angolo di deviazione ($\Delta\theta = \theta_o - \theta_v$) tra la direzione media del vento (θ_v) e quella del moto ondoso (θ_o), in un determinato punto dello spazio. Tale angolo di deviazione, secondo Donelan, è funzione della distribuzione direzionale delle lunghezze del fetch efficace. In particolare, data una generica direzione di provenienza del vento (θ_v), l'angolo di deviazione del moto ondoso, in un generico punto della traversia, può essere ricavato determinando il massimo della funzione:

$$\Phi(\Delta\theta) = F(\theta_o)^{0.426} \cos(\Delta\theta) \qquad (eq.\ 7)$$

3.3. Contini e De Girolamo (1998)

$$\theta_{\text{virtuale}} = \theta_{\text{misurata}} - \Delta\theta_{boa} + \Delta\theta_{sito} \qquad (eq.\ 8)$$

$$\frac{H_{mo}\big|_{\text{virtuale}}}{H_{mo}\big|_{\text{misurata}}} = \sqrt{\frac{F_{\text{sito}}(\theta_v)}{F_{\text{boa}}(\theta_v)}} \qquad (eq.\ 9)$$

$$\frac{T_p\big|_{\text{virtuale}}}{T_p\big|_{\text{misurata}}} = \sqrt[3]{\frac{F_{\text{sito}}(\theta_v)}{F_{\text{boa}}(\theta_v)}} \qquad (eq.\ 10)$$

Nelle precedenti formulazioni la direzione del vento in boa (θ_v) è calcolata sottraendo alla direzione misurata delle onde il valore dell'angolo di deviazione nel punto boa ($\Delta\theta_{boa}$). In questo caso, l'angolo di deviazione compreso tra la direzione di provenienza del moto ondoso e la direzione di provenienza del vento, in un generico punto della traversia, si ottiene determinando il massimo della funzione:

$$\Phi(\Delta\theta) = F(\theta_o)^{0.28}\cos(\Delta\theta)^{0.44} \qquad (eq.\ 11)$$

4. CARATTERISTICHE GEOGRAFICHE DEL SITO

Al fine di studiare il regime di onda lungo il sito di interesse, è necessario prima conoscere l'esposizione al settore di generazione del moto ondoso mediante calcolo dei Fetches geografici e dei Fetches efficaci .

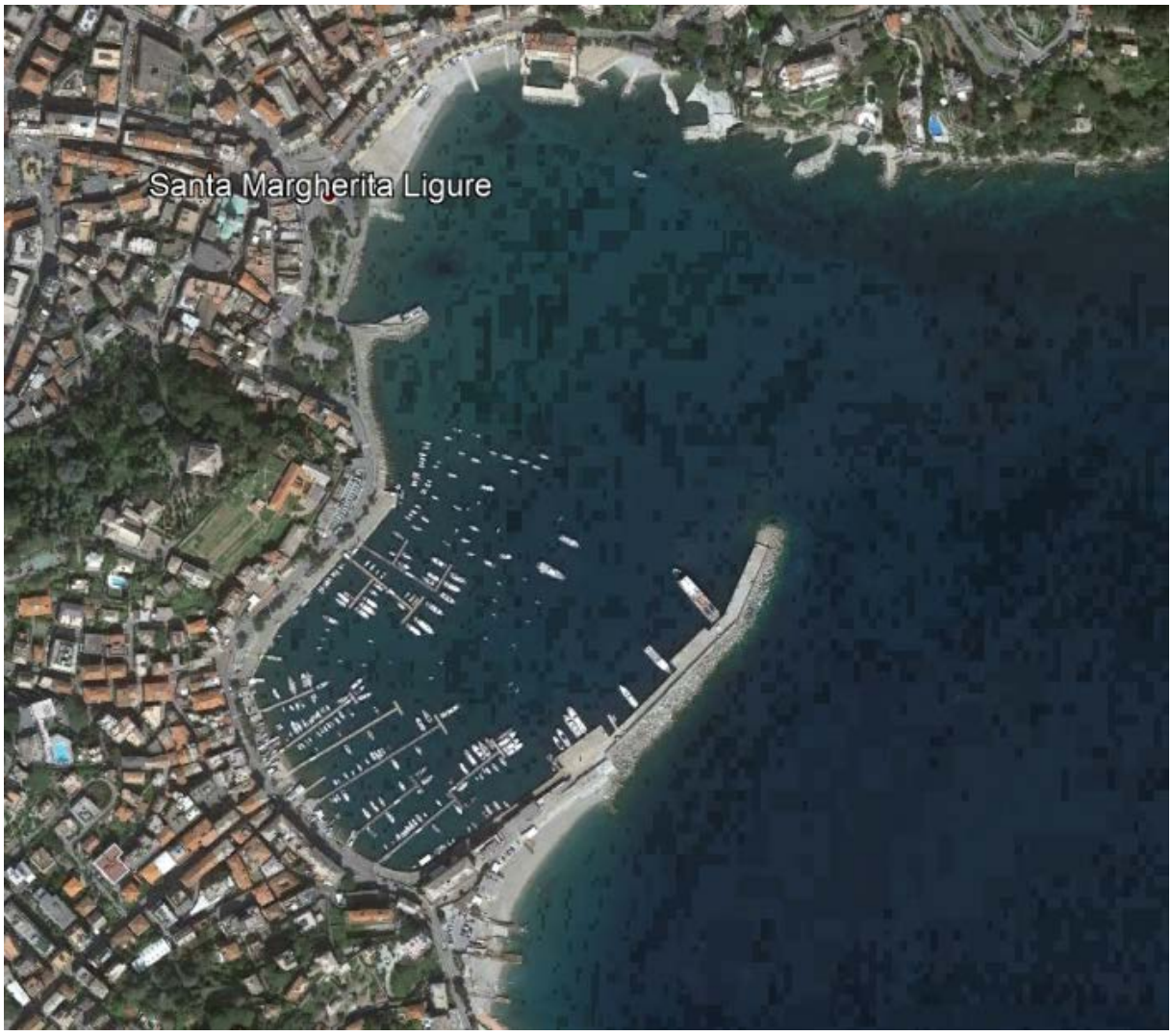


Figura 1. Area di studio (stato attuale)

4.1. Calcolo dei fetches geografici

Si premettono alcune definizioni generali. La traversia geografica è definita come la porzione di mare dalla quale può potenzialmente giungere il moto ondoso. La traversia è abitualmente divisa in due settori (principale e secondario) in funzione delle lunghezze delle aree potenzialmente soggette all'azione diretta del vento. Tali lunghezze sono definite traguardando la costa limitrofa lungo la direzione media di provenienza del vento. Per il Mediterraneo la misura massima del Fetch Geografico è generalmente assunto pari a 500 km.

Considerando un punto situato di fronte alla zona di studio, è possibile misurare l'estensione di mare in ogni direzione, fino a trovare la costa o il limite massimo di perturbazione nel Mediterraneo:

- Lato Est: vi è una zona di mare confinata dalle coste della Liguria che raggiunge una estensione di circa 6 km.
- Lato Sud - Sud Est: vi è una zona di mare confinata dalle coste della Toscana che raggiunge una estensione massima di circa 150 km.
- Lato Sud: vi è una zona di mare confinata dalla coste della Corsica che raggiunge una estensione massima di circa 180 km.
- Lato Sud Ovest : non vi è nessun ostacolo fino alle coste del Nord Africa ad una distanza di circa 900 km.

4.2. Calcolo dei fetches efficaci

Con il termine " Fetch efficace " di solito è rappresentata la lunghezza virtuale della porzione di mare nel punto di analisi su cui l'azione del vento, responsabile della generazione delle onde, è in grado di trasferire efficacemente il suo contributo alla formazione degli stati di mare che arrivano a quel punto.

Va tenuto presente che il processo di generazione del moto ondoso sulla superficie del mare è influenzato anche dalle estensioni geografiche lungo la direzione media del vento (φw) e dalle porzioni di mare circostante.

Per tener conto di questo effetto e della lunghezza effettiva delle porzioni di mare circostanti, con particolare riguardo alle aree geografiche limitate dalle coste vicine, come nel caso in questione, si fa riferimento al " Fetch efficace " .

Per il calcolo del fetch efficace si fa riferimento a due diverse metodologie, entrambe derivate da teorie di ricostruzione delle caratteristiche del moto ondoso da dati di vento. In particolare, tra le tante ipotesi avanzate, vengono qui considerate quella proposta da Donelan et al. (1989) e quella indicata da Sverdrup, Munk e Bretschneider (1947), con successivi aggiornamenti (Saville 1954, Seymour 1977).

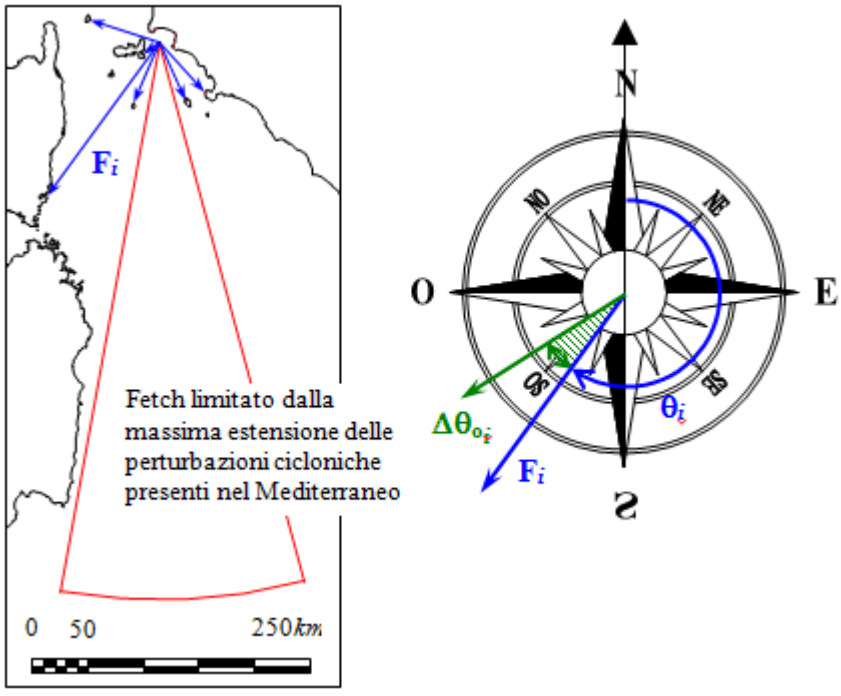


Figura 2. Schema di riferimento, simboli e convenzioni per il calcolo dei fetch efficaci e della legge di correlazione tra le direzioni del vento e delle onde.

ϑ	Fg (km)	Feff (km)
0	0	9
10	9	8
20	9	8
30	8	8
40	8	8
50	9	9
60	10	11
70	11	14
80	12	21
90	18	32
100	23	51
110	32	80
120	96	119
130	113	164
140	165	209
150	500	251
160	500	285
170	500	311
180	172	330
190	203	344
200	500	350
210	500	348
220	500	333
230	500	304
240	500	262
250	96	212
260	85	161
270	67	115
280	61	80
290	51	55
300	43	38
310	22	28
320	9	21
330	8	15
340	9	12
350	10	10

Nel metodo SMB, la lunghezza del fetch efficace (Feff(θj)), da associare alla direzione media del vento (θj), è calcolata come media ponderale delle lunghezze della traversia geografica (Fi), inclusa in un settore angolare, centrato sulla direzione del vento e di ampiezza pari a 90° (metodo di Saville) o a 180° (metodo di Seymour). Nel presente studio, le lunghezze della traversia geografica che contribuiscono alla determinazione del fetch efficace sono state calcolate secondo il metodo di Seymour con un passo radiale di 10°. Pertanto, si è adottata la seguente formulazione , in cui l'esponente n è stato posto pari a 2:

$$F_{eff}(\theta) = \frac{\int_{\theta-90^\circ}^{\theta+90^\circ} F_{geo}(\alpha) cos^{n+1}(\alpha-\theta) d\alpha}{\int_{\theta-90^\circ}^{\theta+90^\circ} cos^{n}(\alpha-\theta) d\alpha} \qquad (eq.\ 12)$$

o dalla seguente versione discretizzata:

$$F_{eff}(\theta) = \frac{\sum_{\alpha=\theta-90^\circ}^{\theta+90^\circ} F_{geo}(\alpha) cos^{n+1}(\alpha-\theta)}{\sum_{\alpha=\theta-90^\circ}^{\theta+90^\circ} cos^{n}(\alpha-\theta)} \qquad (eq.\ 13)$$

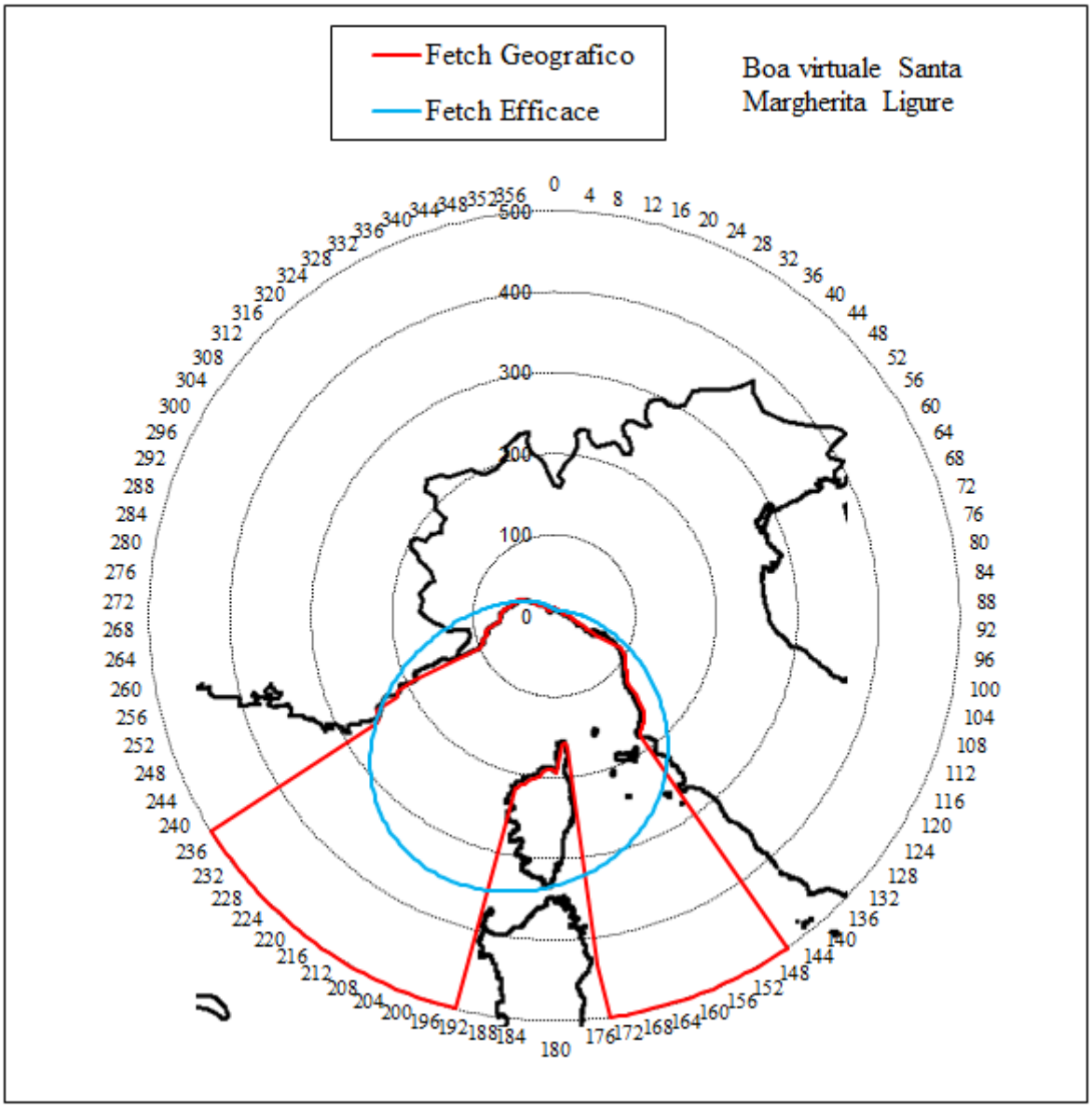


Figura 3. Fetch geografico ed efficace Santa Margherita Ligure

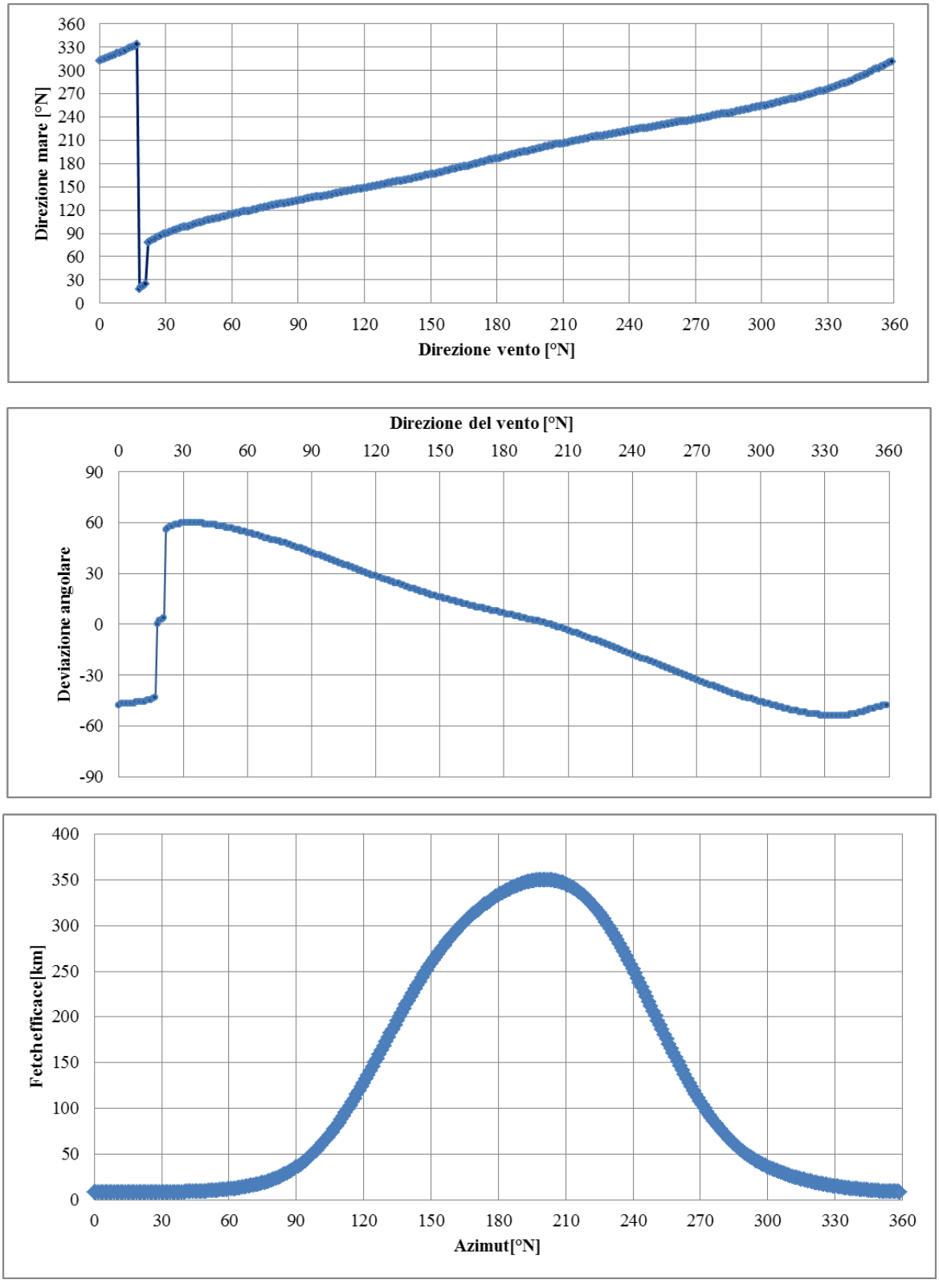


Figura 4. Deviazione vento-mare Santa Margherita Ligure

5. REGIME D'ONDA AL LARGO

5.1. Descrizione delle fonti di dati disponibili

Dal tipo di dati disponibili è determinata la metodologia degli studi e la qualità dei risultati.
I requisiti ideali per i dati ondosi sono:

- Alto contenuto di informazioni e capacità di estrarre tutti i parametri caratteristici;
- Affidabilità e precisione;
- Buona copertura del periodo di rilevazione;
- Rappresentatività per il lungo termine;
- Rappresentazione geografica del sito in questione.

Al fine di stabilire l'operatività del Porto di Santa Margherita Ligure è necessario calcolare i regimi ondosi. Pertanto, si è dato corso in primo luogo ad un'indagine conoscitiva riguardo la disponibilità di fonti storiche per i dati relativi all'agitazione ondosa presenti nell'area d'interesse. Tale indagine ha evidenziato la mancanza di una stazione ondametrica direzionale nei pressi dell'area d'interesse. Dunque, per il calcolo del regime ondoso, si è dovuto reperire una fonte strumentale a distanza dall'area di studio e si sono dovuti opportunamente trattare i dati contenuti nelle serie storiche misurate.
La stazione di misura ondametrica direzionale più vicina all'area d'interesse è stata individuata al largo di La Spezia già parte della Rete Ondametrica Nazionale.

5.2. Clima ondoso al largo

I dati ondosi della boa ondametrica di La Spezia coprono un periodo di 25 anni (1989-2014).

Il punto in cui sono stati estratti i dati si trova ad una distanza dalla costa di circa 15 km ad una profondità di circa -100 m s.l.m.m..

Nella figura 5 è mostrato il clima d'onda dei dati acquisiti che mostra, in un grafico polare, le direzioni di provenienza delle onde e la loro intensità e probabilità di accadimento.

Da questo possiamo identificare un'area di generazione dell'onda proveniente da Sud-Ovest (205° N - 265° N).

Nelle figure successive (fig 6, 7, 8 e 9), lo stesso clima d'onda viene calcolato per i quattro diversi periodi stagionali.

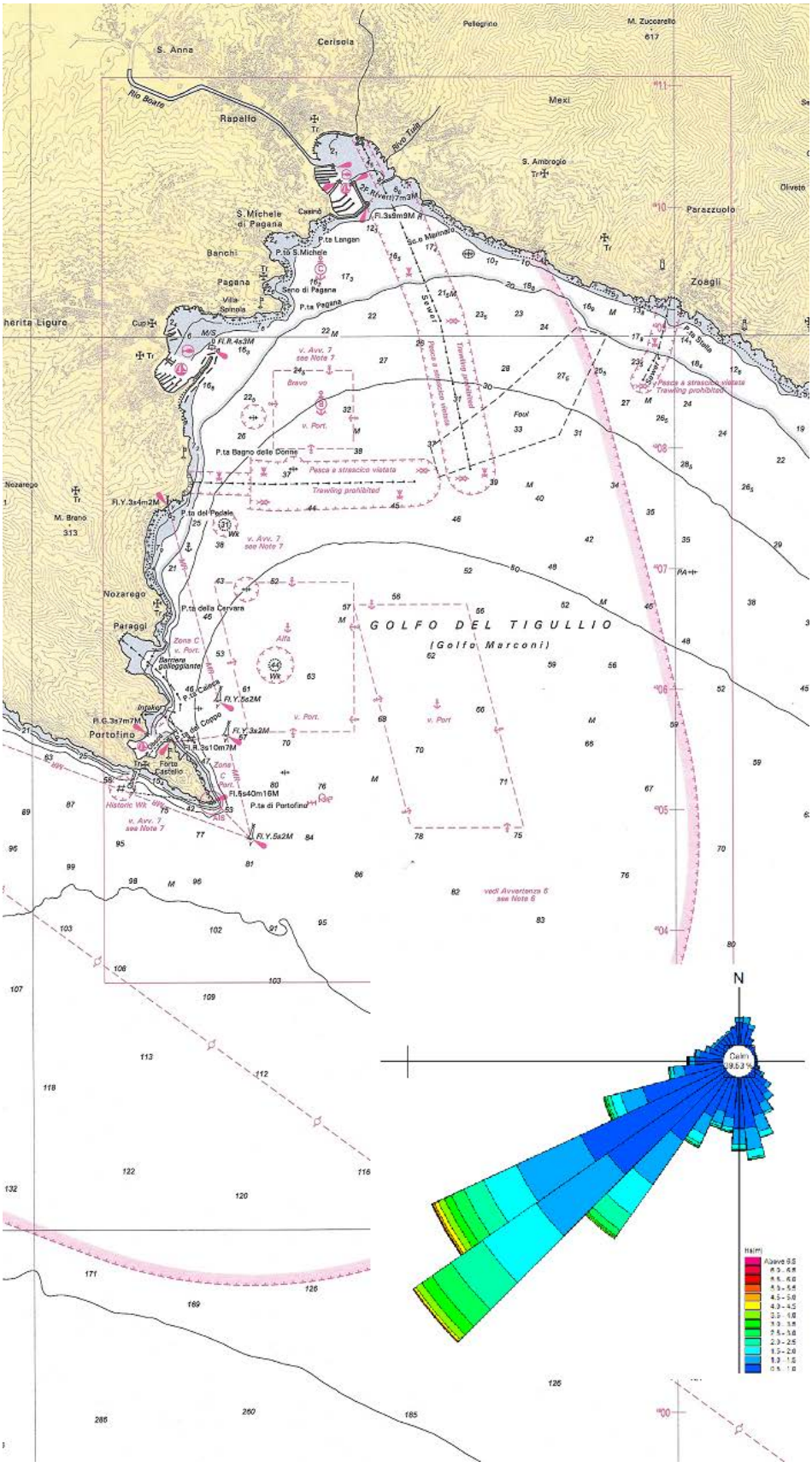


Figura 5. Clima ondoso al largo di Santa Margherita Ligure

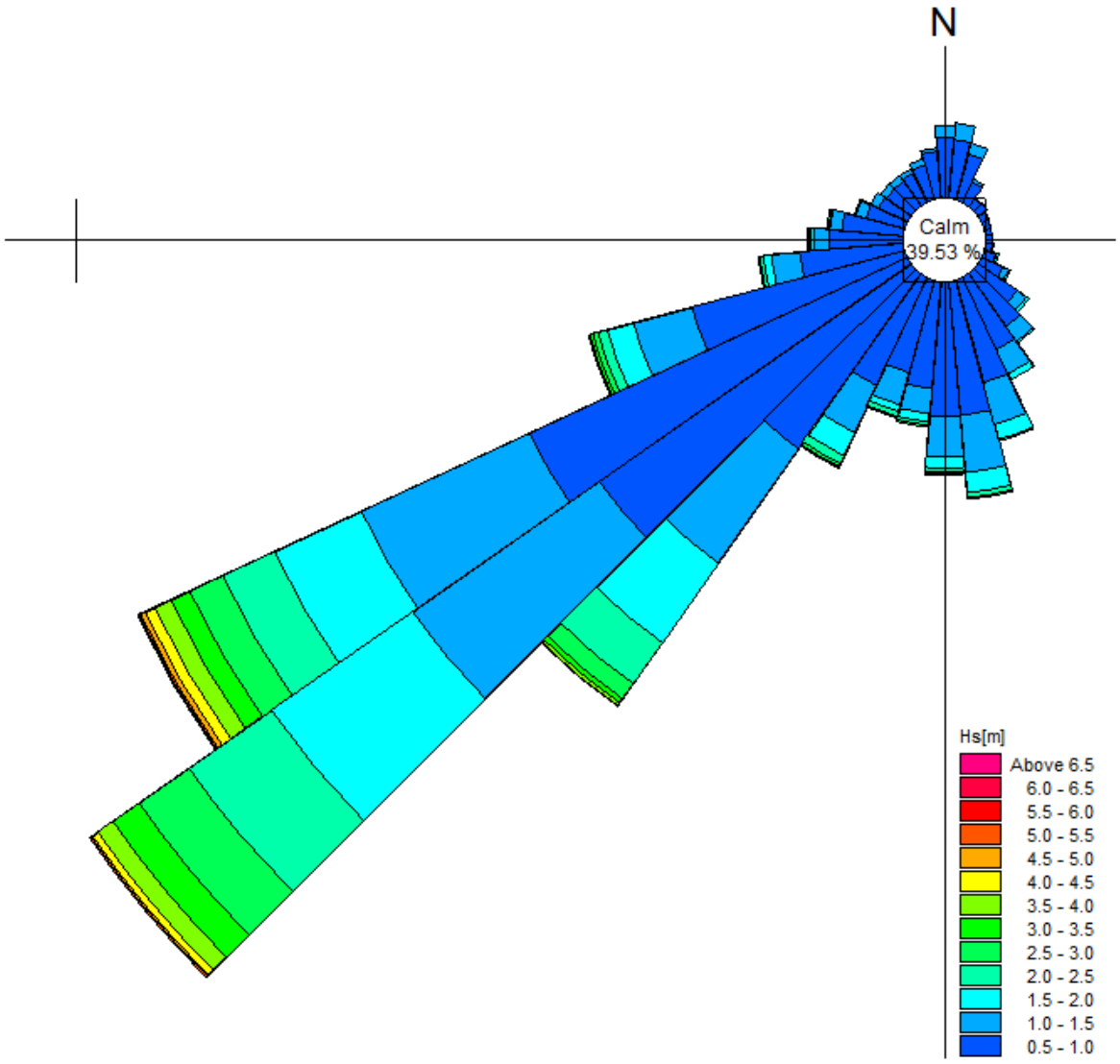


Figura 6. Clima ondoso trasposto al largo di Santa Margherita Ligure

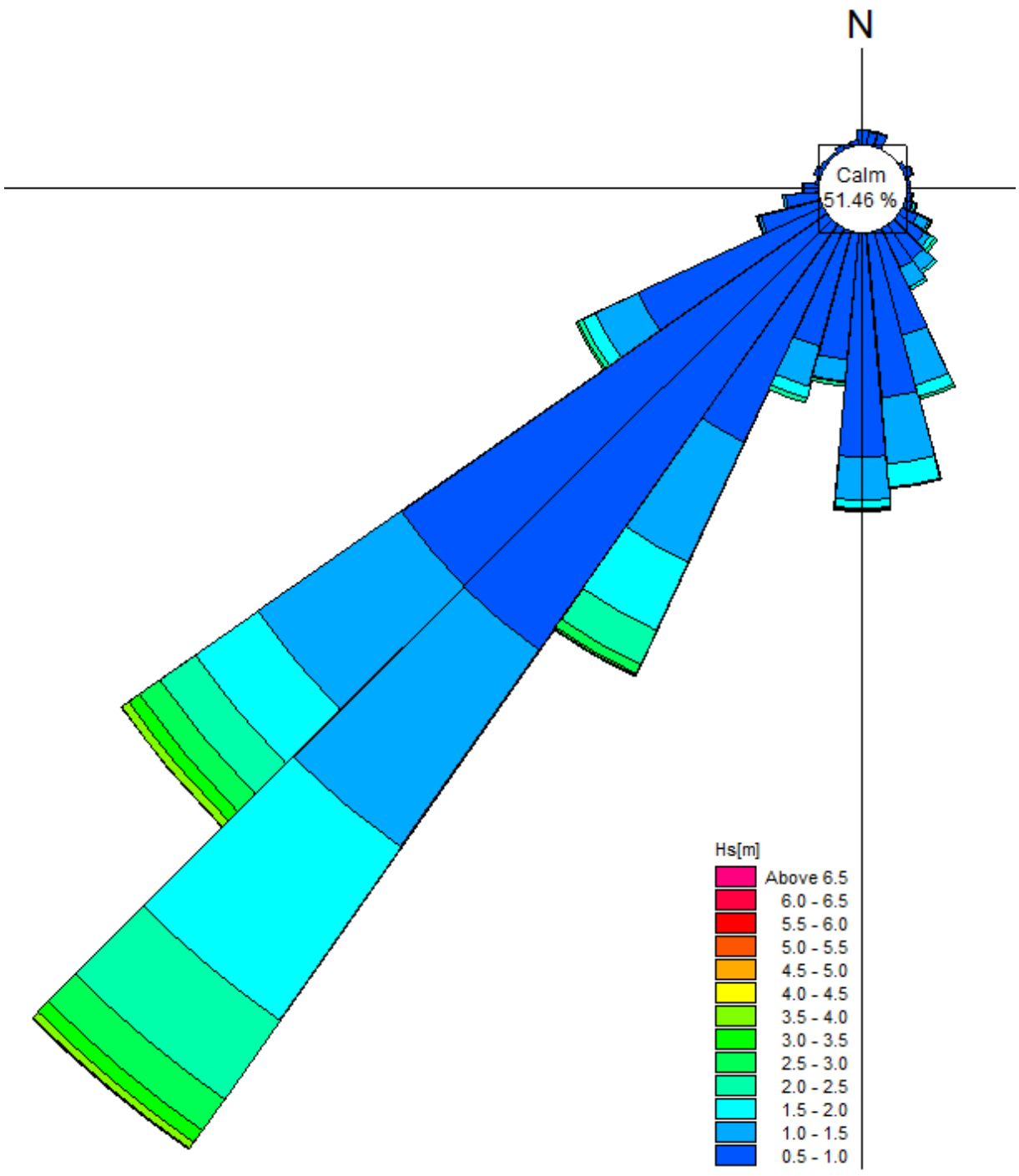


Figura 7. Clima ondoso primavera

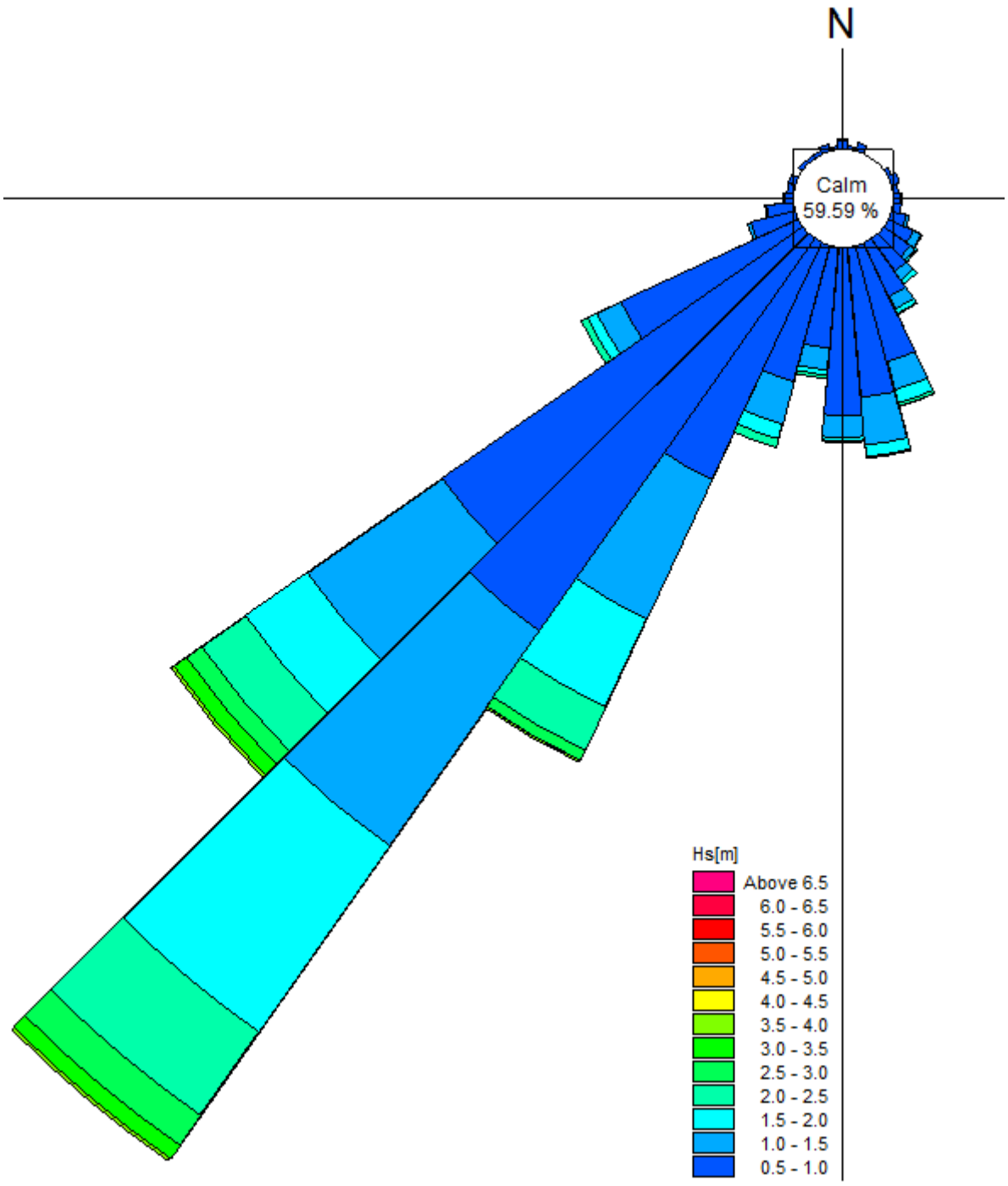


Figura 8. Clima ondoso estate

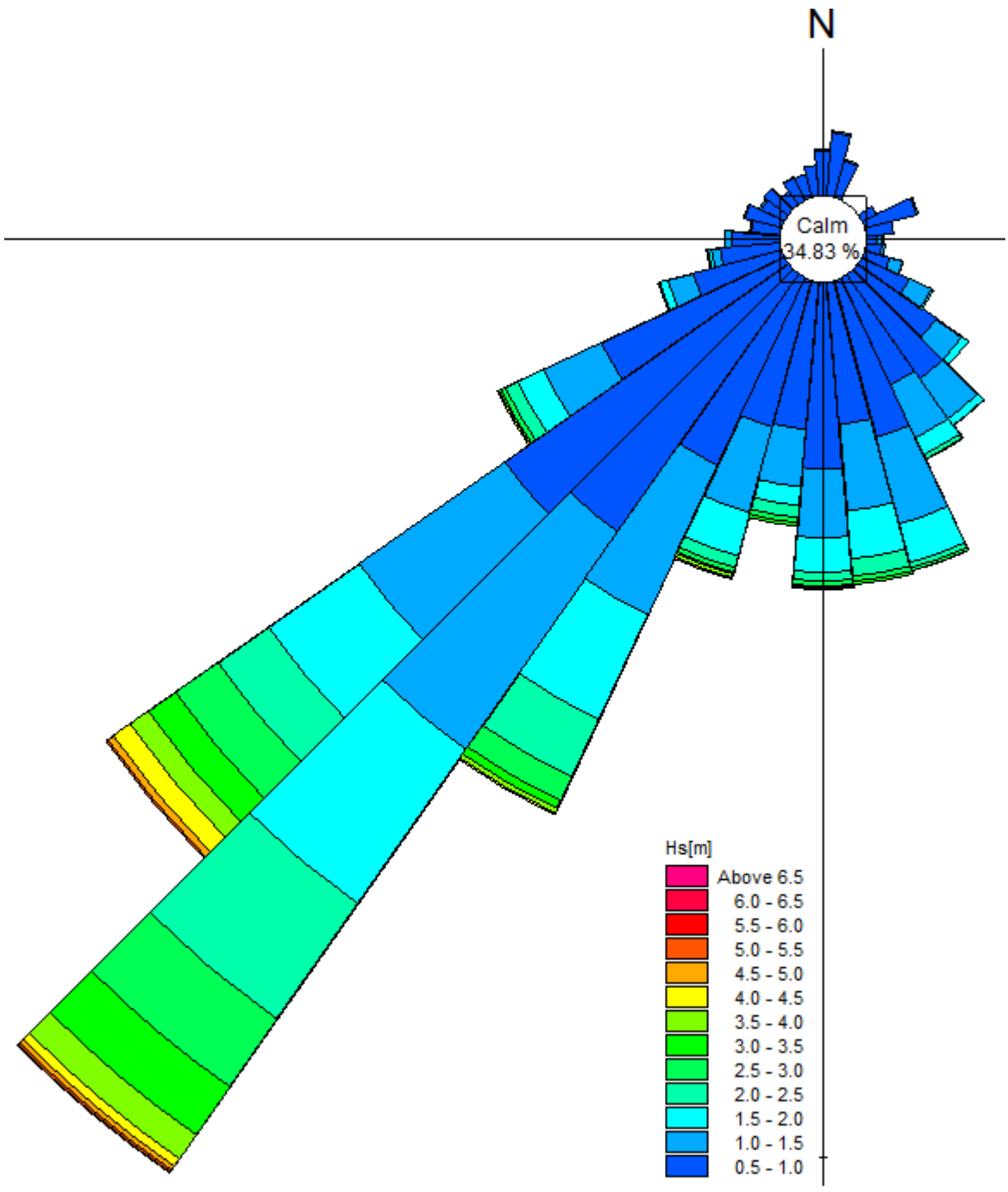


Figura 9. Clima ondoso Autunno

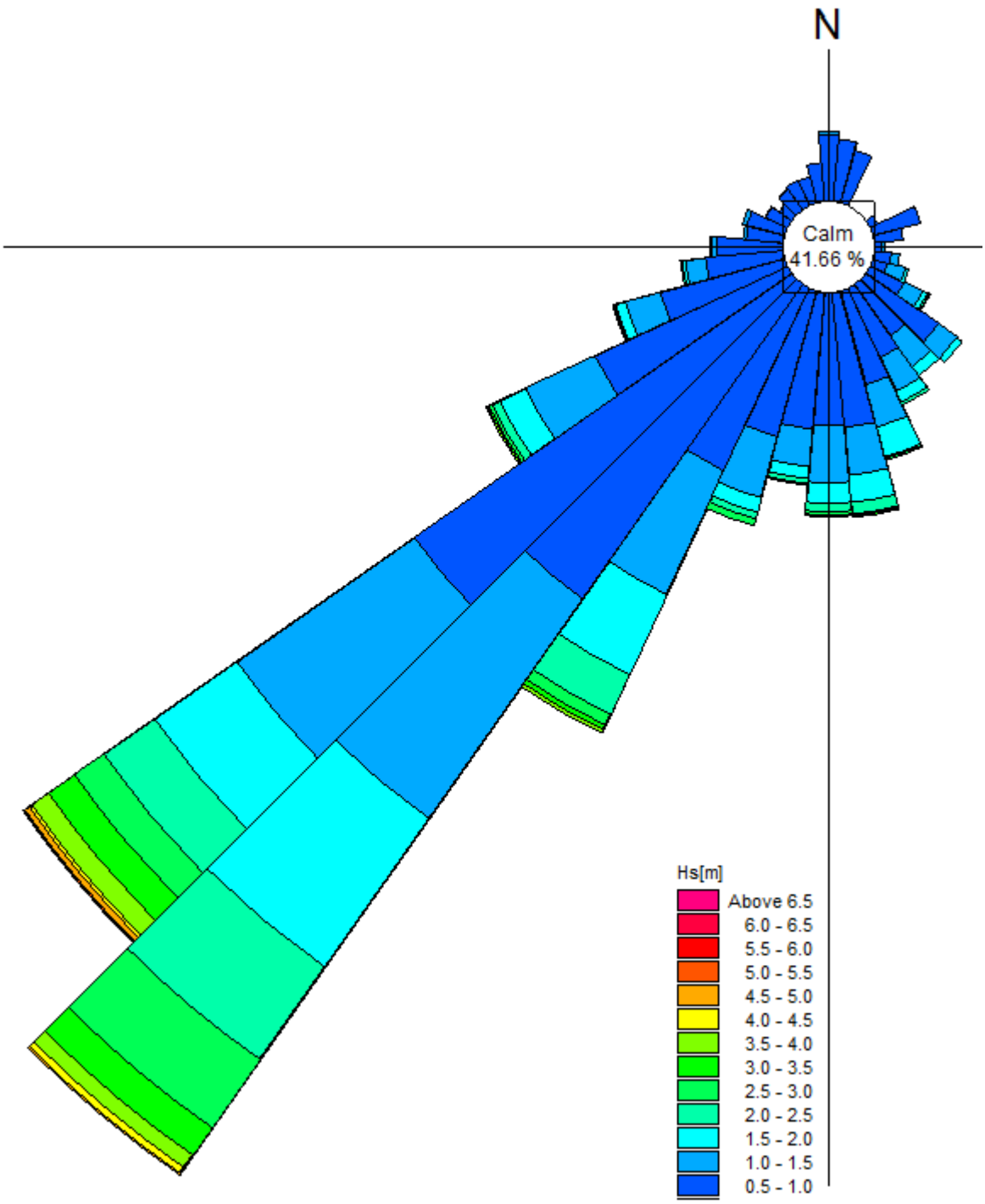


Figura 10. Clima ondoso Inverno

DIR	ALTEZZA D'ONDA SIGNIFICATIVA (m) - DIREZIONE (°N)														
(°N)	0.1-0.6	0.6-1	1-1.5	1.5-2	2-2.5	2.5-3	3-3.5	3.5-4	4-4.5	4.5-5	5-5.5	5.5-6	6-6.5	6.5-7	*TOT.*
10	0.98	0.18	0.01												1.17
20	1.17	0.26	0.02												1.45
30	0.14	0.04	0.00												0.19
40															
50															
60	0.26	0.04													0.30
70	0.73	0.09	0.01												0.83
80	1.12	0.11	0.01												1.24
90	0.45	0.07	0.01	0.00											0.52
100	0.18	0.07	0.03	0.00	0.00										0.29
110	0.16	0.11	0.05	0.01											0.32
120	0.19	0.16	0.14	0.03	0.00										0.53
130	0.65	0.47	0.20	0.04	0.01	0.00									1.38
140	0.79	0.46	0.23	0.08	0.01										1.56
150	0.90	0.57	0.37	0.09	0.02	0.00									1.96
160	1.01	0.73	0.47	0.16	0.02	0.00									2.40
170	1.47	1.08	0.67	0.30	0.07	0.02	0.01								3.60
180	2.10	1.27	0.62	0.24	0.08	0.03	0.01	0.00	0.00		0.00				4.37
190	2.52	1.17	0.41	0.14	0.05	0.02	0.01					0.00			4.31
200	2.48	1.00	0.52	0.11	0.06	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00				4.21
210	2.50	1.24	0.87	0.45	0.18	0.06	0.01	0.02	0.01						5.33
220	4.33	2.51	2.28	1.77	0.96	0.34	0.16	0.06	0.01		0.00				12.41
230	6.93	3.89	3.11	1.86	1.14	0.69	0.39	0.22	0.08	0.04	0.01	0.01			18.35
240	6.77	2.67	1.11	0.51	0.24	0.13	0.09	0.05	0.02	0.01	0.00	0.00			11.61
250	4.17	0.80	0.26	0.08	0.02	0.01									5.35
260	3.00	0.38	0.12	0.04	0.01	0.00									3.55
270	2.17	0.21	0.05	0.01											2.44
280	2.09	0.21	0.03												2.34
290	1.25	0.10	0.01												1.36
300	1.07	0.10	0.01												1.19
310	0.91	0.08	0.00												0.99
320	0.81	0.06	0.00												0.88
330	0.82	0.07	0.01												0.89
340	0.60	0.07													0.67
350	0.80	0.07	0.01												0.88
360	0.96	0.17	0.01	0.00	0.00										1.14
TOT.	56.5	20.5	11.6	5.9	2.9	1.3	0.7	0.4	0.1	0.1	0.0	0.0			100.00
	56.5	77.0	88.6	94.6	97.4	98.8	99.4	99.8	99.9	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	

Tabella 1. Distribuzione percentuale degli eventi ondosi per classi di altezza e direzione di provenienza

	PERIODO SIGNIFICATIVO ts (s)								
Hs (m)	Tp < 4	4 £ Ts < 6	6 £ Ts < 8	8 £ Ts < 10	10 £ Ts < 12	12 £ Ts < 14	Ts > 14	Tot	Tot. cumul.
0.1-0.6		43.80	12.01	0.68	0.01	0.00		56.50	56.50
0.6-1		8.68	10.28	1.53	0.02			20.51	77.01
1-1.5		1.42	8.75	1.42	0.05			11.64	88.65
1.5-2		0.01	4.59	1.30	0.03			5.93	94.58
2-2.5			1.62	1.21	0.04			2.86	97.44
2.5-3			0.49	0.77	0.06			1.32	98.76
3-3.5			0.09	0.54	0.05			0.68	99.44
3.5-4			0.01	0.31	0.04			0.35	99.79
4-4.5				0.10	0.02			0.12	99.92
4.5-5				0.03	0.02			0.05	99.97
5-5.5				0.01	0.01			0.03	99.99
5.5-6				0.01	0.00			0.01	100.00
6-6.5								0.00	100.00
6.5-7								0.00	100.00
7-7.5								0.00	100.00
Tot.		53.91	37.83	7.92	0.34	0.00		100.00	
Tot. cumul.		53.91	91.74	99.66	100.00	100.00	100.00		

Tabella 2. Ripartizione percentuale per classi di altezze d’onda e periodo significativo

DIR	ALTEZZA D'ONDA PRIMAVERA (m) - DIREZIONE (°N)														
(°N)	0.1-0.6	0.6-1	1-1.5	1.5-2	2-2.5	2.5-3	3-3.5	3.5-4	4-4.5	4.5-5	5-5.5	5.5-6	6-6.5	6.5-7	*TOT.*
10	0.67	0.05													0.73
20	0.74	0.11	0.02												0.87
30	0.12	0.02													0.13
40															
50															
60	0.13	0.03													0.16
70	0.49	0.06	0.01												0.56
80	0.49	0.01	0.01												0.51
90	0.18	0.03													0.21
100	0.16	0.03													0.20
110	0.10	0.04	0.01	0.02											0.17
120	0.09	0.09	0.09	0.06	0.01										0.34
130	0.40	0.27	0.11	0.02	0.02										0.83
140	0.56	0.21	0.09	0.05	0.02										0.93
150	0.66	0.38	0.23	0.05											1.31
160	0.73	0.61	0.46	0.05											1.85
170	1.63	1.06	0.71	0.23	0.05										3.69
180	2.61	1.66	0.65	0.19	0.01	0.01									5.12
190	3.12	1.22	0.31	0.07	0.01	0.01									4.74
200	2.72	1.04	0.38	0.04	0.05										4.22
210	2.64	1.14	0.60	0.36	0.13	0.01	0.01	0.01							4.90
220	4.88	3.06	2.30	1.66	0.75	0.25	0.06	0.02							12.98
230	8.77	4.89	3.11	2.02	0.99	0.50	0.27	0.13	0.03	0.01					20.72
240	9.06	3.03	1.17	0.42	0.23	0.11	0.02	0.03							14.08
250	5.28	0.63	0.14	0.02	0.01										6.07
260	3.31	0.27	0.02												3.61
270	2.57	0.11	0.03												2.71
280	2.44	0.03													2.47
290	1.31	0.04													1.35
300	0.84	0.02													0.87
310	0.66	0.02													0.68
320	0.62	0.01													0.63
330	0.52	0.02													0.54
340	0.45	0.02													0.47
350	0.40	0.02													0.42
360	0.89	0.04													0.93
TOT.	60.3	20.3	10.5	5.3	2.3	0.9	0.4	0.2	0.0	0.0					100.00
	60.3	80.5	91.0	96.3	98.5	99.4	99.8	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	

Tabella 3. Distribuzione percentuale degli eventi ondosi per classi di altezza e direzione di provenienza (primavera)

PERIODO SIGNIFICATIVO PRIMAVERA ts (s)									
Hs (m)	Tp < 4	4 ≤ Ts < 6	6 ≤ Ts < 8	8 ≤ Ts < 10	10 ≤ Ts < 12	12 ≤ Ts < 14	Ts > 14	Tot	Tot. cumul.
0.1-0.6		45.88	13.58	0.78	0.02			60.25	60.25
0.6-1		7.64	11.11	1.53	0.01			20.29	80.55
1-1.5		1.16	8.38	0.88	0.03			10.45	91.00
1.5-2		0.01	4.24	1.02				5.26	96.26
2-2.5			1.28	0.98	0.02			2.28	98.54
2.5-3			0.37	0.47	0.05			0.88	99.42
3-3.5			0.03	0.31	0.02			0.36	99.78
3.5-4			0.02	0.16	0.01			0.00	99.78
4-4.5				0.02	0.01			0.00	99.78
4.5-5					0.01			0.00	99.78
5-5.5								0.00	99.78
5.5-6								0.00	99.78
6-6.5								0.00	99.78
6.5-7								0.00	99.78
7-7.5								0.00	99.78
Tot.		54.70	38.99	6.15	0.16	0.00	0.00	100.00	
Tot. cumul.		54.70	93.69	99.84	100.00	100.00	100.00		

Tabella 4. Ripartizione percentuale per classi di altezze d'onda e periodo (primavera)

DIR	ALTEZZA D'ONDA ESTATE (m) - DIREZIONE (°N)														
(°N)	0.1-0.6	0.6-1	1-1.5	1.5-2	2-2.5	2.5-3	3-3.5	3.5-4	4-4.5	4.5-5	5-5.5	5.5-6	6-6.5	6.5-7	*TOT.*
10	0.88	0.01													0.89
20	1.14	0.03													1.17
30	0.15	0.01													0.16
40															
50															
60	0.38	0.01													0.39
70	0.70	0.03													0.72
80	1.22	0.02													1.24
90	0.57	0.03													0.60
100	0.22	0.04	0.02												0.28
110	0.24	0.06	0.01												0.31
120	0.32	0.12	0.05												0.49
130	0.77	0.26	0.09	0.01		0.01									1.14
140	0.95	0.22	0.06	0.04	0.01										1.27
150	1.04	0.26	0.18	0.05	0.01										1.54
160	1.11	0.66	0.22	0.10											2.08
170	1.59	1.00	0.41	0.12	0.03	0.01									3.16
180	2.23	1.16	0.31	0.08	0.01	0.01									3.81
190	2.87	0.88	0.24	0.06	0.02										4.06
200	3.14	0.78	0.29	0.06	0.05										4.31
210	3.17	1.13	0.76	0.35	0.15	0.04	0.01								5.61
220	5.96	2.87	2.26	1.84	0.83	0.19	0.08	0.03							14.07
230	8.84	3.67	2.65	1.79	0.98	0.40	0.18	0.04	0.01						18.56
240	7.90	2.18	0.74	0.30	0.19	0.03	0.06	0.01							11.40
250	5.20	0.43	0.10	0.01	0.01										5.74
260	3.94	0.18	0.03	0.01											4.15
270	2.39	0.06	0.01	0.01											2.47
280	2.50	0.05	0.01												2.56
290	1.60	0.02													1.62
300	1.42														1.42
310	1.01														1.01
320	0.80	0.01													0.81
330	0.77	0.01	0.01												0.78
340	0.48	0.02													0.50
350	0.72	0.03													0.74
360	0.89	0.03	0.01												0.93
TOT.	67.1	16.3	8.4	4.8	2.3	0.7	0.3	0.1	0.0						100.00
	67.1	83.3	91.8	96.6	98.9	99.6	99.9	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	

Tabella 5. Distribuzione percentuale degli eventi ondosi per classi di altezza e direzione di provenienza (estate)

PERIODO SIGNIFICATIVO ESTATE ts (s)									
Hs (m)	Tp < 4	4 ≤ Ts < 6	6 ≤ Ts < 8	8 ≤ Ts < 10	10 ≤ Ts < 12	12 ≤ Ts < 14	Ts > 14	Tot	Tot. cumul.
0.1-0.6		55.93	10.82	0.31	0.01			67.07	67.07
0.6-1		7.09	8.58	0.61				16.28	83.34
1-1.5		0.88	6.83	0.71	0.01			8.43	91.78
1.5-2			3.92	0.87	0.03			4.81	96.59
2-2.5			1.58	0.70	0.03			2.30	98.89
2.5-3			0.35	0.35				0.70	99.59
3-3.5			0.05	0.26	0.01			0.33	99.92
3.5-4			0.01	0.07				0.08	99.99
4-4.5				0.01				0.00	99.99
4.5-5								0.00	99.99
5-5.5								0.00	99.99
5.5-6								0.00	99.99
6-6.5								0.00	99.99
6.5-7								0.00	99.99
7-7.5								0.00	99.99
Tot.		63.90	32.13	3.89	0.08			100.00	
Tot. cumul.		63.90	96.03	99.92	100.00	100.00	100.00		

Tabella 6. Ripartizione percentuale per classi di altezze d'onda e periodo (estate)

DIR	ALTEZZA D'ONDA SIGNIFICATIVA AUTUNNO (m) - DIREZIONE (°N)														
(°N)	0.1-0.6	0.6-1	1-1.5	1.5-2	2-2.5	2.5-3	3-3.5	3.5-4	4-4.5	4.5-5	5-5.5	5.5-6	6-6.5	6.5-7	*TOT.*
10	1.19	0.27	0.02												1.48
20	1.59	0.42	0.03												2.04
30	0.16	0.03	0.01												0.20
40															
50															
60	0.28	0.08													0.36
70	0.95	0.19	0.01												1.15
80	1.55	0.27	0.03												1.85
90	0.55	0.13	0.01	0.02											0.71
100	0.20	0.09	0.05	0.01	0.01										0.36
110	0.15	0.20	0.08												0.42
120	0.20	0.25	0.23	0.02											0.70
130	0.73	0.83	0.36	0.07											1.99
140	0.89	0.86	0.48	0.09	0.01										2.33
150	0.98	1.16	0.61	0.16	0.04	0.01									2.95
160	1.19	1.05	0.91	0.34	0.05										3.53
170	1.25	1.31	0.93	0.49	0.12	0.05	0.02								4.18
180	1.70	1.24	0.97	0.51	0.17	0.07	0.02	0.01	0.01		0.01				4.69
190	1.57	1.63	0.66	0.30	0.12	0.03	0.04					0.01			4.37
200	1.72	1.17	0.80	0.27	0.13	0.09	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01				4.26
210	1.67	1.41	1.23	0.71	0.24	0.11	0.02	0.04	0.02						5.46
220	2.46	2.18	2.55	2.02	1.42	0.52	0.34	0.15	0.01		0.01	0.01			11.65
230	3.68	3.23	3.25	1.87	1.28	1.08	0.69	0.41	0.23	0.11	0.04	0.02			15.89
240	3.53	2.55	1.27	0.70	0.34	0.20	0.11	0.11	0.09	0.03		0.01			8.95
250	2.44	1.03	0.40	0.16	0.04	0.02									4.08
260	1.98	0.48	0.20	0.07	0.02	0.01									2.75
270	1.82	0.28	0.07	0.02											2.19
280	1.54	0.35	0.04												1.93
290	1.06	0.15	0.01												1.22
300	1.11	0.23	0.02												1.37
310	1.01	0.17	0.02												1.20
320	1.00	0.12	0.01												1.13
330	1.05	0.08	0.01												1.14
340	0.78	0.13													0.91
350	1.06	0.12	0.01												1.19
360	1.05	0.31	0.01	0.01											1.38
TOT.	44.1	24.0	15.2	7.8	4.0	2.2	1.3	0.7	0.4	0.1	0.1	0.0			100.00
	44.1	68.1	83.4	91.2	95.2	97.4	98.7	99.4	99.8	99.9	100.0	100.0	100.0	100.0	

Tabella 7. Distribuzione percentuale degli eventi ondosi, per classi di altezza e direzione di provenienza (autunno)

PERIODO SIGNIFICATIVO AUTUNNO tS(s)									
Hs (m)	Tp < 4	4 < Ts < 6	6 < Ts < 8	8 < Ts < 10	10 < Ts < 12	12 < Ts < 14	Ts > 14	Tot	Tot. cumul.
0.1-0.6		32.49	10.80	0.83				44.11	44.11
0.6-1		10.15	11.62	2.22	0.02			24.01	68.12
1-1.5		2.09	10.83	2.30	0.03			15.25	83.37
1.5-2		0.02	6.02	1.73	0.07			7.84	91.21
2-2.5			2.31	1.61	0.07			3.99	95.20
2.5-3			0.79	1.33	0.05			2.17	97.38
3-3.5			0.20	1.02	0.06			1.28	98.66
3.5-4				0.66	0.05			0.72	99.38
4-4.5				0.30	0.07			0.37	99.75
4.5-5				0.10	0.05			0.15	99.90
5-5.5				0.03	0.03			0.06	99.96
5.5-6				0.03	0.01			0.04	100.00
6-6.5								0.00	100.00
6.5-7								0.00	100.00
7-7.5								0.00	100.00
Tot.		44.74	42.57	12.17	0.52	0.00	0.00	100.00	
Tot. cumul.		44.74	87.31	99.48	100.00	100.00	100.00		

Tabella 8. Ripartizione percentuale per classi di altezze d’onda e periodo (autunno)

DIR	ALTEZZA D'ONDA SIGNIFICATIVA INVERNO (m) - DIREZIONE (°N)														
(°N)	0.1-0.6	0.6-1	1-1.5	1.5-2	2-2.5	2.5-3	3-3.5	3.5-4	4-4.5	4.5-5	5-5.5	5.5-6	6-6.5	6.5-7	*TOT.*
10	0.01	1.20	0.45	0.01											1.67
20		1.23	0.55	0.02											1.79
30		0.15	0.10												0.25
40															
50															
60		0.21	0.04	0.01											0.26
70		0.77	0.11	0.01											0.88
80		1.20	0.19												1.39
90		0.45	0.09	0.02											0.56
100		0.14	0.10	0.07											0.31
110		0.13	0.14	0.11	0.02										0.40
120		0.15	0.14	0.24	0.04		0.01								0.59
130		0.59	0.62	0.29	0.06	0.02									1.58
140		0.74	0.57	0.31	0.12										1.74
150		0.89	0.53	0.51	0.13	0.03									2.08
160		1.01	0.54	0.40	0.16	0.02	0.02								2.14
170		1.36	0.97	0.63	0.40	0.06	0.01								3.43
180		1.83	1.01	0.58	0.26	0.13	0.03	0.02	0.01	0.01					3.87
190		2.44	0.96	0.42	0.16	0.08	0.03	0.02							4.10
200		2.20	1.04	0.64	0.08	0.03	0.03		0.01						4.04
210		2.38	1.29	0.95	0.39	0.19	0.08	0.01	0.02	0.01					5.30
220		3.35	2.14	2.05	1.57	0.88	0.44	0.16	0.03	0.02					10.63
230		6.07	3.77	3.43	1.87	1.29	0.83	0.49	0.31	0.08	0.04	0.02	0.01		18.20
240		6.23	2.91	1.57	0.67	0.20	0.19	0.17	0.08	0.01	0.02	0.02			12.06
250		3.57	1.16	0.51	0.18	0.04	0.01								5.47
260		2.57	0.67	0.28	0.09	0.02									3.63
270		1.86	0.41	0.12	0.01										2.40
280		1.82	0.46	0.08											2.36
290		0.95	0.22	0.05											1.22
300		0.84	0.19	0.03											1.05
310		0.95	0.13												1.09
320		0.83	0.12												0.95
330		0.95	0.19	0.01											1.15
340		0.72	0.10												0.82
350		1.03	0.19												1.22
360		0.99	0.32	0.03		0.01									1.35
TOT.	0.0	51.8	22.4	13.3	6.2	3.0	1.7	0.9	0.5	0.1	0.1	0.0	0.0		100.00
	0.0	51.8	74.3	87.6	93.8	96.8	98.5	99.3	99.8	99.9	100.0	100.0	100.0	100.0	

Tabella 9. Distribuzione percentuale degli eventi ondosi per classi di altezza e direzione di provenienza (inverno)

CLASSI DI PERIODO SIGNIFICATIVO ts (s)									
Hs (m)	Tp < 4	4 < Ts < 6	6 < Ts < 8	8 < Ts < 10	10 < Ts < 12	12 < Ts < 14	Ts > 14	Tot	Tot. cumul.
0.1-0.6		38.18	12.76	0.87	0.01	0.01		51.83	51.83
0.6-1		10.42	10.01	1.95	0.06			22.43	74.26
1-1.5		1.71	9.55	1.95	0.13			13.34	87.61
1.5-2		0.02	4.41	1.76	0.02			6.21	93.82
2-2.5			1.27	1.67	0.04			2.98	96.80
2.5-3			0.51	1.02	0.13			1.66	98.46
3-3.5			0.12	0.63	0.11			0.86	99.32
3.5-4				0.35	0.11			0.45	99.77
4-4.5				0.11	0.02			0.13	99.90
4.5-5				0.05	0.01			0.06	99.96
5-5.5				0.01	0.03			0.03	99.99
5.5-6					0.01			0.01	100.00
6-6.5								0.00	100.00
6.5-7								0.00	100.00
7-7.5								0.00	100.00
Tot.		50.33	38.64	10.35	0.67	0.01		100.00	
Tot. cumul.		50.33	88.97	99.33	99.99	100.00	100.00		

Tabella 10. Ripartizione percentuale per classi di altezze d’onda e periodo (inverno)

5.3. Correlazione tra altezza d'onda e periodo

Utilizzando tutti i dati disponibili, si è cercata una legge di correlazione tra l'altezza d'onda significativa ed il periodo ad essa associato.

Come mostra la figura seguente, la legge che determina il periodo dell'onda risulta essere una funzione di tipo potenza.

$$T_s = \mathrm{a}H_s^b$$

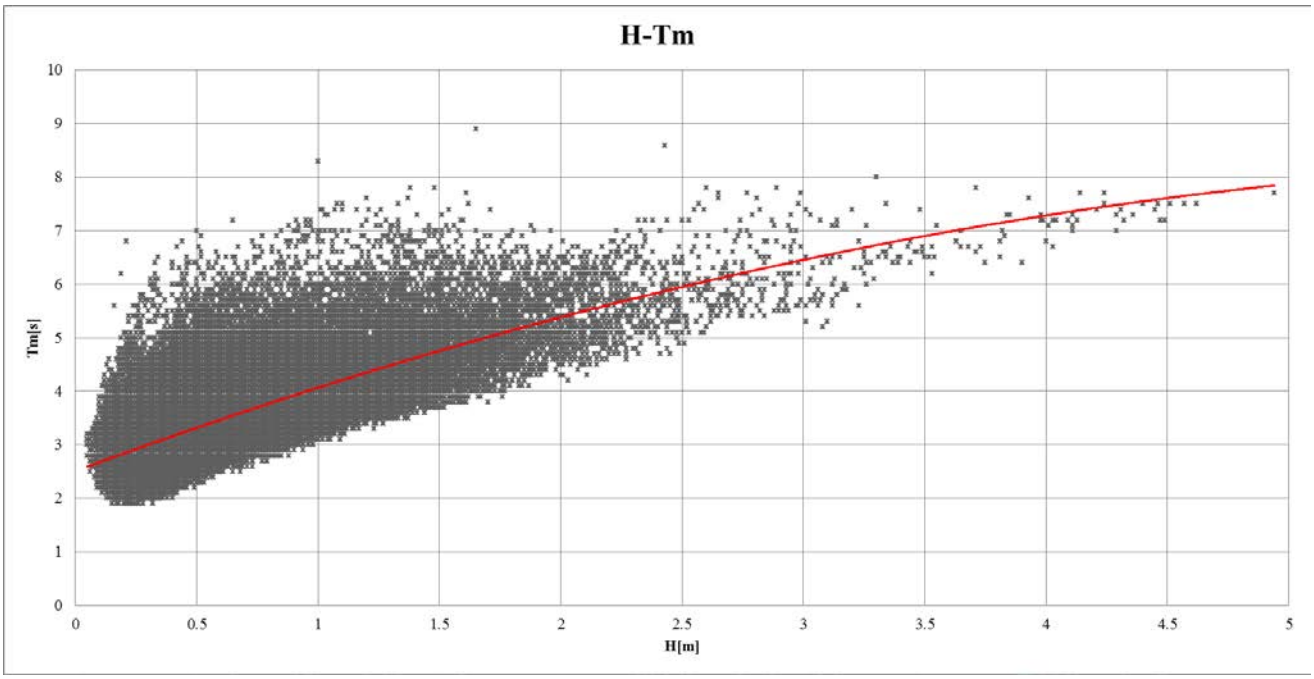


Figura 11. Correlazione tra altezza d'onda e periodo

Per il calcolo del periodo di picco si è utilizzata la seguente relazione:

$$\frac{T_p}{T_s} = 1.15$$

6. ANALISI STATISTICA DEGLI EVENTI ESTREMI

L'onda di progetto deve essere rappresentativa delle condizioni ambientali che possono considerarsi pericolose ai fini della stabilità delle strutture marittime e pertanto deve essere associata al tempo di vita previsto per l'opera stessa.

In generale, l'onda di progetto può essere sia un'onda significativa, rappresentante uno stato di mare, sia un'onda individuale, rappresentante una singola onda random d'altezza massima all'interno di uno stato di mare. In entrambi i casi, l'onda di progetto è definita mediante un'altezza, un periodo e una direzione di provenienza.

Il "rischio" da associare all'onda di progetto si specifica attraverso il periodo di ritorno Tr degli stati di mare che la contengono e con la probabilità che questi si verifichino durante la vita prevista dell'opera.

Le fasi da affrontare in un'analisi volta alla previsione dei massimi valori che l'altezza d'onda può assumere in un determinato arco temporale si possono riassumere come segue:

- selezione dei dati omogenei e indipendenti tra quelli disponibili;
- individuazione del modello probabilistico che meglio rappresenta i dati selezionati;
- determinazione del massimo valore di altezza d'onda atteso in un fissato arco di tempo, in base al modello probabilistico individuato.

6.1. Calcolo del tempo di ritorno

Nel progetto di ogni opera marittima si deve valutare la durata di vita presunta dell'opera stessa, in relazione al progetto in cui è inserita e tenendo conto delle sue caratteristiche funzionali.

Si deve inoltre valutare il livello di rischio o la probabilità di superamento dell'onda di progetto, tenendo conto dei danni che tali onde possono arrecare all'opera e della possibilità di ripristinare la normale funzionalità con operazioni di manutenzione.

Nelle Istruzioni Tecniche per la progettazione delle dighe frangiflutti, edite dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (1996), si consigliano i valori riportati nelle Tabelle 11 e 12.

Tipo dell'opera	Livello di sicurezza richiesto		
	1	2	3
	Vita di progetto (anni)		
Infrastrutture d'uso generale	25	50	100
Infrastrutture d'uso specifico	15	25	50

Tabella 11. Vita di progetto minima dell'opera

Per infrastrutture di uso generale si intendono opere di difesa di complessi civili o industriali, che non siano destinati ad uno specifico scopo e per i quali non è chiaramente identificabile il termine della vita funzionale dell'opera. Per infrastrutture d'uso specifico si intendono le opere di difesa di singole istallazioni industriali, di porti industriali, di depositi o piattaforme di carico e scarico, di piattaforme petrolifere, ecc.

Danneggiamento incipiente		
Ripercussione economica	Rischio per la vita umana	
	Limitato	Elevato
Bassa	0.50	0.30
Media	0.30	0.20
Alta	0.25	0.15
Distruzione totale		
Ripercussione economica	Rischio per la vita umana	
	Limitato	Limitato
Bassa	0.20	0.15
Media	0.15	0.10
Alta	0.10	0.05

Tabella 12. Massima probabilità di danneggiamento ammissibile nel periodo di vita dell'opera

In questo caso è stato considerato un basso impatto economico ed un rischio limitato alla vita umana .
Il tempo di ritorno è stato calcolato utilizzando la seguente formula:

$$T_{rp} = T_v/\left[-ln\left(1 - P_f\right)\right]$$

Opera	Vita di progetto (anni) T_v	Massimo valore di probabilità di danneggiamento P_f	Tempo di ritorno (anni) T_{rp}
Diga	25	0.50	50
	25	0.15	154
Barriera soffolta	25	0.50	50
	25	0.20	112

6.2. Analisi di inferenza statistica

Le serie temporali sono rappresentative delle condizioni meteomarine locali, osservate con cadenza prefissata. Tale cadenza, chiamata scala di aggregazione della serie, influisce sulla risoluzione con cui si osservano le variazioni della grandezza che è oggetto d'indagine. Maggiore è la scala di aggregazione, minore è il dettaglio con cui è descritta la variabilità della grandezza osservata.
La scala di aggregazione, inoltre, influenza anche l'indipendenza dei dati che formano la serie temporale. Per un fenomeno continuo, lentamente variabile, come quello del moto ondoso, minore è la scala di aggregazione e maggiore è il grado di correlazione tra i dati osservati.
Uno dei passaggi più delicati dell'inferenza statistica è la selezione dei dati da analizzare dalla serie temporale osservata. In particolare, tale cernita deve assicurare l'omogeneità e l'indipendenza dell'insieme del campione fornito. Nasce, pertanto, l'esigenza di definire criteri di selezione in base ai quali estrarre dalla serie temporale quei valori che siano, contemporaneamente, descrittivi del fenomeno fisico e mutuamente indipendenti.
Le popolazioni statistiche estratte dai dati osservati possono essere distinte in due diversi tipi, in relazione al procedimento seguito per la loro formazione: il primo prevede il campionamento regolare della serie osservata e genera una popolazione temporalmente aggregata; l'altro prevede un campionamento ad evento e quindi genera una popolazione temporalmente disaggregata. Il primo procedimento è riconducibile al metodo del campione totale, il secondo è riconducibile al metodo delle durate parziali sopra soglia, o al metodo dei massimi annuali.
Il metodo del campione totale non assicura a priori né l'indipendenza né l'omogeneità dei dati che formano l'insieme campionario. Al contrario, il metodo delle durate parziali sopra soglia, previa la

definizione di opportuni criteri di individuazione degli eventi, permette la cernita di dati sia omogenei che indipendenti.

In particolare, nel caso delle serie ondametriche, se è relativamente semplice garantire l'indipendenza dei dati selezionati, non è altresì agevole garantirne l'omogeneità. Infatti, le osservazioni strumentali raccolte sono relative a stati di mare che hanno avuto diversa genesi e, molto spesso, tale diversità non ha radice stocastica, ma deterministica.

Nel Mediterraneo centrale, per esempio, le limitazioni geografiche delle aree di generazione determinano una risposta del mare alle forzanti meteorologiche che è funzione della direzione di provenienza del vento. Una medesima perturbazione può, dunque, generare onde molto diverse secondo il settore direzionale forzato. Inoltre, anche le caratteristiche delle perturbazioni meteorologiche esercitano un'influenza sulla risposta del mare alle azioni eoliche.

Pertanto, l'inferenza statistica applicata alle serie ondametriche risulta complicata dalla dipendenza direzionale dei dati e dalla loro relazione con il regime anemometrico locale. Inoltre, si deve considerare la forte dipendenza statistica tra i dati osservati in condizioni di tempesta, quando le variazioni temporali dei parametri ondosi sono lente.

La definizione dell'evento "mareggiata" permette di semplificare l'insieme campionario per l'inferenza statistica. La mareggiata si può definire come la successione temporale degli stati di mare caratterizzati da valori d'altezza, periodo e direzione del moto ondoso, variabili in fissati intervalli. E' regola caratterizzare una mareggiata assegnandole i valori d'altezza, periodo e direzione corrispondenti al culmine d'intensità della successione degli stati di mare. In particolare, si considera come mareggiata la successione temporale degli stati di mare caratterizzati da:

- persistenza dell'altezza d'onda sopra la soglia di 1 metro maggiore di 12 ore consecutive
- attenuazione dell'altezza d'onda sotto la soglia di 1 metro per meno di 6 ore consecutive
- appartenenza della direzione di provenienza a un determinato settore angolare (± 30° rispetto alla direzione iniziale)

L'indipendenza campionaria della serie dei colmi è assicurata imponendo un valore di soglia per l'intervallo che intercorre tra due mareggiate successive. Nel caso in esame, tale intervallo è pari a 48 ore.

L'indipendenza dell'insieme formato da mareggiate susseguitesi con cadenza non inferiore a due giorni non ne assicura l'omogeneità. Tale requisito può essere conseguito vagliando ulteriormente il campione indipendente. In particolare, sono utilizzati nelle analisi soltanto i valori superiori ad una seconda soglia d'altezza d'onda, più alta di quella prescelta nella definizione della mareggiata. La definizione della soglia di troncamento per la serie disaggregata, quindi, può essere finalizzata a separare le mareggiate generate da venti di tempesta, ciclonici o anticiclonici, da quelle generate da brezze costiere, anche se intense. Inoltre, nel caso dei nostri mari, in cui le aree di generazione sono

limitate e irregolari, la definizione della seconda soglia può essere sfruttata per distinguere le mareggiate generate da vaste perturbazioni meteorologiche, che si estendono su scale continentali e dalle mareggiate generate da perturbazioni locali, che si estendono su scale regionali. In ogni caso, la scelta della soglia è un'operazione molto delicata, poiché essa condiziona notevolmente le stime dell'altezza d'onda con assegnato tempo di ritorno. Una soglia troppo bassa, infatti, conduce ad avere molti elementi nel campione, la maggior parte dei quali non è rappresentativa di condizioni estreme. Tali circostanze determinano previsioni stabili ma sovrastimate dell'altezza d'onda con assegnato tempo di ritorno. Al contrario, una soglia troppo alta conduce ad avere pochi elementi campionari, anche se tutti rappresentativi di condizioni estreme. Tali circostanze determinano previsioni dell'altezza d'onda variabili con la numerosità campionaria.
Ai fini dell'individuazione dell'altezza d'onda significativa, considerando le caratteristiche locali del moto ondoso, è stata fissata una soglia di 3.0 metri.

Sulla base delle considerazioni di cui sopra, si è individuato un campione statistico avente 92 valori di altezza d'onda, periodo significativo e direzione di propagazione. I valori, selezionati secondo i criteri di indipendenza e omogeneità esposti in precedenza, sono stati poi utilizzati per lo studio statistico al fine di determinare le caratteristiche dell'onda di progetto.

Ai fini del calcolo dell'altezza d'onda di progetto si sono utilizzate le onde provenienti dal settore di traversia compreso tra 205°N e 265°N in quanto risulta essere il settore più penalizzante sia per il dimensionamento del nuovo tratto della diga di sopraflutto e della barriera soffolta e sia per quanto riguarda la penetrazione ondosa all'interno del porto..

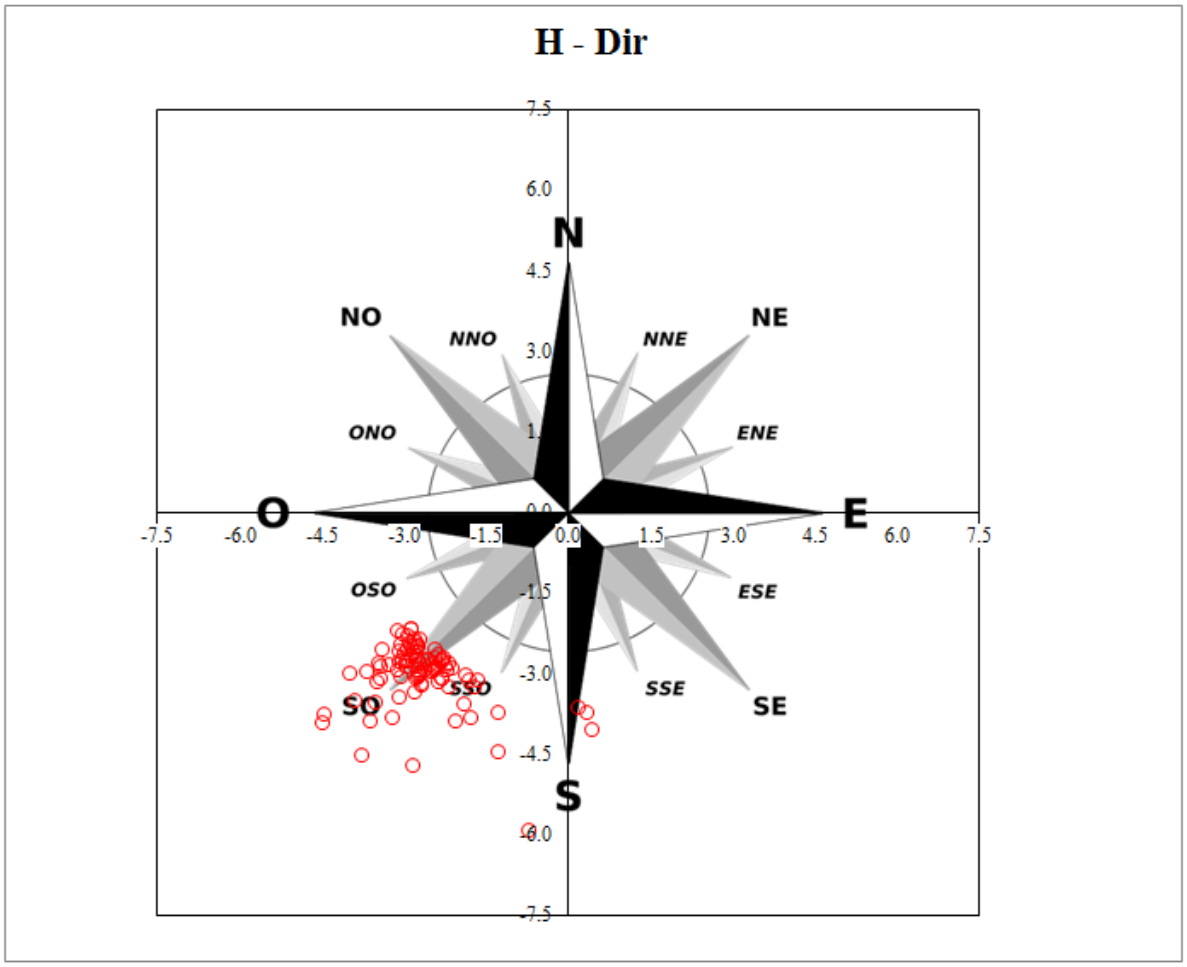


Figura 12. Scatter plot campione statistico

6.3. Individuazione del modello probabilistico per i dati selezionati

La rappresentazione dei picchi di mareggiata mediante un'appropriata legge di distribuzione di probabilità introduce nuove problematiche. Infatti, la distribuzione di probabilità delle altezze d'onda non è nota a priori. In linea di principio, dunque, qualsiasi distribuzione di probabilità può essere verosimile. Nella prassi operativa, tale presupposto obbliga i progettisti a definire alcuni criteri di scelta, volti ad individuare tra le possibili distribuzioni la legge di probabilità che meglio rappresenta alcune caratteristiche statistiche dei dati, per esempio un migliore adattamento della coda della distribuzione ai valori estremi rilevati.

Le distribuzioni utilizzate nello studio in esame sono la Normale, la log-Normale, la Gumbel e la Frechet. Si procederà ora alla stima dei parametri per ciascuna di queste distribuzioni e alla verifica di adattamento attraverso l'impiego di alcuni test statistici.

Tra i comuni metodi d'adattamento statistico si preferisce frequentemente il metodo dei momenti, poiché più semplice e comunque robusto. Il metodo dei momenti consiste nell'attribuire a ciascun momento della popolazione il valore del corrispondente momento del campione estratto da quella popolazione. Poiché gli n parametri della distribuzione possono essere espressi in funzione dei suoi momenti dei primi n ordini, il problema della stima dei parametri può essere ricondotto a quello della stima dei momenti.

Il metodo dei momenti fornisce stimatori corretti, ma in genere poco efficienti: questo perché una stima è tanto migliore quanto minore è la sua varianza. Ma, poiché a parità di grandezza del campione la varianza della stima cresce al crescere dell'ordine del momento da stimare, per campioni di poche decine di elementi è già sconsigliato il ricorso al momento del terzo ordine. Nel caso in esame, tuttavia, pur avendo un campione di limitata numerosità (N=92), sono state considerate solo distribuzioni a due parametri: questo implica che per stimare questi due parametri è necessario far ricorso solo ai momenti del primo e del secondo ordine. L'applicazione del metodo dei momenti al caso che si sta studiando è dunque accettabile.

Innanzitutto si è proceduto al calcolo degli stimatori corretti, ovvero di quegli stimatori il cui valore è dato dal momento campionario corrispondente, ma la cui media è sempre pari al momento teorico.

- Media

$$m = \mu$$

- Varianza

$$s^2 = \frac{N}{N-1}\sigma^2$$

6.4. Adattamento delle distribuzioni di probabilità

Distribuzione Normale

La densità di probabilità della distribuzione normale è data da:

$$p(H) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}s}\exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{H-m}{s}\right)^2\right]$$

dove la variabile è l'altezza d'onda H, ed m e s sono rispettivamente la media e la deviazione standard campionarie.

Poiché si vuole confrontare la densità di probabilità appena ricavata con la frequenza empirica del campione, e sapendo che quest'ultima è una probabilità elementare, data dunque dal prodotto fra una densità di probabilità e un intervallo ΔH:

$$f_k = p_k(H)\Delta H$$

per poter procedere con il confronto fra le due grandezze si deve prima riportare la frequenza empirica a una densità di frequenza empirica:

$$p_k(H) = \frac{f_k}{\Delta H}$$

L'intervallo ΔH è dato da:

$$\Delta H = \frac{H_{max} - H_{min}}{k}$$

dove k è il numero delle classi in cui si è suddiviso il campione per il calcolo della frequenza empirica.

In Figura 13 è riportato il confronto fra la densità di probabilità della distribuzione normale adattata al campione e la densità di frequenza empirica.

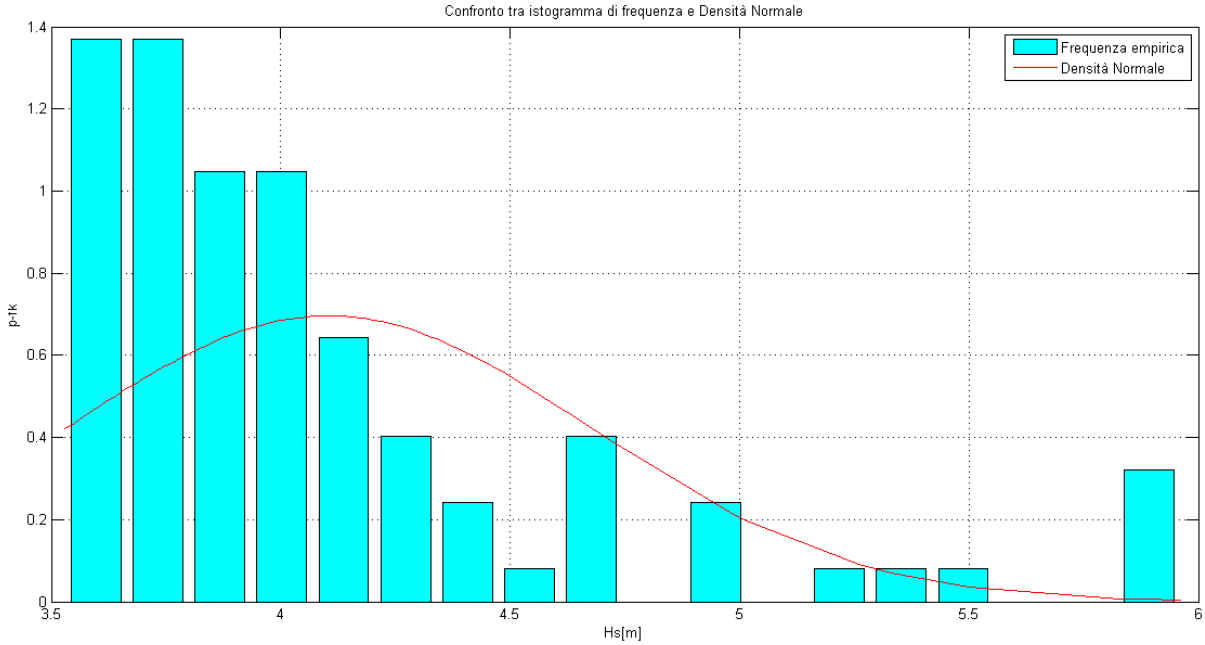


Figura 13. Confronto tra istogramma empirico e densità di probabilità Normale

Si procede ora con il calcolo della probabilità cumulata della distribuzione normale adattata al campione, attraverso la relazione:

$$P(H) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}s}\int_{-\infty}^{H} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{H-m}{s}\right)^2\right] dH$$

e al confronto fra tale probabilità cumulata e la frequenza empirica di non superamento (Figura 14).

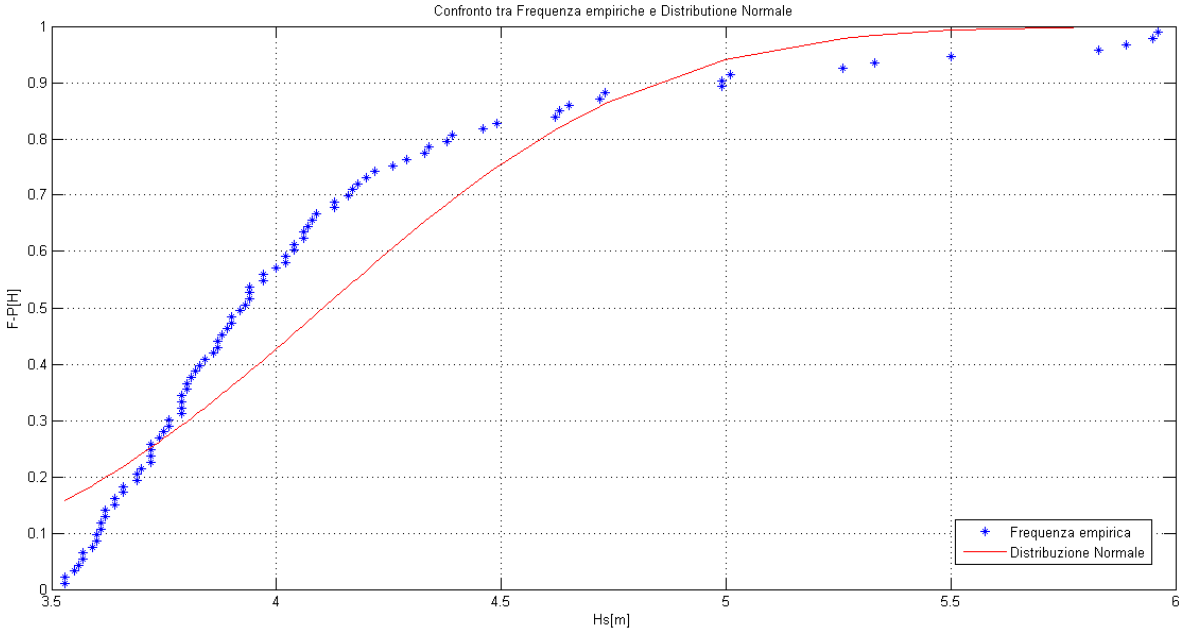


Figura 14. Confronto tra Frequenza di non superamento e Distribuzione Normale

Distribuzione Log-Normale

La Distribuzione Log-Normale a due parametri è caratterizzata dal fatto che a seguire la legge normale non è la variabile originaria H, ma il suo logaritmo:

$$y = \ln(H)$$

La media e la varianza della variabile y sono legati alla media e alla varianza della variabile originaria H dalle relazioni:

$$m(y) = \ln[m(H)] - \frac{1}{2}\ln\left[1 + \frac{s^2(H)}{m^2(H)}\right]$$

$$s^2(y) = \ln\left[1 + \frac{s^2(H)}{m^2(H)}\right]$$

L'espressione della densità di probabilità è:

$$p(H) = \frac{1}{H\sqrt{2\pi}s(y)}\exp\left\{-\frac{1}{2}\left[\frac{\ln(H) - m(y)}{s(y)}\right]^2\right\}$$

Nella Figura 15 si riporta un confronto grafico fra la densità di probabilità della distribuzione log-normale adattata al campione in esame e la densità di frequenza empirica, già precedentemente definita e calcolata.

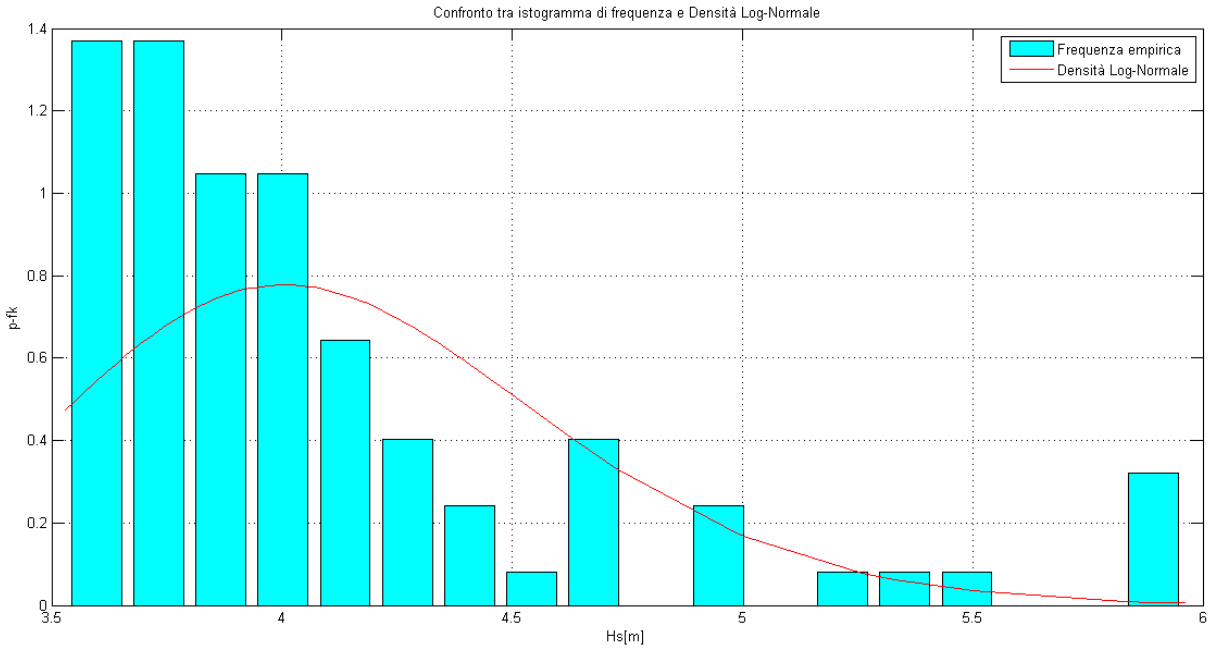


Figura 15. Confronto tra istogramma empirico e densità di probabilità Log-Normale

Si nota come la distribuzione sia limitata inferiormente con limite zero, e come sia asimmetrica con coda sui valori alti.

La probabilità di non superamento della distribuzione log-normale è data dalla relazione:

$$P(H) = \frac{1}{s(y)\sqrt{2\pi}} \int_0^Q \frac{1}{H} \exp\left\{-\frac{1}{2}\left[\frac{\ln(H) - m(y)}{s(y)}\right]^2\right\}$$

Si riporta il confronto grafico tra la probabilità cumulata della distribuzione log-normale e la frequenza empirica cumulata:

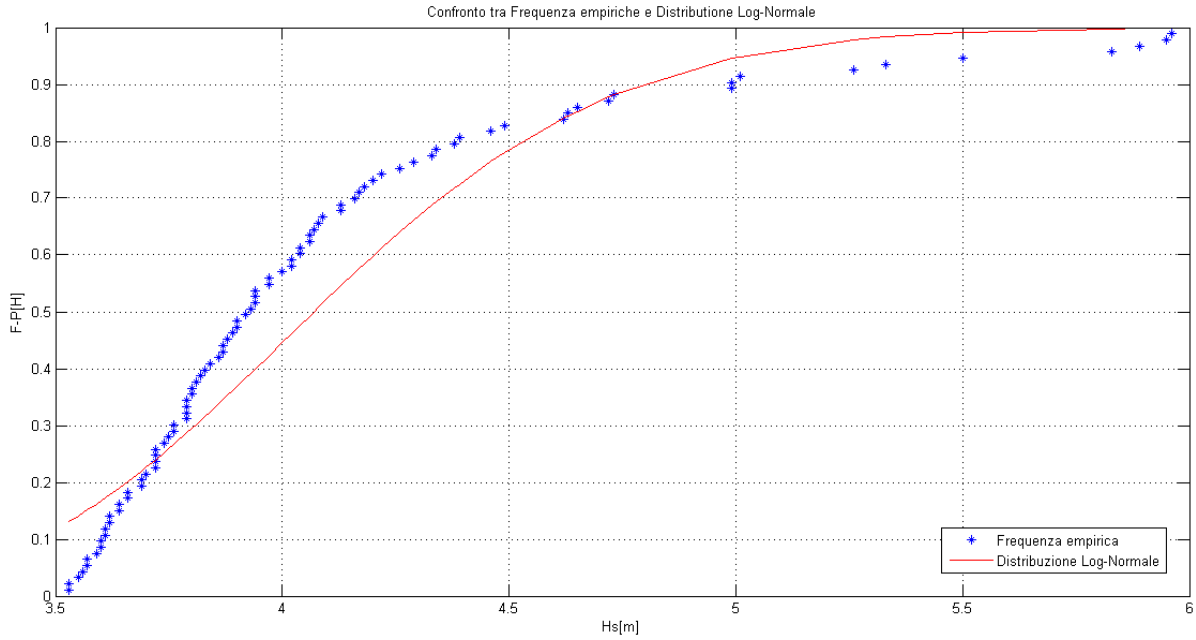


Figura 16. Confronto tra Frequenza di non superamento e Distribuzione Log-Normale

Distribuzione di Gumbel

La Distribuzione di Gumbel, così come la distribuzione di Frechet che verrà analizzata in seguito, sono entrambe distribuzioni asintotiche del massimo valore, rispettivamente del I e del II tipo: queste distribuzioni interpretano le osservazioni dei valori massimi di variabili casuali, come è ad esempio il caso delle altezze d'onda significative. Il tipo della forma asintotica dipende dal modo in cui la funzione di probabilità della distribuzione originaria tende a uno: il I tipo, ovvero la distribuzione di Gumbel, corrisponde a distribuzioni la cui funzione di probabilità, illimitata superiormente, tende a uno in forma esponenziale; il II tipo, ovvero la distribuzione di Frechet, corrisponde a distribuzioni la cui funzione di probabilità, ancora illimitata superiormente, tende a uno secondo la forma della distribuzione di Pareto, ovvero molto più lentamente della forma esponenziale. Per quanto riguarda la distribuzione di Gumbel, la sua caratteristica è che la funzione di probabilità P(x) si può approssimare, per i valori grandi della x, con una curva che tende esponenzialmente ad uno al tendere ad infinito di x.

Dopo aver calcolato i due parametri della distribuzione:

$$\alpha = \frac{1.2825}{s}$$

$$\varepsilon = m - 0.45s$$

è possibile determinare la densità di probabilità della distribuzione di Gumbel, secondo la relazione:

$$p(H) = \alpha e^{-e^{-\alpha(H-\varepsilon)}-\alpha(H-\varepsilon)}$$

e confrontare per via grafica (Figura 17) l'andamento della densità di probabilità con l'andamento della densità di frequenza empirica.

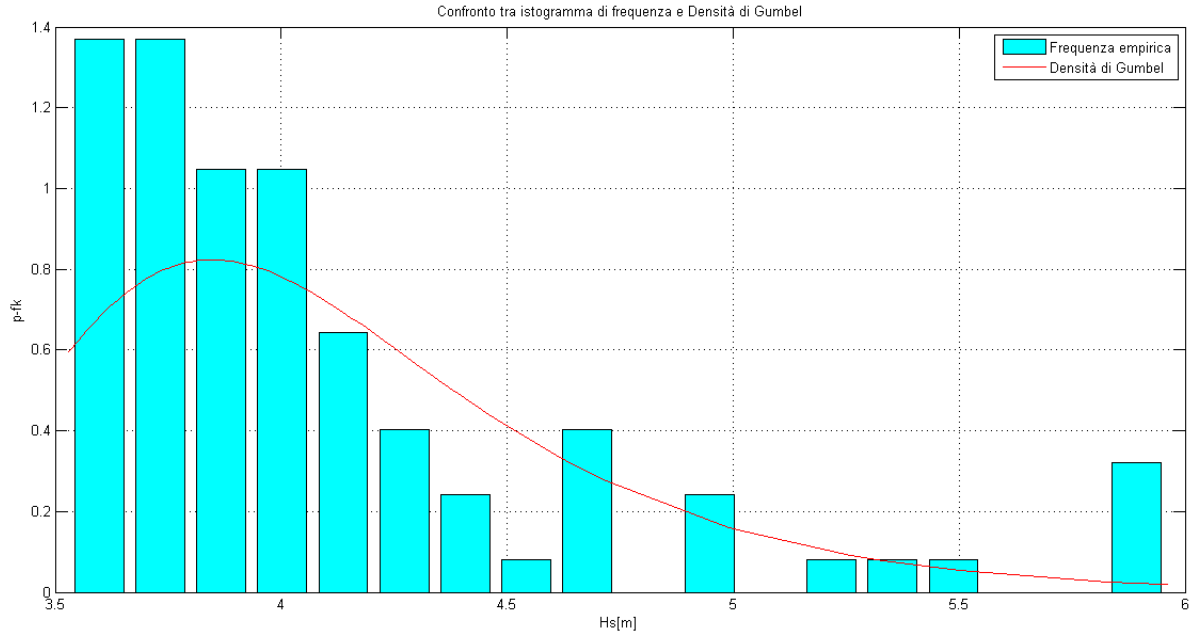


Figura 17. Confronto tra istogramma empirico e densità di probabilità di Gumbel

La probabilità cumulata è data dalla relazione:

$$P(H) = e^{-e^{-a(H-\varepsilon)}}$$

In Figura 18 si riporta il confronto grafico tra la probabilità cumulata della distribuzione di Gumbel e la frequenza empirica cumulata.

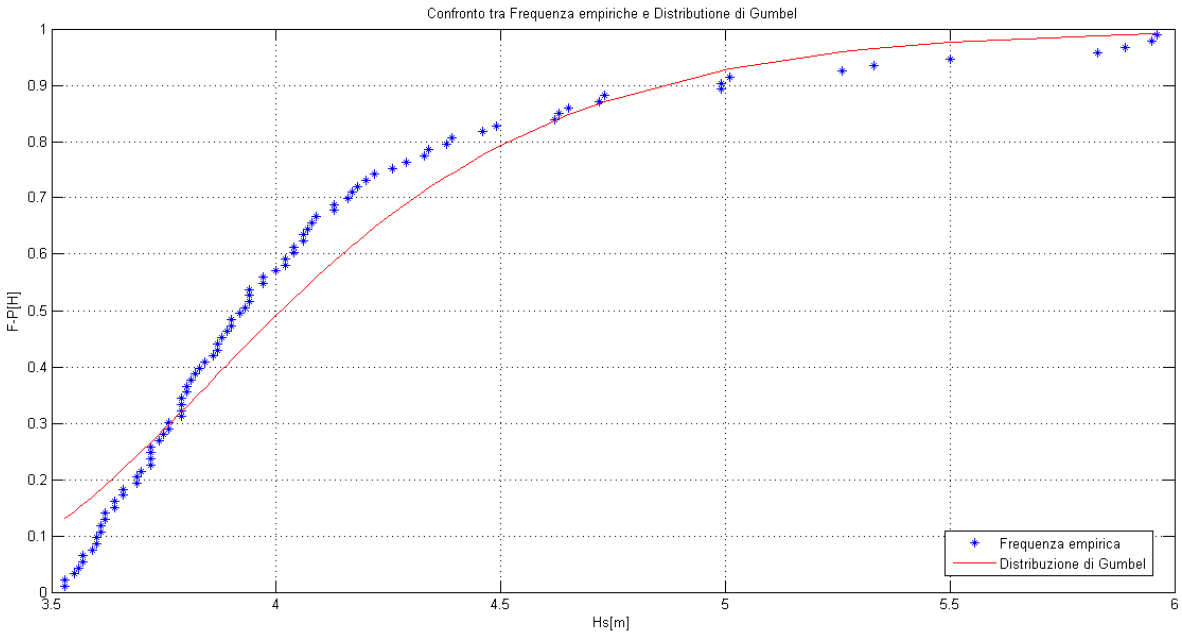


Figura 18. Confronto tra Frequenza di non superamento e Distribuzione di Gumbel

Distribuzione di Frechet

Le Distribuzioni di questa famiglia, per le quali al crescere della variabile x la funzione di probabilità tende a uno molto lentamente, sono del tipo della distribuzione di Pareto, limitata inferiormente con limite in zero.

I due parametri possono essere stimati con il metodo dei momenti:

$$k = \frac{1.2825}{s(y)}$$

$$\varepsilon = \exp[m(y) - 0.45006 * s(y)]$$

dove s(y) e m(y) sono i parametri della distribuzione log-normale, precedentemente calcolati.

La funzione di densità di probabilità è data dalla relazione:

$$p(H) = \exp\left[-\left(\frac{H}{\varepsilon}\right)^{-k}\right]\frac{k}{\varepsilon}\left(\frac{H}{\varepsilon}\right)^{-(k+1)}$$

Si procede con il confrontare l'andamento della densità di probabilità con la densità di frequenza empirica (Figura 19).

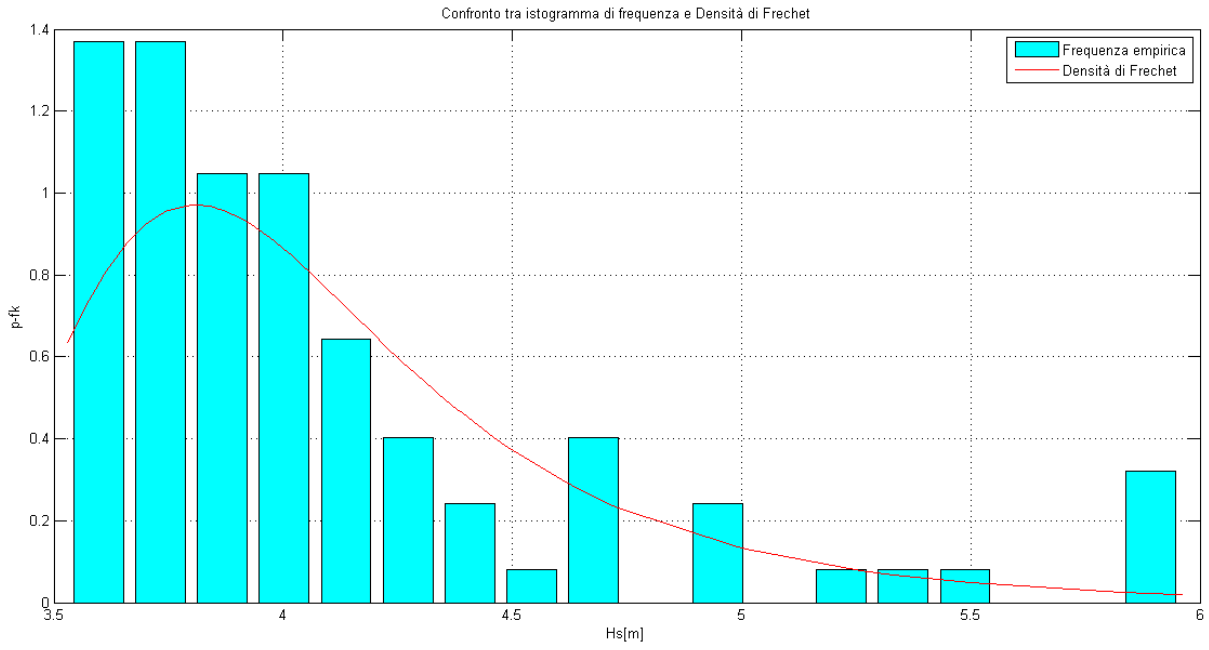


Figura 19. Confronto tra istogramma empirico e densità di probabilità di Frechet

La funzione di probabilità è:

$$P(H) = \exp\left[-\left(\frac{H}{\varepsilon}\right)^{-k}\right]$$

Si riporta il confronto grafico tra la probabilità cumulata della distribuzione di Frechet e la frequenza empirica cumulata (Figura 20).

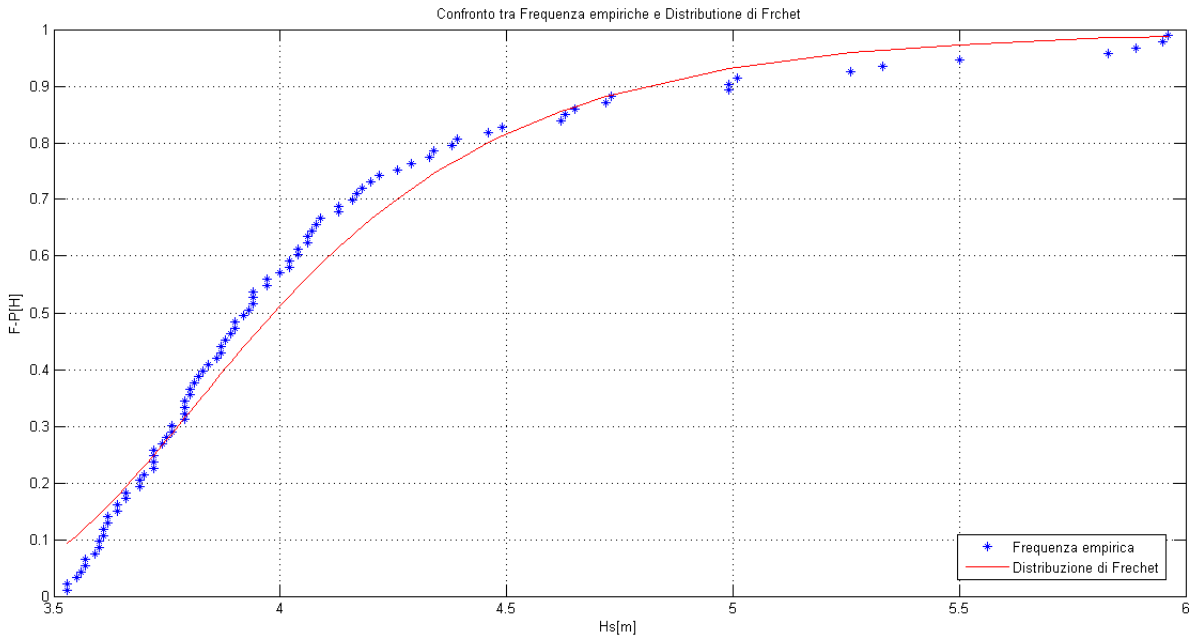


Figura 20. Confronto tra Frequenza di non superamento e Distribuzione di Frechet

Questa distribuzione sembra rappresentare meglio il campione di osservazioni in esame. In effetti, già nel grafico delle densità di probabilità ci si accorgeva che la densità di probabilità della distribuzione di Frechet seguiva con buona approssimazione l'andamento della densità di frequenza empirica.

Confronto delle distribuzioni adattate al campione statistico

Si è voluto riportare un confronto conclusivo fra gli andamenti delle densità di probabilità delle varie distribuzioni adattate al campione e l'istogramma della densità di frequenza empirica.

In tal modo è possibile osservare contemporaneamente tutte le curve, e paragonare il loro comportamento per i valori bassi, alti e di picco.

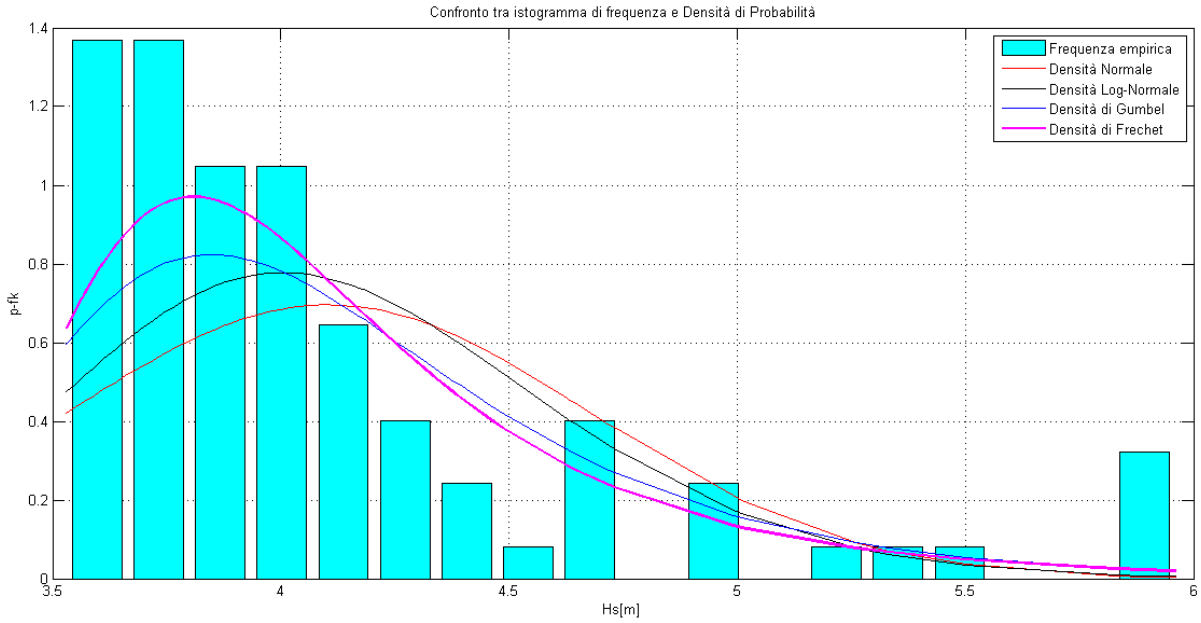


Figura 21. Confronto tra istogramma empirico e densità di probabilità

Per quanto riguarda i valori bassi delle altezze d'onda H, si nota come nessuna delle distribuzioni esaminate li rappresenti in modo adeguato, perché i corrispondenti valori di p(H) sono tutti inferiori ai valori delle densità di frequenza empirica del campione in esame. Tra tutte, la distribuzione di Frechet è quella che si adatta meglio.

Relativamente ai valori di picco, si nota come la distribuzione di Frechet si adatti bene al campione in esame.

L'adattamento migliore ai valori alti è quindi garantito dalla distribuzione di Frechet.

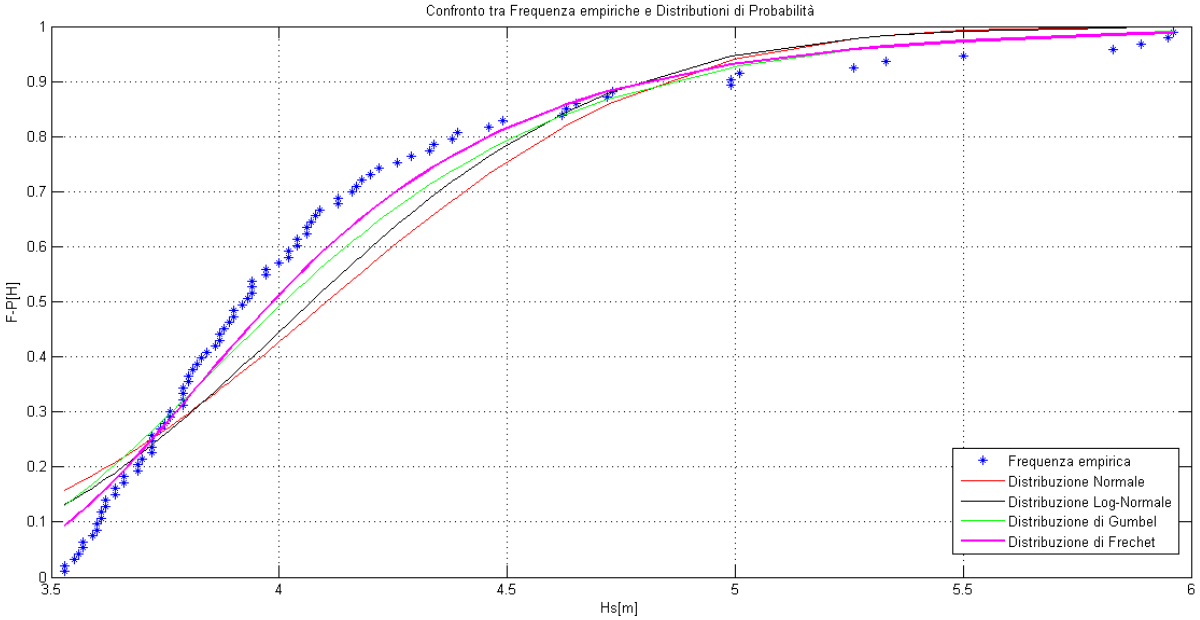


Figura 22. Confronto tra Frequenza di non superamento e distribuzioni di probabilità

Nel confronto delle probabilità cumulate delle varie distribuzioni adattate al campione con le frequenze cumulate del campione stesso, si nota che per valori bassi la distribuzione di Frechet si adatta sufficientemente bene. Tale distribuzione si adatta meglio delle altre ai valori delle frequenze cumulate relativi ai valori centrali della H, e rappresenta anche i valori alti.

6.5. Calcolo delle fasce fiduciarie per il campione statistico

Per determinare le fasce fiduciarie è stato necessario ricorrere al metodo Monte Carlo. Si sono dunque generati 1000 campioni di numerosità fissata pari a 92, distribuiti in maniera uniforme fra 0 e 1. In questo modo si è ottenuta una matrice di N righe e M colonne, con:

$$i = 1 \div N \quad j = 1 \div M$$
$$N = 92 \quad M = 1000$$

A questo punto si è ordinato in senso crescente ogni j-esimo campione e si è assegnata una frequenza empirica Fi a ogni i-esimo valore del j-esimo campione:

$$F_i = \frac{i}{N + 1}$$

Si consideri che ogni riga i della matrice generata ha uno stesso valore di frequenza empirica, per il fatto che la numerosità di ciascun campione è fissata.

Una volta noto il valore della Fi, si sono invertite le funzioni di probabilità delle distribuzioni utilizzate, per tutti gli M campioni generati, in modo da ottenere una riga di M punti, per ogni valore di Fi, più o meno addensati intorno al modello.
La fascia fiduciaria è, per ciascun Fi, l'intervallo che racchiude il 95% in probabilità dei valori trovati. Si è considerata dunque ogni singola riga di punti come un nuovo campione di numerosità 1000; si è proceduto ad ordinare in senso crescente ognuno dei 92 nuovi campioni appena definiti e per ogni valore si è definita una nuova frequenza empirica:

$$F_j = \frac{j}{M + 1}$$

Una volta nota Fj, si è proceduto con lo scartare i valori di coda di ogni singolo campione, individuando i valori di probabilità $\alpha/2$ e $1 - \alpha/2$, corrispondenti rispettivamente al limite inferiore e superiore della fascia fiduciaria. Tutti i valori che ricadono fra quei due estremi costituiscono l'ampiezza della fascia fiduciaria corrispondente alla Fi considerata, per un valore del livello di significatività pari al 5%.

Una volta individuata la fascia fiduciaria della distribuzione considerata, si è andato a verificare che i modelli stimati sul campione di altezze d'onda ricadano nell'intervallo definito dalle fasce. In particolare, si è contato il numero dei valori della frequenza empirica Fk che ricadono all'interno dell'intervallo e si è verificato che siano per lo meno il 95% del totale.

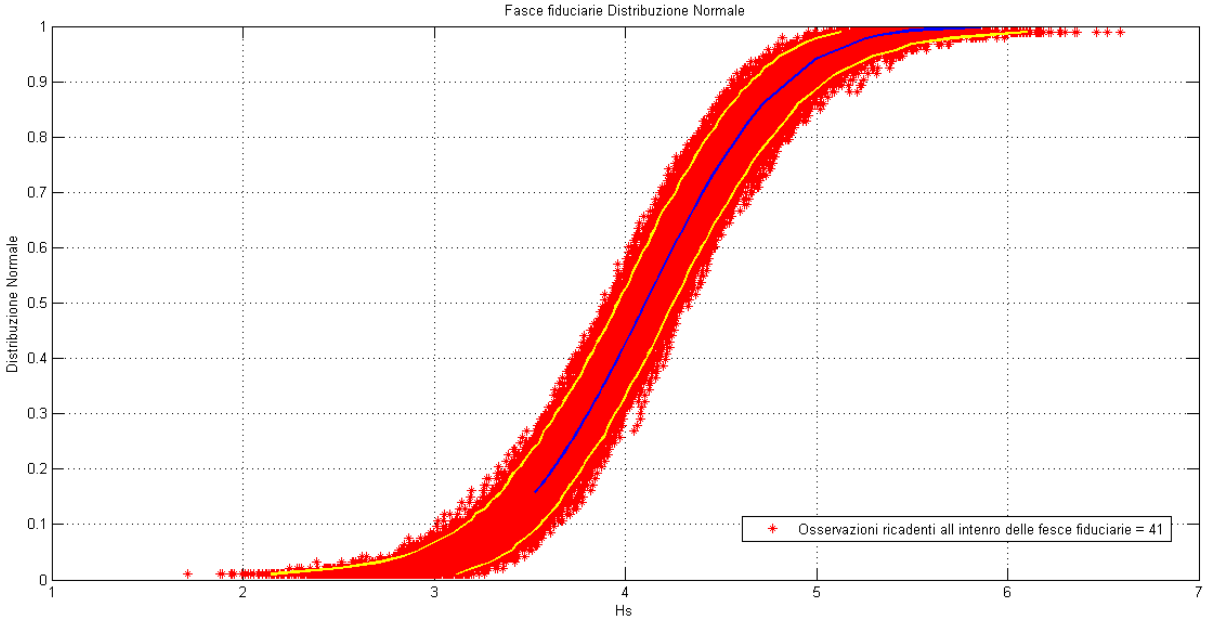


Figura 23. Fasce fiduciarie per la distribuzione Normale

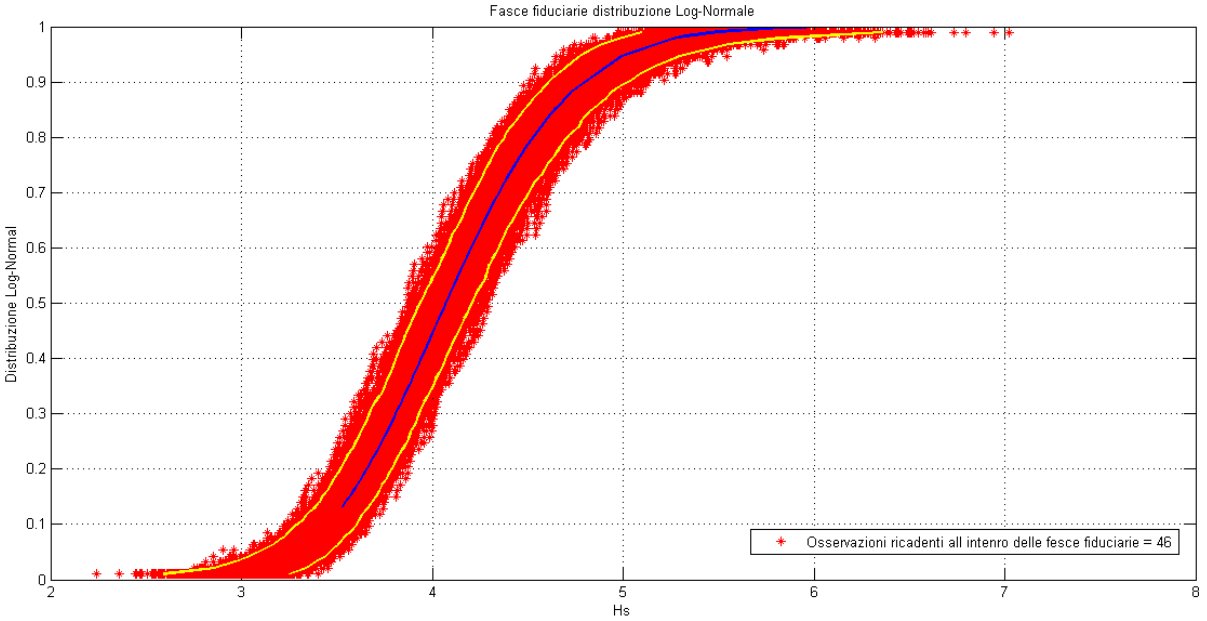


Figura 24. Fasce fiduciarie per la distribuzione Log-Normale

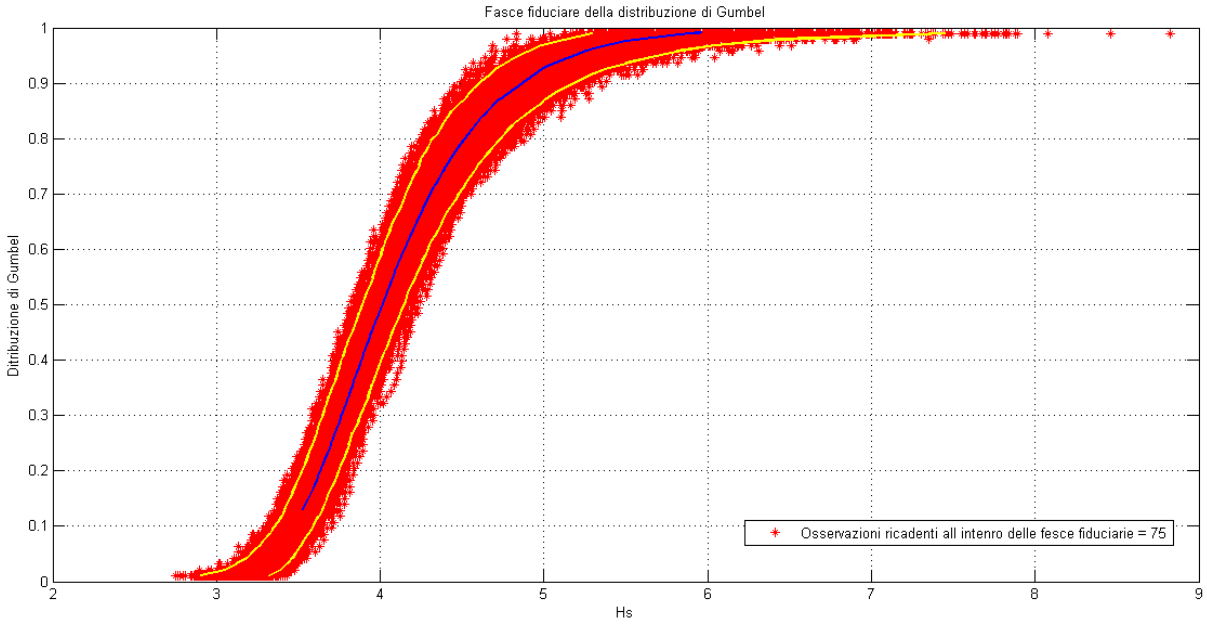


Figura 25. Fasce fiduciarie per la distribuzione di Gumbel

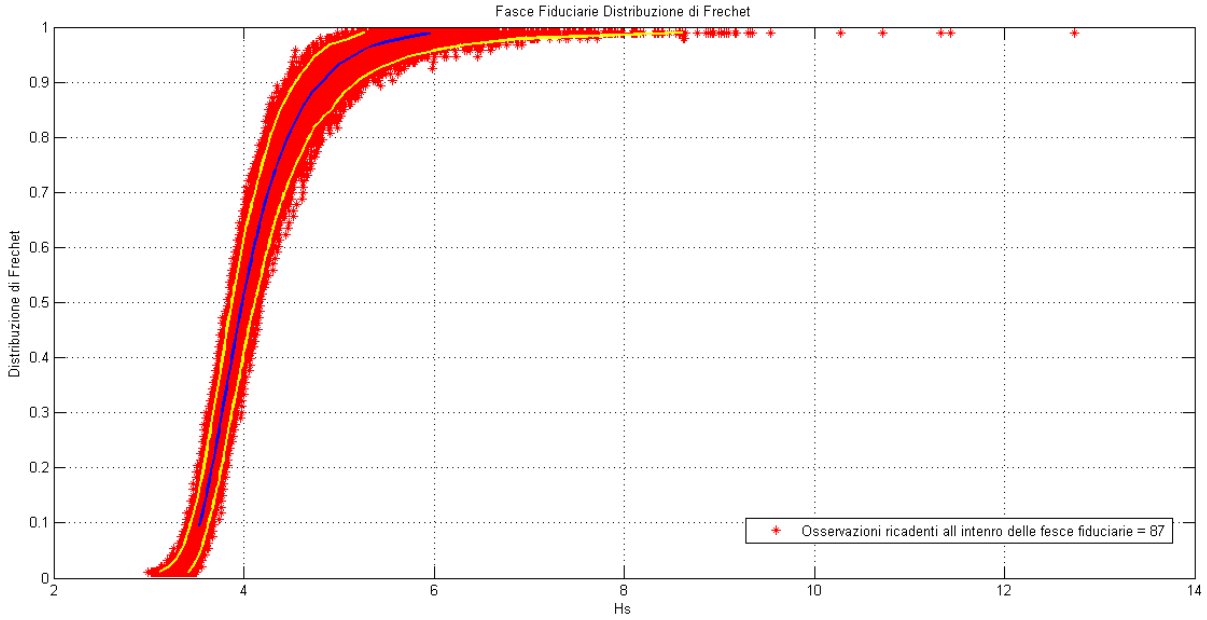


Figura 26. Fasce fiduciarie per la distribuzione di Frechet

Osservando i valori che ricadono all'interno delle Fasce fiduciarie si nota come le distribuzioni di Gumbel e di Frechet si adattino meglio rispetto alla distribuzione Normale e Log-Normale.

6.6. Verifica di adattamento delle distribuzioni attraverso l'impiego di test statistici

Test di Pearson

Il Test di Pearson si adotta per controllare l'ipotesi che la distribuzione dalla quale un dato campione è stato estratto coincida con una distribuzione assegnata.

Per fare ciò, si considera la grandezza statistica:

$$X^2 = \sum_{i=1}^{k} \frac{[N_i - Np_i]^2}{N_i}$$

dove N_i è il numero di osservazioni che ricadono in un medesimo intervallo e:

$$Np_i = Np(x)dx$$

è una probabilità elementare.

La statistica X^2 è una variabile casuale; la sua distribuzione asintotica al crescere del numero di osservazioni N, tuttavia, non è esattamente conosciuta: è compresa tra la distribuzione di un χ^2 con k-1 gradi di libertà, e quella di un χ^2 con k-p-1 gradi di libertà, dove p è il numero di parametri della distribuzione che si vuole verificare. Queste considerazioni sono valide quando la distribuzione che si vuole testare è stata ricavata proprio a partire dal campione in esame e quindi risultano valide per il caso che si sta analizzando. Nel caso in cui la distribuzione che si vuole verificare attraverso il test sia nota a priori, i gradi di libertà del χ^2 sono maggiori, e pari a k-1.

Nell'eseguire il Test di Pearson, si segue la regola dell'equiprobabilità ai fini della suddivisione in classi:

$$p_1 = p_2 = \cdots = p_i$$

nonché la regola empirica di definire le classi in modo da rispettare la disuguaglianza:

$$Np_i \geq 5$$

Si assume dunque il numero delle classi k uguale al più grande numero intero che non superi $N/5$.

Poiché nel caso in questione N = 92, si è assunto un numero di classi pari a:

$$k = \frac{N}{5.1} 21$$

a cui corrisponde:

$$p_i = \frac{5.1}{N} = 0.02 = \text{cost}$$

che rispetta la condizione di equiprobabilità. Pertanto l'ampiezza delle classi risulta variabile; una volta stabilita l'entità di p_i, invertendo la funzione di probabilità della distribuzione di cui si vuole testare l'adattamento, si ricavano le ampiezze delle k classi.
A questo punto si procede individuando il numero N_i di elementi che ricadono in ciascuna classe, e successivamente valutando il valore della statistica X^2.
Questo valore andrà infine confrontato con un valore limite:

$$\chi^2{}_{k-p-1}(1-\alpha) = \chi^2{}_{21-2-1}(1-0.05) = \chi^2{}_{18}(0.95) = 28.9$$

La regione di accettazione così definita abbraccia un intervallo che va da $-\infty$ a 28.9 La sua unilateralità è giustificata dal fatto che i valori sulla coda sinistra sono tutti accettabili. In effetti, tanto più piccolo è lo scarto calcolato dalla statistica, tanto migliore è l'approssimazione della distribuzione in esame.

Se il valore della statistica X^2, calcolato per ogni distribuzione che si vuole testare, risulterà inferiore al valore limite $\chi^2 = 28.9$, la relativa distribuzione avrà superato il test di adattamento di Pearson, ovvero risulterà statisticamente accettabile per rappresentare la distribuzione della variabile in esame.

Verifica delle distribuzioni

Considerando il valore $p_i = 0.2$ precedentemente definito, si è proceduto con l'invertire la funzione di probabilità normale, in modo da individuare gli intervalli relativi a ciascuna classe.
Si è calcolato il numero di elementi n_k del campione in esame che ricadono in ciascuna classe.

Si è individuato il valore della statistica per tutte le distribuzione utilizzando la seguente formula:

$$X^2 = \sum_{i=1}^{k} \frac{[N_i - Np_i]^2}{N_i}$$

Nella tabella 13 sono riportati i risultati del Test di Pearson per tutte le distribuzioni di probabilità utilizzate:

$\chi^2(0.95)$	X^2 Normale	X^2 Log-Normale	X^2 Gumbel	X^2 Frechet
28.9	92.0	48.5	35.2	**18.7**

Tabella 13. Risultati del test di Pearson

L'unica Distribuzione di probabilità che ha superato il Test di Pearson Distribuzione di Frechet in quanto il valore del χ^2 è inferiore al valore limite pari a 28.9.

Test di Kolmogorov – Smirnov

Il test di adattamento di Kolmogorov – Smirnov si basa sul confronto tra le probabilità cumulate, relative alle varie distribuzioni che si vogliono testare, e la frequenza empirica del campione.
In particolare, la statistica di questo test tiene conto dello scarto massimo in valore assoluto fra le i-esime frequenze cumulate e le i-esime probabilità di non superamento, secondo la relazione:

$$D = \max|F_i - P_0(x_i)|$$

Come si può vedere dalla precedente relazione, questo test, a differenza del test di Pearson, non si basa sulla probabilità elementare p_i, ma sulla probabilità cumulata: questo consente di non dover classificare il campione, ma di poter adottare direttamente le funzioni di probabilità già precedentemente definite per ogni distribuzione in esame.
Anche in questo caso, la statistica del test è a sua volta una variabile casuale. L'andamento della sua distribuzione è dato da:

$$\lim_{N\to+\infty} \text{prob}\left[D\sqrt{N} \le z\right] = \frac{\sqrt{2\pi}}{z}\sum_{j=1}^{\infty} \exp\left[\frac{-(2j-1)^2\pi^2}{8z^2}\right]$$

dove z è un generico valore. A causa della difficoltà nell'esplicitare la distribuzione della statistica D, si adotta un valore limite pari a:

$$\alpha = 0.05 \rightarrow D_\alpha = \frac{1.3582}{\sqrt{N}} = 0.14$$

In questo modo, basterà semplicemente valutare la statistica per ogni distribuzione di cui si vuole testare l'adattamento, e verificare la disequazione:

$$D \le D_\alpha$$

Verifica delle distribuzioni

Si è ricavato il valore della statistica:

$$D = \max\left|F_{k_i} - P(Q_i)\right|$$

Nella tabella 14 sono riportati i risultati del test KS per tutte le distribuzioni di probabilità utilizzate

D_α	D Normale	D Log-Normale	D Gumbel	D Frechet
0.14	0.010	0.009	0.002	0.001

Tabella 14. Risultati del test di Pearson

Nel caso del test K-S tutte le Distribuzione di probabilità risultano idonee in quanto i valori del parametro D sono sempre inferiori al valore limite pari a 0.14.

Test di Anderson-Darling

Il Test Anderson - Darling, come quello K-S, confronta la frequenza cumulata con le probabilità cumulate relative alle varie distribuzioni.

Sebbene la statistica di questo test abbia una distribuzione simile alla statistica del Test di Pearson, si riesce a dare un maggior peso ai valori alti e bassi del campione.

La statistica è data dalla relazione:

$$A^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{[F_i - P_0(x)]^2}{P_0(x)[1 - P_0(x)]} p_0(x)dx$$

ovvero dalla relazione semplificata:

$$A^2 = -N - \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(2i-1)\ln P_0(x_i) + (2N - 2i + 1)\ln\left[1 - P_0(x_i)\right]$$

Questa statistica prende tutti gli scarti fra le frequenze cumulate e le funzioni di probabilità che si vogliono testare, e li normalizza rispetto alla probabilità di superamento e di non superamento.

Affinché una certa distribuzione superi il test di Anderson – Darling, è necessario che sia verificata la disequazione:

$$A^2 \leq {A_\alpha}^2$$

dove $A_\alpha{}^2$ è un valore limite, funzione del livello di significatività α che, nel caso in esame, assume valore:

$$\alpha \rightarrow 0.05 \; A_\alpha{}^2 = 2.492$$

Verifica delle distribuzioni

Nella tabella 15 sono riportati i risultati del test di Anderson-Darling per tutte le distribuzioni di probabilità utilizzate:

$A_\alpha{}^2$	A^2 Normale	A^2 Log-Normale	A^2 Gumbel	A^2 Frechet
2.49	5.89	4.36	2.64	1.48

Tabella 15. Risultati del test di Pearson

Nel caso del Test di Anderson Darling tutte solo la Distribuzione di probabilità di Frechet risulta idonea in quanto il valori del parametro A^2 è inferiore al valore limite pari a 2.49.

Conclusioni sull'applicazione dei test statistici alle distribuzioni

Dopo aver adattato al campione, attraverso il metodo dei momenti per la stima dei parametri, alcune delle distribuzioni di probabilità a due parametri, si è proceduto con il testare l'adattamento di queste distribuzioni.

Per far ciò si è fatto ricorso ad alcuni test statistici, quali il test di Pearson, il test di Kolmogorov – Smirnov e il test di Anderson – Darling.

L'unica distribuzione che risulta sempre accettata è la distribuzione di Frechet. Il risultato dei test conferma quanto precedentemente affermato.

Si è deciso pertanto di adottare la distribuzione di Frechet per la stima dell'altezza d'onda di progetto associata ad un dato tempo di ritorno.

6.7. Parametri dell'onda di progetto

Sulla base dei risultati ottenuti, si procede ora alla stima puntuale dell'altezza d'onda di progetto, per un tempo di ritorno fissato, considerando la distribuzione di Frechet come quella che, fra le 4 stimate, meglio si è adattata al campione in esame.

Applicando la semplice relazione:

$$P_{Tr}(H) = 1 - \frac{1}{T^*_r}$$

si ottiene la probabilità cumulata associata al tempo di ritorno considerato.

A questo punto, per ottenere il valore di altezza d'onda significativa (Hs), è necessario invertire la distribuzione di probabilità di Frechet precedentemente stimata per il valore di probabilità cumulata appena ricavato.

$$Hs = \left(-log(P_{Tr})\right)^{\left(-\frac{1}{k}\right)\varepsilon}$$

Si tenga presente che le formule sopra riportate sono valide nel caso in cui vi sia esatta corrispondenza tra numero di misure e numero di anni di osservazione. Nel caso in esame, in cui tale condizione non è verificata, è necessario correggere il tempo di ritorno per tenere conto della disuguaglianza. In particolare della probabilità corrispondente ad un assegnato tempo di ritorno Tr, va utilizzato il tempo di ritorno corretto T^*_r calcolato mediante la seguente formula:

$$T_r^* = T_r \frac{N}{M}$$

nella quale M è il numero di anni di osservazione ed N il numero di mareggiate considerate. Nel presente caso gli anni si osservazione sono 25, ma tenendo conto di un rendimento della boa ondametrica del 69,59% si è utilizzato un valore di M = 17,4 anni.

In questo modo, si ottiene un'altezza d'onda significativa per un tempo di ritorno di 154 anni (corrispondente ad un tempo di ritorno corretto pari a 816 anni) pari a:

$$H_s = 7.47 \text{ metri}$$

6.8. Stima intervallare dell'onda di progetto

La determinazione degli intervalli di confidenza per i quantili si basa, come nel caso delle fasce fiduciarie, sulla generazione di un numero M=1000 di campioni con numerosità N=32 uniformemente distribuiti fra 0 e 1. Dopo aver ordinato ciascun campione in senso crescente, averne calcolato la frequenza empirica Fi secondo il metodo dell'ordinamento, e averli invertiti rispetto alla distribuzione originariamente stimata sulla serie storica di altezze d'onda, si procede con la stima dei parametri (media e deviazione standard) per ciascuno dei 1000 campioni.

$$m_{x_j} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(x_{ij}) \qquad s_{x_j}{}^2 = \frac{1}{N-1}\sum_{i=1}^{N}(x_{ij} - m_{x_j})^2$$

In questo modo, dunque, si sono ottenuti due nuovi campioni per ogni distribuzione, ciascuno di numerosità 1000, contenenti rispettivamente le medie e le deviazioni standard precedentemente individuate.

A questo punto, si invertono i valori di frequenza empirica Fi per la distribuzione di cui si sono appena stimati i parametri, ottenendo una nuova matrice di 32 righe e 1000 colonne: ogni j-esima colonna contiene un campione di numerosità pari a 92, i cui elementi sono stati ricavati dopo aver invertito, secondo la distribuzione di Frechet, la Fi al variare delle j-esime coppie di parametri media e deviazione standard.

Se ora si considera ogni i-esima riga della matrice appena definita, se ne possono calcolare i percentili in relazione al livello di significatività richiesto, fissato pari al 5% nel caso in esame: se infatti si ordina in senso crescente ogni i-esima riga corrispondente all'i-esimo valore della Fi, si ottengono 92 campioni ordinati, ciascuno costituito da 1000 elementi. Se a ciascuno di questi si associa una frequenza empirica:

$$F_j = \frac{j}{M+1}$$

si possono facilmente individuare i valori di altezza d'onda corrispondenti a una frequenza di $\alpha/2$ e di $1 - \alpha/2$, che coincidono con il limite inferiore e superiore dell'intervallo di confidenza per un dato valore della Fi.

L'intervallo di confidenza misura la variabilità nella stima del frattile, corrispondente ad un determinato valore di probabilità cumulata; la probabilità cumulata è legata al tempo di ritorno corretto dalla relazione:

$$P[H(Tr)] = 1 - \frac{1}{T_r^*}$$

Considerando un tempo di ritorno di 154 anni, e invertendo gli estremi dell'intervallo di confidenza per il valore di probabilità cumulata associato al tempo di ritorno corretto precedentemente calcolato, si è ottenuta una stima intervallare dell'altezza d'onda corretta:

$$H_s{}^* = \begin{cases} 7.47m + 0.6m \\ 7.47m - 1.3m \end{cases}$$

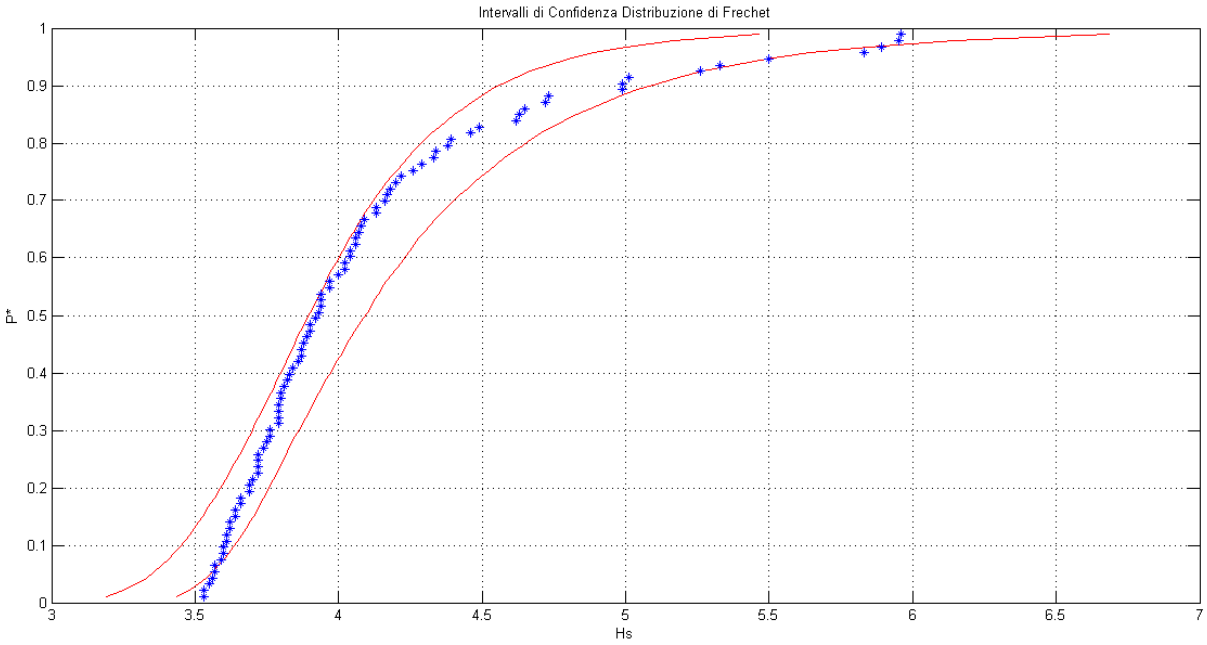


Figura 27. Intervalli di confidenza della distribuzione di Frechet

7. CONCLUSIONI

Per il progetto definitivo porto di Santa Margherita Ligure, è stato calcolato il regime del moto ondoso al largo del sito di interesse. Queste informazioni sono necessarie per il successivo studio di trasferimento largo-riva dell'onda di progetto e la conseguente agitazione ondosa interna dovuta ad essa.

La consultazione di dati storici della zona di interesse ha evidenziato la mancanza di strumentazioni di misura in prossimità del Porto. Per far fronte a questa mancanza sono stati utilizzati i dati ondosi registrati dalla boa ondametrica di La Spezia con una copertura temporale di 25 anni, dal 1989 al 2014 e con esposizione del paraggio del tutto analoga a quella di Santa Margherita Ligure.

E' stato individuato un settore di traversia proveniente da Sud - Ovest (205° N - 265° N).

La costruzione del campione statistico ha imposto diverse fasi di calcolo. Il primo passo è stato andare ad individuare le mareggiate indipendenti tra loro. Questo è stato possibile introducendo una prima soglia di troncamento di 1,00 m s.l.m.m. e misurando un passo temporale che ha permesso di identificare le mareggiate. Tale identificazione è stata possibile imponendo che la soglia di troncamento venisse superata per almeno 48 ore consecutive e si concludesse quando questa soglia non veniva superata per almeno 6 ore consecutive.

Il secondo passo è stato quello di identificare le mareggiate omogenee. Questo è stato eseguito innalzando la soglia di troncamento da 1,00 m a 3,00 m. s.l.m.m.. Nella fase finale sono stati presi in considerazione solo i valori massimi delle singole mareggiate precedentemente individuate.

Determinato il campione statistico, è stato effettuato un processo di inferenza statistica che ha permesso di calcolare l'altezza d'onda di progetto in funzione di un determinato tempo di ritorno. Il calcolo del tempo di ritorno è stato eseguito prendendo in considerazione due fattori principali: l'effetto economico e la perdita di vite umane. Nel caso in cui, a seguito di una mareggiata, la diga frangiflutti subisse un danno totale, sulla base di questi fattori è stato utilizzato un tempo di ritorno pari a 154 anni. I parametri per la stima del tempo di ritorno sono stati presi dalla TABELLA 1 e 2 delle Istruzioni Tecniche per la progettazione delle dighe frangiflutti, edite dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (1996).

Il processo di inferenza statistica ha mostrato che la distribuzione di probabilità che meglio si adatta al campione statistico è quella di Frechet, quindi invertendo questa distribuzione, in funzione del tempo di ritorno corretto, è stato possibile calcolare l'altezza dell'onda di progetto al largo.

Il calcolo del periodo significativo è stato effettuato per mezzo di una correlazione tra altezza d'onda ed il periodo di tutti i dati disponibili, applicando un coefficiente di amplificazione è stato calcolato il periodo di picco per l'onda di progetto.

La tabella sottostante riassume i dati di progetto elaborati:

Tr[anni]	Hs[m]	ts[s]	Dir[°N]
154	7.47	8.72	205 - 265

Ai fini dell'individuazione dei vari parametri ondosi al largo utili agli studi di agitazione ondosa interna al porto di Santa Margherita Ligure e del calcolo dell'onda di progetto della diga frangiflutti in condizioni di danno incipiente e della barriera soffolta atta a realizzare la difesa al piede della spiaggia, si è anche stimato il modo ondoso avente tempo di ritorno corretto pari a 5,10 e 50 anni.

Tr[anni]	Hs[m]	tp[s]	Dir[°N]
5	5.31	7.94	205 – 265
10	5.69	8.09	205 – 265
50	6.68	8.45	205 – 265

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1. Area di studio (stato attuale) 6

Figura 2. Schema di riferimento, simboli e convenzioni per il calcolo dei fetch efficaci e della legge di correlazione tra le direzioni del vento e delle onde. 8

Figura 3. Fetch geografico ed efficace Santa Margherita Ligure 10

Figura 4. Deviazione vento-mare Santa Margherita Ligure 11

Figura 5. Clima ondoso al largo di Santa Margherita Ligure 14

Figura 6. Clima ondoso trasposto al largo di Santa Margherita Ligure 15

Figura 7. Clima ondoso primavera 16

Figura 8. Clima ondoso estate 17

Figura 9. Clima ondoso Autunno 18

Figura 10. Clima ondoso Inverno 19

Figura 11. Correlazione tra altezza d'onda e periodo 30

Figura 12. Scatter plot campione statistico 36

Figura 13. Confronto tra istogramma empirico e densità di probabilità Normale 39

Figura 14. Confronto tra Frequenza di non superamento e Distribuzione Normale 39

Figura 15. Confronto tra istogramma empirico e densità di probabilità Log-Normale 41

Figura 16. Confronto tra Frequenza di non superamento e Distribuzione Log-Normale 42

Figura 17. Confronto tra istogramma empirico e densità di probabilità di Gumbel 43

Figura 18. Confronto tra Frequenza di non superamento e Distribuzione di Gumbel 43

Figura 19. Confronto tra istogramma empirico e densità di probabilità di Frechet 44

Figura 20. Confronto tra Frequenza di non superamento e Distribuzione di Frechet 45

Figura 21. Confronto tra istogramma empirico e densità di probabilità 46

Figura 22. Confronto tra Frequenza di non superamento e distribuzioni di probabilità 47

Figura 23. Fasce fiduciarie per la distribuzione Normale 49

Figura 24. Fasce fiduciarie per la distribuzione Log-Normale 49

Figura 25. Fasce fiduciarie per la distribuzione di Gumbel 50

Figura 26. Fasce fiduciarie per la distribuzione di Frechet 50

Figura 27. Intervalli di confidenza della distribuzione di Frechet..... 59

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1. Distribuzione percentuale degli eventi ondosi per classi di altezza e direzione di provenienza 20

Tabella 2. Ripartizione percentuale per classi di altezze d'onda e periodo significativo 21

Tabella 3. Distribuzione percentuale degli eventi ondosi per classi di altezza e direzione di provenienza (primavera) 22

Tabella 4. Ripartizione percentuale per classi di altezze d'onda e periodo (primavera) 23

Tabella 5. Distribuzione percentuale degli eventi ondosi per classi di altezza e direzione di provenienza (estate) 24

Tabella 6. Ripartizione percentuale per classi di altezze d'onda e periodo (estate) 25

Tabella 7. Distribuzione percentuale degli eventi ondosi, per classi di altezza e direzione di provenienza (autunno) 26

Tabella 8. Ripartizione percentuale per classi di altezze d'onda e periodo (autunno) 27

Tabella 9. Distribuzione percentuale degli eventi ondosi per classi di altezza e direzione di provenienza (inverno) 28

Tabella 10. Ripartizione percentuale per classi di altezze d'onda e periodo (inverno) 29

Tabella 11. Vita di progetto minima dell'opera 32

Tabella 12. Massima probabilità di danneggiamento ammissibile nel periodo di vita dell'opera . 32

Tabella 13. Risultati del test di Pearson 53

Tabella 14. Risultati del test di Pearson 55

Tabella 15. Risultati del test di Pearson 56

PROGETTO:	**PROGETTO DEFINITIVO PORTO DI SANTA MARGHERITA LIGURE** **MESSA IN SICUREZZA ED ADEGUAMENTO FUNZIONALE CON RIQUALIFICAZIONE DEGLI ORMEGGI E DEL LITORALE SUD**
SOGGETTO PROMOTORE:	**SANTA BENESSERE & SOCIAL S.p.a.** Santa Benessere & Social S.p.a. T +39 0185 320868 Piazza Mazzini, 12 F +39 0185 323189 16045 Chiavari (GE) E mfelugo@yahoo.it PRESIDENTE: Maurizio Felugo - PROJECT MANAGER: Ing. Pietro Zanoni - ASSISTENZA TECNICA: Arch. Gio Gozzi
ARCHITETTURA:	**OBR** Open Building Research S.r.l. T +39 02 84268200 Via Ciovasso, 4 F +39 02 8268250 20121 Milano E info@obr.eu RESPONSABILE: Arch. Paolo Brescia - COORDINAMENTO: Arch. Andrea Casetto
INGEGNERIA IDRAULICO-MARITTIMA:	**ACQUATECNO** Acquatecno S.r.l. T +39 06 44702081 Via Ajaccio, 14 F +39 06 44704906 00198 Roma E info@acquatecno.it RESPONSABILE: Ing. Paolo Turbolente
INGEGNERIA STRUTTURALE:	**MILAN INGEGNERIA** Milan Ingegneria S.r.l. T +39 02 36798890 Via Thaon di Revel, 21 F +39 02 36798892 20159 Milano E info@buromilan.com RESPONSABILE: Ing. Maurizio Milan
INGEGNERIA IMPIANTISTICA, PREVENZIONE INCENDI E SICUREZZA:	**UNITED CONSULTING** United Consulting T + 39 02 45397370 Via Thaon di Revel, 21 E info@unitedconsulting.it 20152 Milano RESPONSABILE: Ing. Luca Giannelli
DOCUMENTI TECNICO-ECONOMICI:	**GAD** Global Assistance Development S.r.l. T +39 02 29005672 via Maurizio Quadrio, 12 F +39 02 65560517 20154 Milano E info@gadstudio.e RESPONSABILE: Geom. Gianpiero Aresi
URBANISTICA:	**ARCH. CARLO BERIO** Arch. Carlo Berio T +39 010 8398483 Piazza Marsala, 13 E carloberio@studioberio.it 16122 Genova RESPONSABILE: Arch. Carlo Berio
CONSULENZA LEGALE:	**IADEVAIA** Iadevaia - Studio Legale e Tributario T +39 02 92801820 Via Giacomo Leopardi, 21 F +39 02 92801820 20123 Milano E alberto@iadevaia.it RESPONSABILE: Avv. Alberto Iadevaia
RILIEVO:	**GEO-T.E.C.** GEO-T.E.C. Studio Tecnico Topografico Associato T +39 0185 62830 Corso Italia, 9 int.2 F +39 0185 1831378 16035 Rapallo (GE) E geotec@geotecrapallo.it RESPONSABILE: Geom. Paolo Ghigliotti
GEOLOGIA E AMBIENTE:	**GEOLAMBDA** Geolambda Engineering S.r.l T +39 0377 433021 Via A. Diaz, 22 F +39 0377 402035 26845 Codogno (LO) E segreteria@geolambda.it RESPONSABILE: Geol. Marco Daguati
ARCHEOLOGIA:	**STUDIUM S.A.S. ARCHEOLOGIA** Studium S.a.s. Archeologia T +39 011 855666 Via Marco Polo, 32 bis F +39 011 855666 10129 Torino E info@studiumarcheologia.com RESPONSABILE: Dott.ssa Frida Occelli
TITOLO ELABORATO:	# Opere Marittime Studio della propagazione del moto ondoso da largo a riva

CODICE PROGETTO	LIVELLO PROGETTAZIONE	DISCIPLINA	QUADRANTE	NUMERO ELABORATO	REVISIONE
079	PD	OM	-	0003	-

NOME FILE	SCALA	EMESSO DA	DATA PRIMA EMISSIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO
079_PD_OM_0003_0.dwg	-	ACQ	04-12-2017	P.Turbolente	P.Turbolente	P.Turbolente

REVISIONI:

NUMERO REVISIONE	DATA REVISIONE	OGGETTO REVISIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO

1. PREMESSA 1

2. CONDIZIONI ONDOSE DI RIFERIMENTO 2

3. MODELLO DI CALCOLO UTILIZZATO 3

3.1. SW (Spectral Wave) 3

3.2. Definizione delle griglie di calcolo (SW) 4

3.3. Periodo di simulazione e passo di integrazione 6

3.4. Risultati delle simulazioni 6

4. CONCLUSIONI 12

INDICE DELLE FIGURE 13

INDICE DELLE TABELLE 14

1. PREMESSA

Nell'ambito della progettazione definitiva del porto si Santa Margherita Ligure (GE), è stato effettuato lo studio di trasferimento largo-riva del moto ondoso in prossimità del porto per verificarne l'operabilità in funzione delle modifiche previste dal progetto definitivo.

Nella figura 1 è riportata l'area di studio.



Figura 1. Vista aerea del porto di Santa Margherita Ligure

Per la simulazione numerica bidimensionale è stato utilizzato il modello matematico MIKE 21, sviluppato dal Danish Hydraulic Institute. Esso è basato sulla risoluzione alle differenze finite su griglia strutturata o flessibile, ed è costituito da differenti moduli che implementano le numerose equazioni che governano gran parte dei fenomeni idraulici riscontrabili in un determinato sistema marino.

Nel caso in esame sono stati utilizzati il modello SW (Spectral Wave), che consente di simulare la penetrazione ondosa all'interno del bacino portuale tenendo conto di vari fenomeni quali shoaling, diffrazione, rifrazione, riflessione semplice e l'amplificazione ondosa indotta dal vento che spira all'interno di esso.

2. CONDIZIONI ONDOSE DI RIFERIMENTO

Per la definizione di moto ondoso (altezza, periodo, direzione di provenienza) in prossimità del porto di Santa Margherita Ligure sono stati utilizzati i dati ricavati dallo studio meteomarino redatto in questa fase progettuale per poter poi propagare tali valori in prossimità dell'imboccatura portuale.

Nella tabella 1 sono riportate le caratteristiche del moto ondoso utilizzato:

Tr[anni]	Hs[m]	ts[s]	Dir[°N]
5	5.31	7.94	180
10	5.69	8.09	180
50	6.68	8.45	180
112	7.23	7.51	180
154	7.47	8.72	180

Tabella 1. Tabella dati ondosi

La scelta di tali dati ondosi è stata fatta per poter analizzare in dettaglio la condizione ondosa in prossimità delle opere di difesa per poter poi individuare l'onda di progetto più gravosa ed il moto ondoso ordinario per il calcolo dell'agitazione ondosa interna al porto.

La propagazione all'interno del dominio di calcolo delle condizioni ondose, individuate precedentemente, viene eseguita dal modello considerando l'intero spettro in termini di direzione e frequenza, utilizzando in particolare onde direzionali irregolari con spettro JONSWAP medio. Nel caso in esame è stata simulata anche la presenza di un innalzamento del livello medio mare di +0.50m dovuto alle maree ed allo storm-surge.

3. MODELLO DI CALCOLO UTILIZZATO

3.1. SW (Spectral Wave)

Il modello Spectral Wave (SW) del codice MIKE 21 viene utilizzato per valutare le trasformazioni del moto ondoso in aree costiere ed off-shore sia per hindcast che per forecast. Il modello è in grado di simulare:

1. crescita dell'onda per effetto del vento
2. interazione non lineare tra le onde
3. dissipazione dovuta al *white capping*
4. dissipazione dovuta all'attrito con il fondo
5. frangimento dell'onda su profondità limitate
6. rifrazione e shoaling dovuti alla morfologia batimetrica
7. diffrazione
8. riflessione semplice

Il modello MIKE 21 SW è basato sulla risoluzione numerica nel dominio e nel tempo dell'equazione di bilancio dell'azione delle onde:

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \nabla_x \cdot \left(c_g A\right) + \nabla_\theta \cdot (c_\theta A) + \nabla_\sigma \cdot \left(c_g A\right) = S$$

Il modello utilizza una formulazione parametrica direzionalmente disaccoppiata ed una formulazione completamente spettrale. La formulazione parametrica direzionalmente disaccoppiata si basa su una parametrizzazione dell'equazione di conservazione dell'azione ondosa. La parametrizzazione viene effettuata nel dominio delle frequenze introducendo lo zeroth, ed il primo momento dello spettro delle onde come variabili dipendenti. La formulazione completamente spettrale si basa sull'equazione di conservazione dell'onda come descritto da Komen et al. (1994) e Young (1999), in cui lo spettro di frequenza direzionale dell'azione dell'onda è la variabile dipendente. Il modulo SW comprende anche due formulazioni per il tempo. Una formulazione quasi stazionaria ed una non stazionaria, in quella quasi stazionaria la variabile tempo viene rimossa come variabile indipendente e viene associata una soluzione stazionaria ad ogni passo temporale. Quando viene utilizzata la soluzione stazionaria non è possibile inserire il vento come forzante. L'immissione delle onde all'interno del dominio di calcolo può essere effettuata utilizzando dei contorni aperti dove poter inserire il moto ondoso di interesse, oppure inserendo dei contorni chiusi ed immettendo la forzante del vento. L'output principale di MIKE 21 SW è il campo d'onda residua all'interno della zona di studio.

3.2. Definizione delle griglie di calcolo (SW)

Per poter avere le giuste condizioni d'onda in prossimità dell'imboccatura portuale si è eseguita una trasposizione ondosa da largo dell' onda di riferimento, e sono stati estratti i valori ondosi in prossimità dell'imboccatura portuale da poter utilizzare come condizioni al contorno per la griglia di calcolo all'interno del porto. Per la propagazione da largo delle onde si è utilizzata una griglia di calcolo flessibile con passo di discretizzazione dx e dy pari a 500 metri al largo e 30 metri in prossimità dell'area portuale. Il contorno aperto dove sono state inserite le onde di progetto si trova lungo la batimetrica -100m s.l.m. per assicurarsi che l'onda non risenta dei fondali.

Le figure 2 e 3 mostrano, rispettivamente, la batimetria e la griglia di calcolo utilizzata al largo di Santa Margherita Ligure.

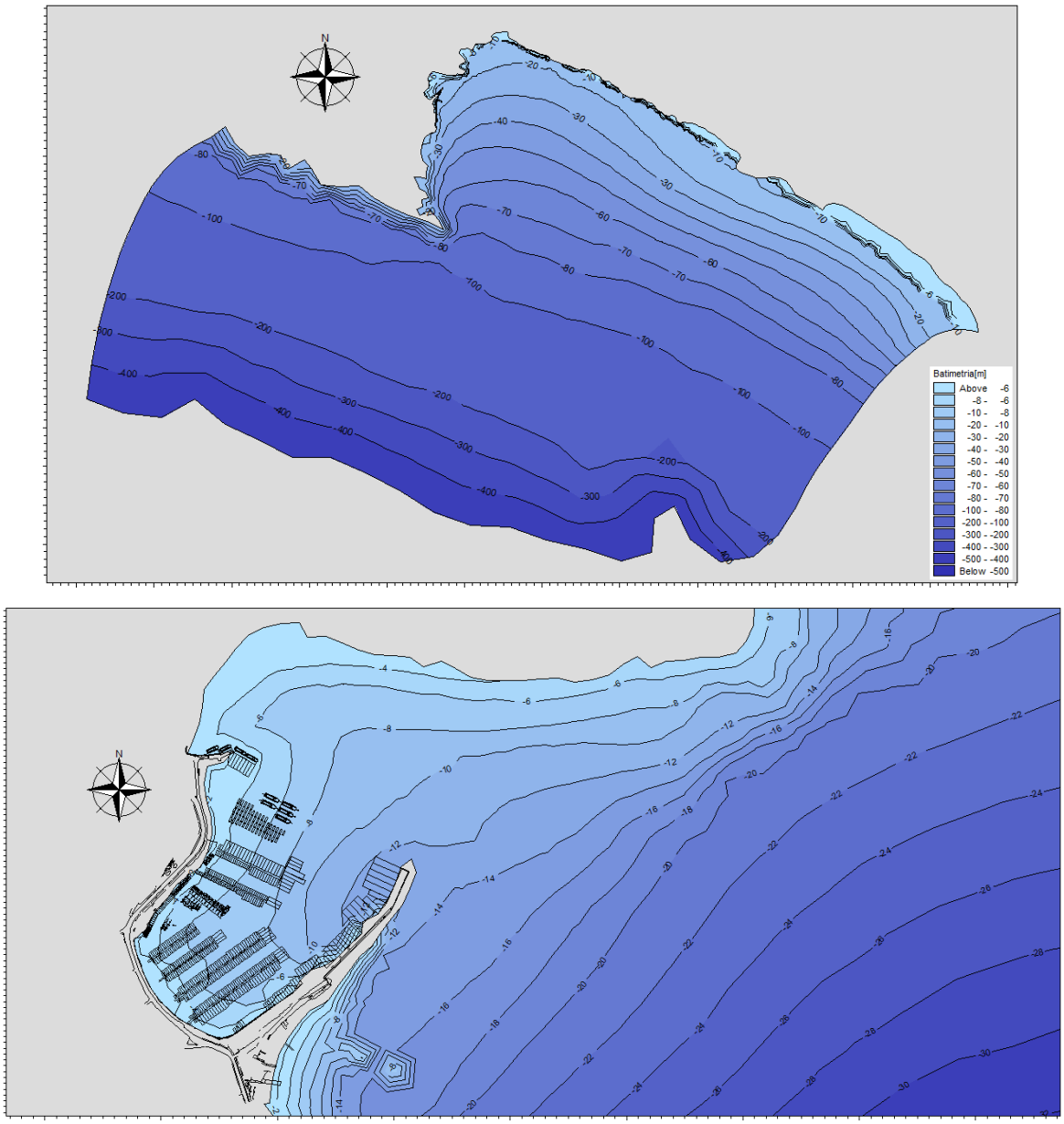


Figura 2. Batimetria

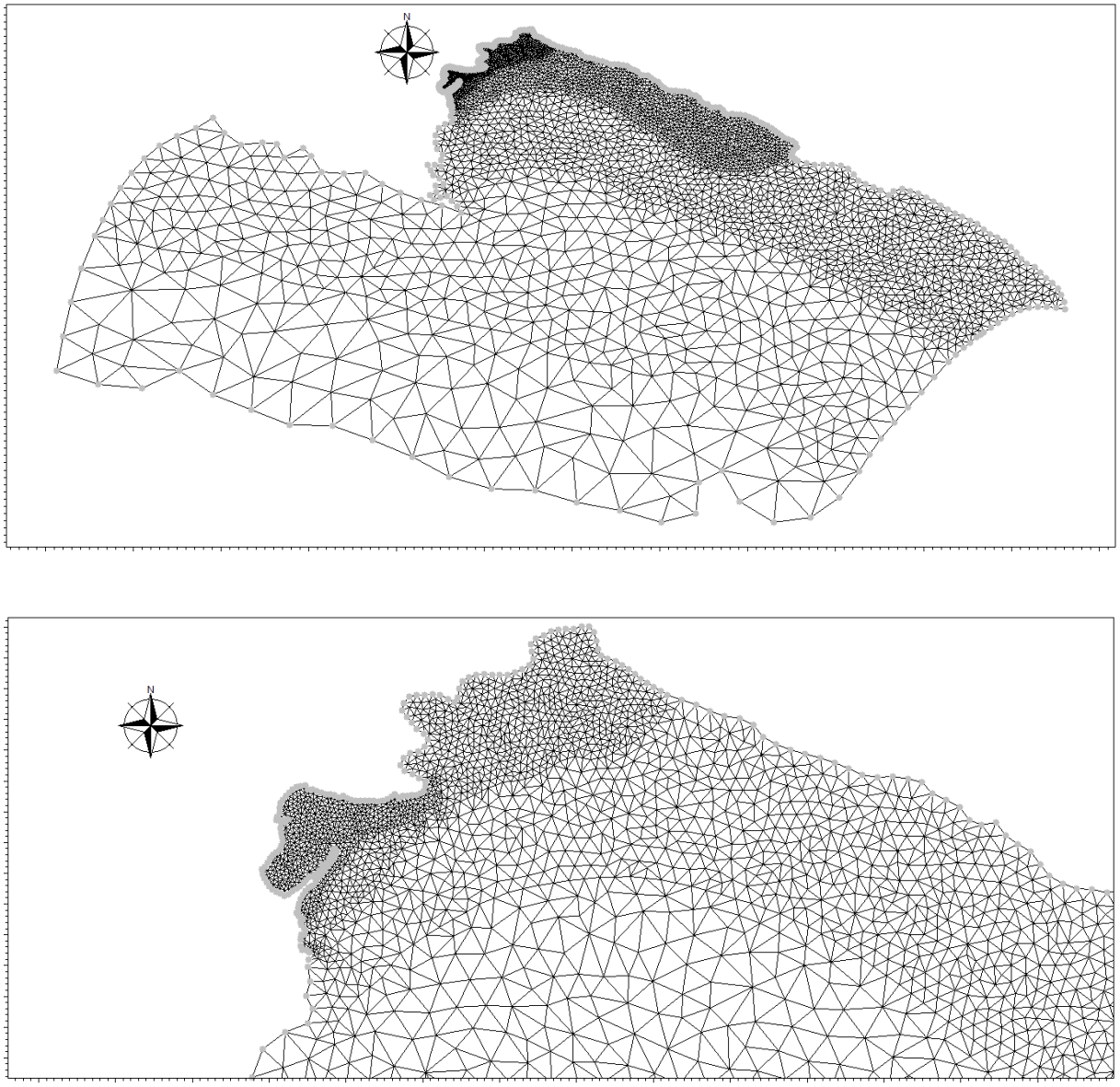


Figura 3. Griglia di calcolo

3.3. Periodo di simulazione e passo di integrazione

Il periodo di simulazione è stato scelto in modo da poter garantire l'intero sviluppo del moto ondoso all'interno dell'area di studio. Questo periodo è strettamente legato alle dimensioni del dominio di calcolo. Nel caso in esame si è scelto un intervallo di tempo pari a 3 ore per la trasposizione ondosa da largo ai pressi dell'imboccatura portuale, questo intervallo risulta sufficiente per lo sviluppo del moto ondoso in tutto il dominio di calcolo.

Il passo successivo è stato impostare un "time step" sufficiente a garantire la stabilità del modello. Nel caso in esame si è scelto un "time step" pari ad un secondo.

3.4. Risultati delle simulazioni

I risultati del modello SW, mostrati nelle figure seguenti, presentano i valori di altezza significativa dell'onda per le onde in ingresso. Questi valori sono quelli relativi all'ultimo time-step della simulazione in quanto sono quelli che presentano la situazione di campo di moto ondoso completamente sviluppato e che quindi non risente delle condizioni iniziali di simulazione.

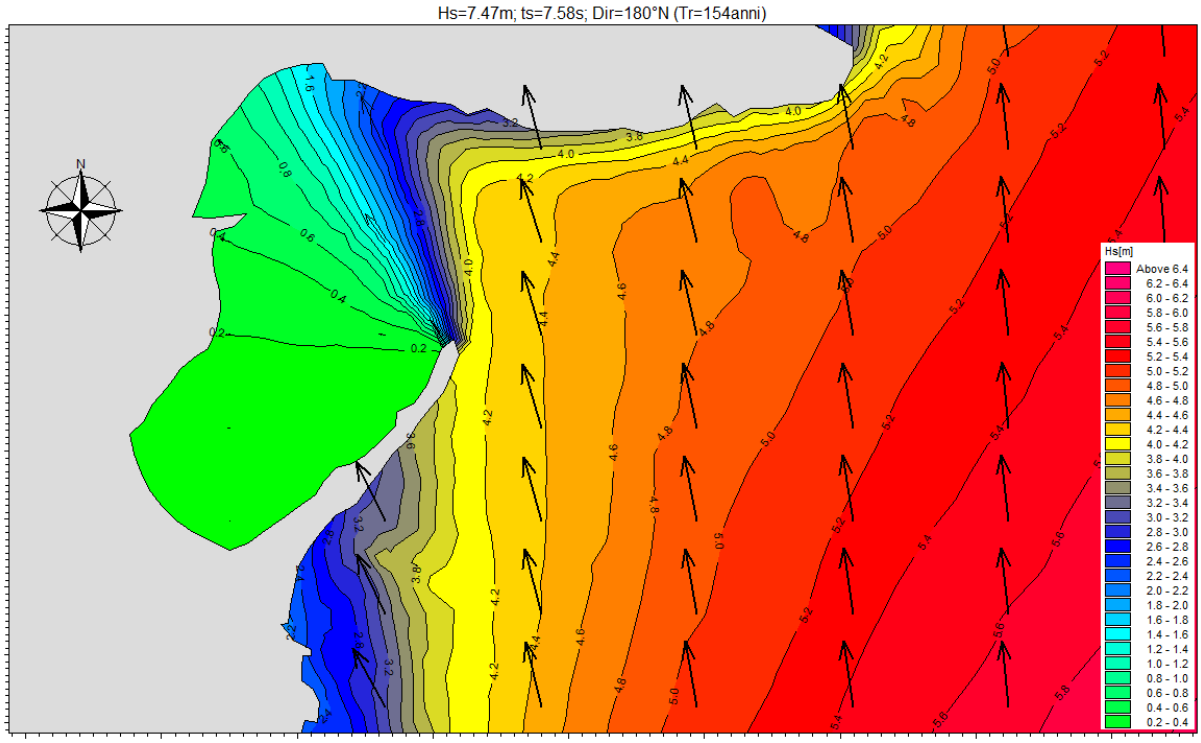


Figura 4. Tr=154 anni

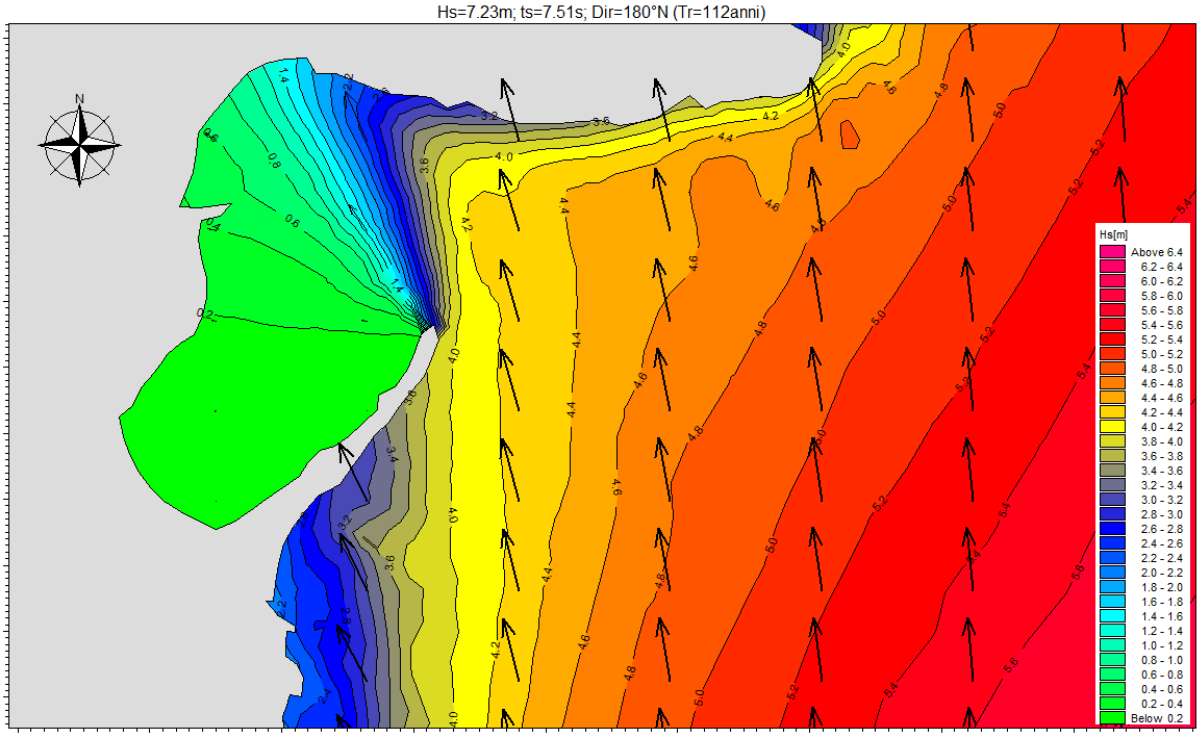


Figura 5. Tr=112 anni

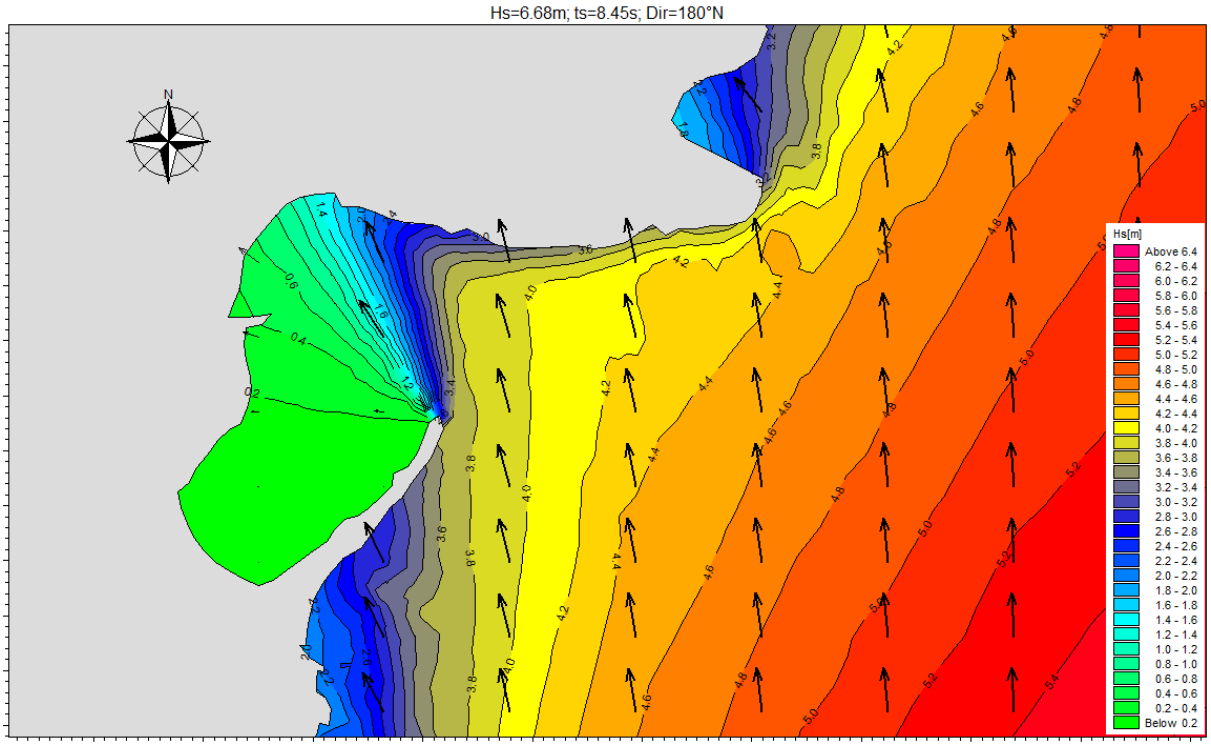


Figura 6. Tr=50 anni

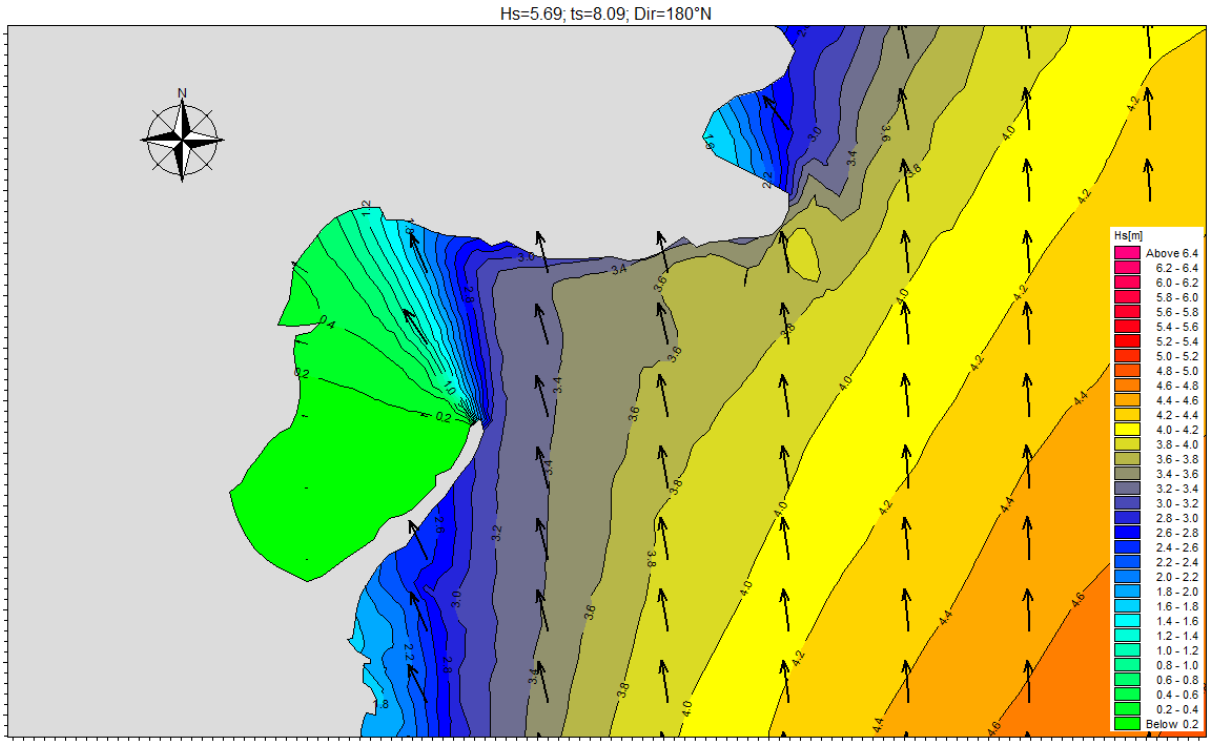


Figura 7. Tr=10 anni

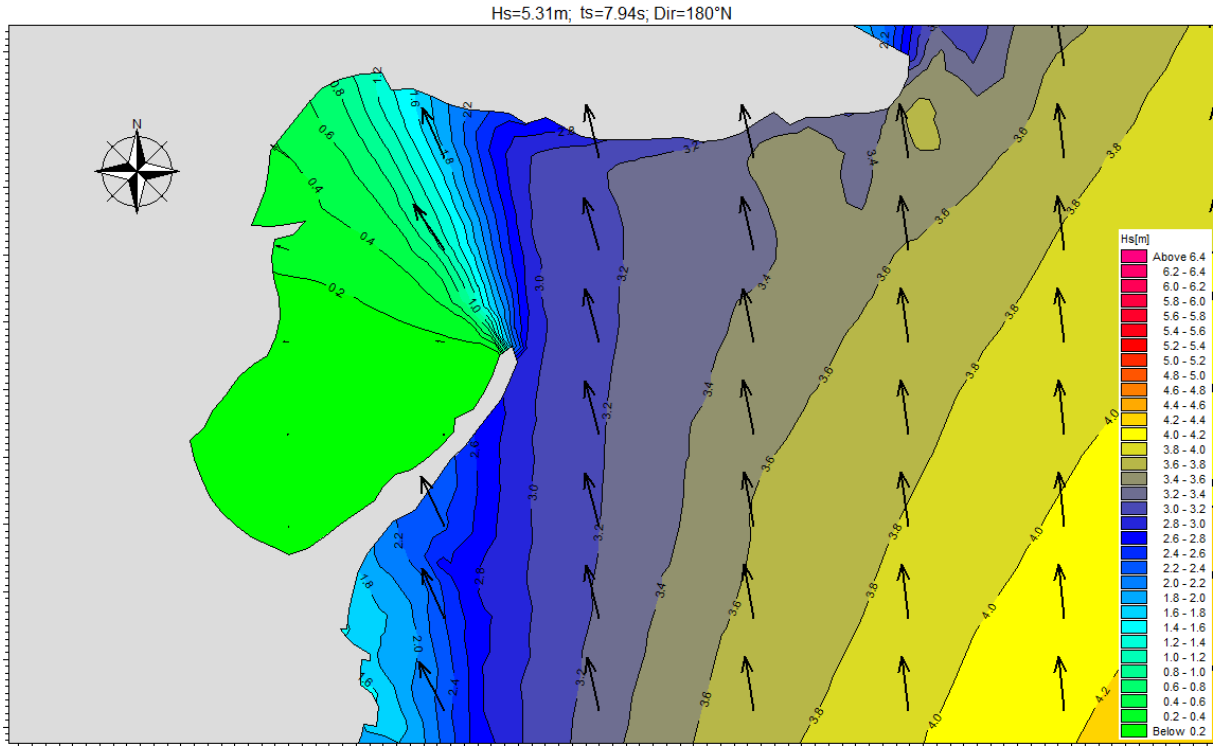


Figura 8. Tr=5 anni

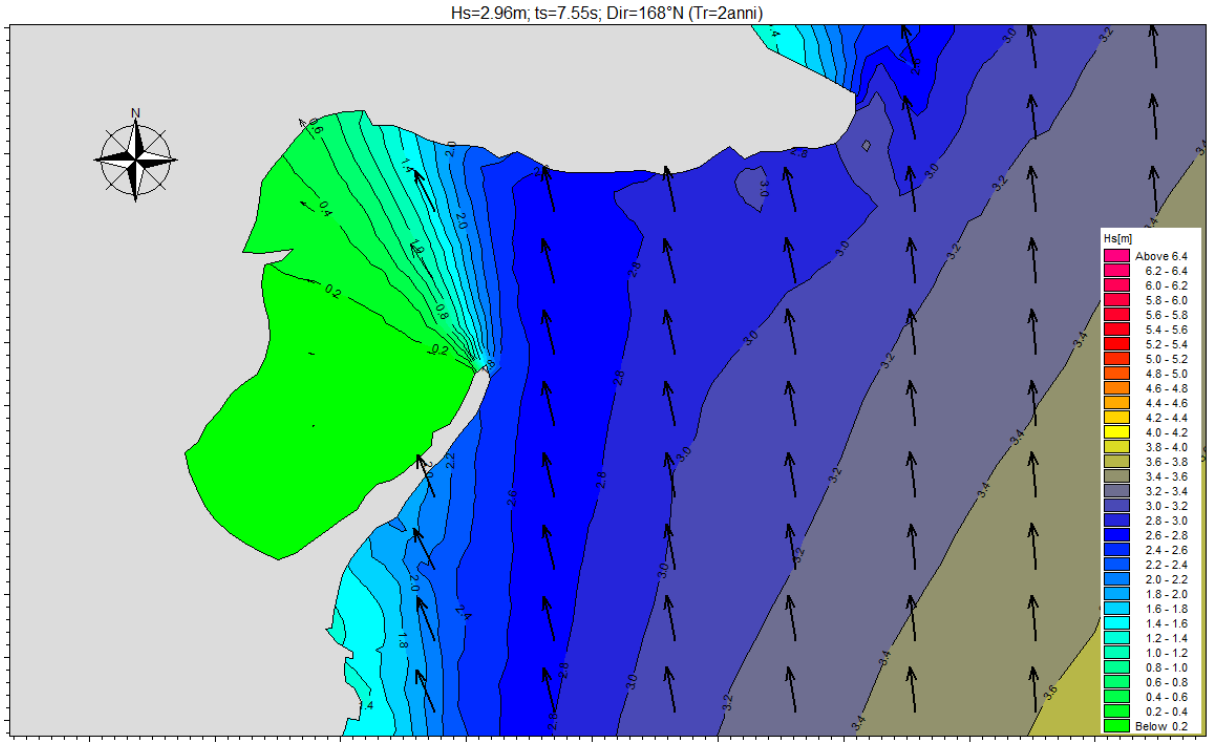


Figura 9. Tr=2anni

Per poter individuare i parametri ondosi utili per il dimensionamento delle opere di difesa sono state calcolate le altezze d'onda in prossimità di esse:

Direzione al largo [°N]	H largo [m]	ts largo [s]	H[m] Testata	H[m] Tronco	ts[s]	Direzione costa[°N]
180	6.68	8.45	3.75	3.55	8.30	160
150	6.68	8.45	3.45	3.50	8.35	158
120	6.68	8.45	2.05	2.05	8.35	150

Tabella 2. Tr=50 anni diga

Direzione al largo [°N]	H largo [m]	ts largo [s]	H[m] Testata	H[m] Tronco	ts[s]	Direzione costa[°N]
180	7.23	8.64	4.00	3.80	8.52	160
150	7.23	8.64	3.60	3.70	8.50	158
120	7.23	8.64	2.10	2.05	8.50	150

Tabella 3. Tr=112 anni diga

Direzione al largo [°N]	H largo [m]	ts largo [s]	H[m] Testata	H[m] Tronco	ts[s]	Direzione costa[°N]
180	7.47	8.72	4.05	3.80	8.60	160
150	7.47	8.72	4.00	3.80	8.60	158
120	7.47	8.72	2.15	2.07	8.60	150

Tabella 4. Tr=154 anni diga

Direzione al largo [°N]	H largo [m]	ts largo [s]	H[m] barriera	ts costa[a]	Direzione costa[°N]
180	6.68	8.45	2.66	8.34	139
150	6.68	8.45	3.13	8.33	137
120	6.68	8.45	1.60	8.36	136

Tabella 5. Tr=50 anni barriera soffolta

Direzione al largo [°N]	H largo [m]	ts largo [s]	H[m] barriera	ts costa[a]	Direzione costa[°N]
180	7.23	8.64	2.90	8.51	138
150	7.23	8.64	3.37	8.51	137
120	7.23	8.64	1.74	8.54	135

Tabella 6. Tr=112 anni barriera soffolta

Direzione al largo [°N]	H largo [m]	ts largo [s]	H[m] barriera	ts costa[a]	Direzione costa[°N]
180	7.47	8.72	3.00	8.59	138
150	7.47	8.72	3.48	8.59	137
120	7.47	8.72	1.80	8.62	135

Tabella 7. Tr=154 anni barriera soffolta

4. CONCLUSIONI

Il presente studio è stato redatto per poter conoscere l'altezza d'onda in prossimità del porto di Santa Margherita Ligure e valutare così l'efficienza delle proposte progettuali.

Le condizioni ondose in ingresso sono state determinate dallo studio meteomarino.

Da tale studio è state individuate diverse onde rilevanti ai fini della progettazione delle opere di difesa, provenienti da Sud - Ovest (205 - 265°N).

E' stato utilizzato il modello numerico MIKE 21 SW che è basato sulla risoluzione numerica nel dominio e nel tempo dell'equazione di bilancio dell'azione delle onde per la propagazione dell'onda da largo a riva (in prossimità dell'imboccatura portuale). Tale modello è in grado di simulare la crescita dell'onda per effetto del vento, l' interazione non lineare tra le onde, la dissipazione dovuta al *white capping*, la dissipazione dovuta all'attrito con il fondo, il frangimento dell'onda su profondità limitate, la rifrazione e shoaling dovuti alla batimetria, la diffrazione e la riflessione semplice. Da tale studio si sono potuti individuare i parametri d'onda in prossimità delle opere di difesa che risultano essere:

Tr[anni]	Hs testata [m]	Ts testata [s]	Dir[°N]
154	4.05	8.60	160

Tr[anni]	Hs tronco [m]	Ts tronco [s]	Dir[°N]
154	3.80	8.60	160

Tr[anni]	Hs barriera [m]	Ts barriera [s]	Dir[°N]
154	3.48	8.59	137

Ai fini dell'individuazione dei vari parametri ondosi in prossimità dell'imboccatura portuale utili agli studi di agitazione ondosa interna al porto di Santa Margherita Ligure si è stimato il modo ondoso avente tempo di ritorno pari a 2, 5,10 e 50 anni.

Tr[anni]	Hs[m]	tp[s]	Dir[°N]
2	2.96	7.55	168
5	3.45	7.90	168
10	3.69	8.01	168
50	4.30	8.40	167

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1. Vista aerea del porto di Santa Margherita Ligure 1

Figura 2. Batimetria 4

Figura 3. Griglia di calcolo 5

Figura 4. Tr=154 anni 6

Figura 5. Tr=112 anni 7

Figura 6. Tr=50 anni 7

Figura 7. Tr=10 anni 8

Figura 8. Tr=5 anni 8

Figura 9. Tr=2anni 9

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1. Tabella dati ondosi 2

Tabella 2. Tr=50 anni diga 10

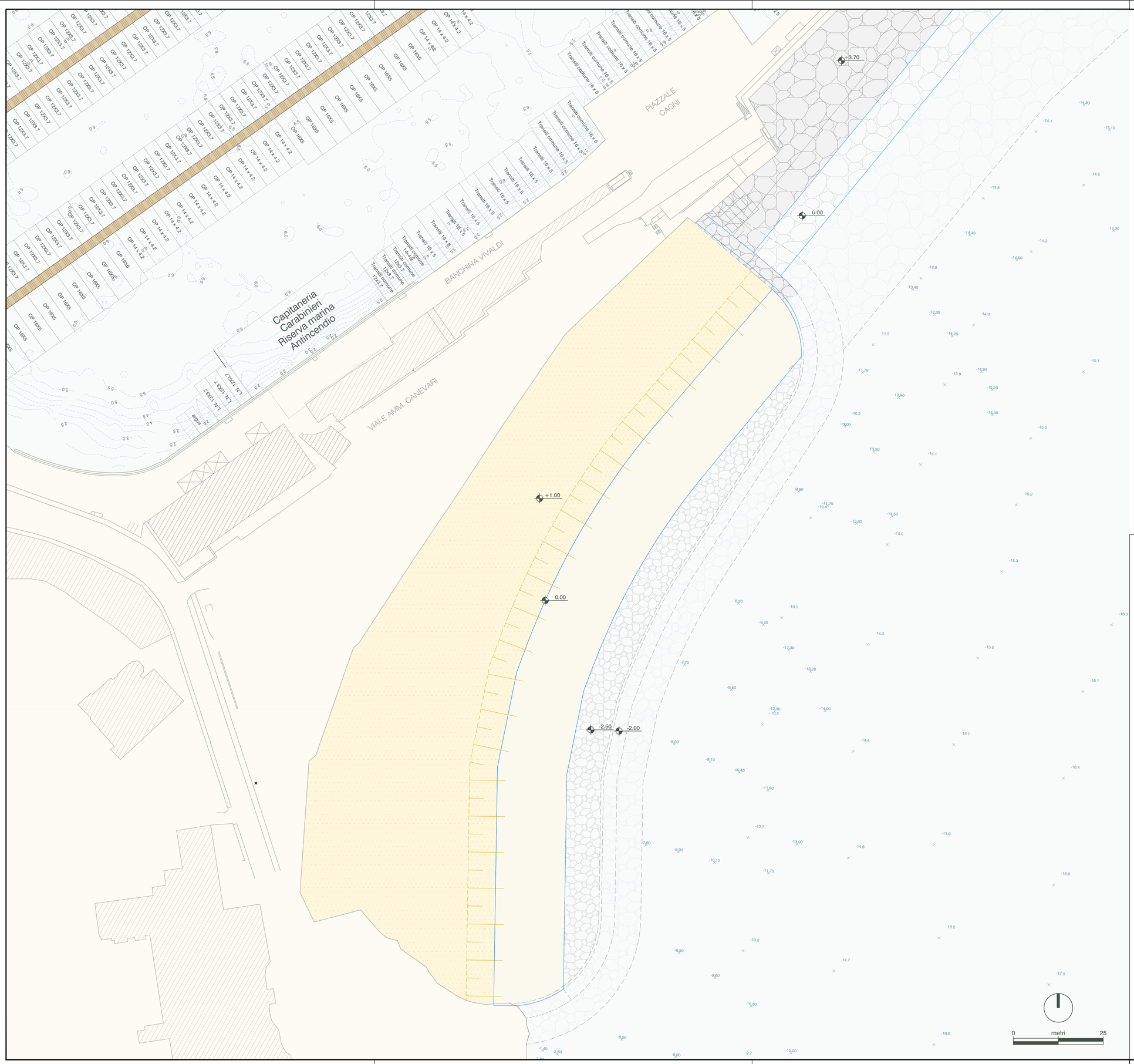
Tabella 3. Tr=112 anni diga 10

Tabella 4. Tr=154 anni diga 10

Tabella 5. Tr=50 anni barriera soffolta..... 11

Tabella 6. Tr=112 anni barriera soffolta..... 11

Tabella 7. Tr=154 anni barriera soffolta..... 11



PROGETTO: PROGETTO DEFINITIVO PORTO DI SANTA MARGHERITA LIGURE
MESSA IN SICUREZZA ED ADEGUAMENTO FUNZIONALE CON RIQUALIFICAZIONE DEGLI ORMEGGI E DEL LITORALE SUD

SOGGETTO PROMOTORE: SANTA BENESSERE & SOCIAL S.p.a.
Santa Benessere & Social S.p.a. T +39 0185 320868
Piazza Mazzini, 12 F +39 0185 323189
16045 Chiavari (GE) E mfelugo@yahoo.it
PRESIDENTE: Maurizio Felugo - PROJECT MANAGER: Ing. Pietro Zanoni - ASSISTENZA TECNICA: Arch. Gio Gozzi

ARCHITETTURA: OBR
Open Building Research S.r.l. T +39 02 84268200
Via Ciovasso, 4 F +39 02 8268250
20121 Milano E info@obr.eu
RESPONSABILE: Arch. Paolo Brescia - COORDINAMENTO: Arch. Andrea Casetto

INGEGNERIA IDRAULICO-MARITTIMA: ACQUATECNO
Acquatecno S.r.l. T +39 06 44702081
Via Ajaccio, 14 F +39 06 44704906
00198 Roma E info@acquatecno.it
RESPONSABILE: Ing. Paolo Turbolente

INGEGNERIA STRUTTURALE: MILAN INGEGNERIA
Milan Ingegneria S.r.l. T +39 02 36798890
Via Thaon di Revel, 21 F +39 02 36798892
20159 Milano E info@buromilan.com
RESPONSABILE: Ing. Maurizio Milan

INGEGNERIA IMPIANTISTICA, PREVENZIONE INCENDI E SICUREZZA: UNITED CONSULTING
United Consulting T + 39 02 45397370
Via Thaon di Revel, 21 E info@unitedconsulting.it
20152 Milano
RESPONSABILE: Ing. Luca Giannelli

DOCUMENTI TECNICO-ECONOMICI: GAD
Global Assistance Development S.r.l. T +39 02 29005672
via Maurizio Quadrio, 12 F +39 02 65560517
20154 Milano E info@gadstudio.e
RESPONSABILE: Geom. Gianpiero Aresi

URBANISTICA: ARCH. CARLO BERIO
Arch. Carlo Berio T +39 010 8398483
Piazza Marsala, 13 E carloberio@studioberio.it
16122 Genova
RESPONSABILE: Arch. Carlo Berio

CONSULENZA LEGALE: IADEVAIA
Iadevaia - Studio Legale e Tributario T +39 02 92801820
Via Giacomo Leopardi, 21 F +39 02 92801820
20123 Milano E alberto@iadevaia.it
RESPONSABILE: Avv. Alberto Iadevaia

RILIEVO: GEO-T.E.C.
GEO-T.E.C. Studio Tecnico Topografico Associato T +39 0185 62830
Corso Italia, 9 int.2 F +39 0185 1831378
16035 Rapallo (GE) E geotec@geotecrapallo.it
RESPONSABILE: Geom. Paolo Ghigliotti

GEOLOGIA E AMBIENTE: GEOLAMBDA
Geolambda Engineering S.r.l T +39 0377 433021
Via A. Diaz, 22 F +39 0377 402035
26845 Codogno (LO) E segreteria@geolambda.it
RESPONSABILE: Geol. Marco Daguati

ARCHEOLOGIA: STUDIUM S.A.S. ARCHEOLOGIA
Studium S.a.s. Archeologia T +39 011 855666
Via Marco Polo, 32 bis F +39 011 855666
10129 Torino E info@studiumarcheologia.com
RESPONSABILE: Dott.ssa Frida Occelli

TITOLO ELABORATO:

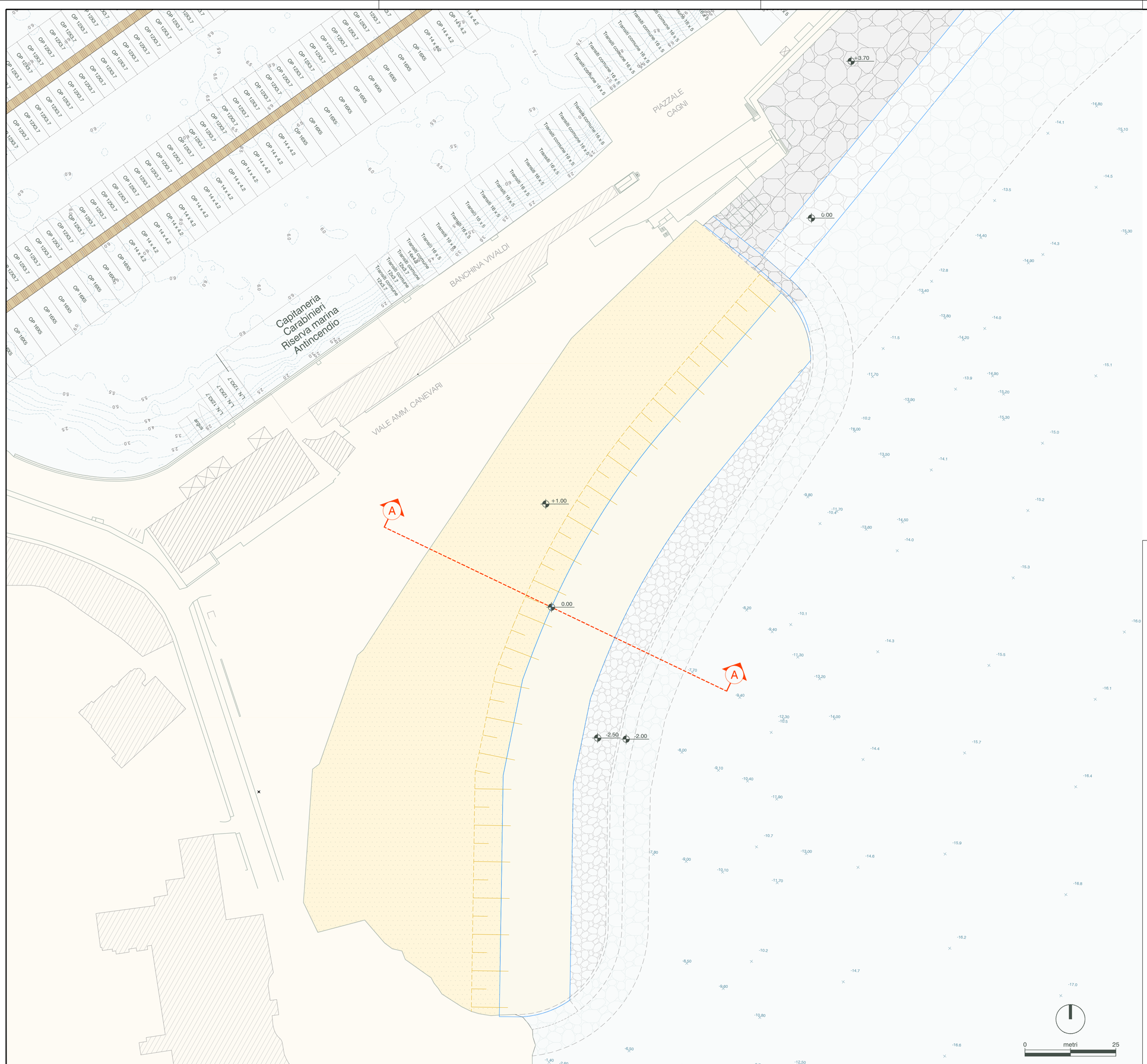
Opere Marittime
Intervento di ripascimento
Planimetria generale

CODICE PROGETTO	LIVELLO PROGETTAZIONE	DISCIPLINA	QUADRANTE	NUMERO ELABORATO	REVISIONE
079	PD	OM	-	2002	-

NOME FILE	SCALA	EMESSO DA	DATA PRIMA EMISSIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO
079_PD_OM_2002.dwg	1:500	ACQ	04-12-2017	P. Turbolente	P.Turbolente	P.Turbolente

REVISIONI:

NUMERO REVISIONE	DATA REVISIONE	OGGETTO REVISIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO



PROGETTO:	**PROGETTO DEFINITIVO PORTO DI SANTA MARGHERITA LIGURE** **MESSA IN SICUREZZA ED ADEGUAMENTO FUNZIONALE CON RIQUALIFICAZIONE DEGLI ORMEGGI E DEL LITORALE SUD**
SOGGETTO PROMOTORE:	**SANTA BENESSERE & SOCIAL S.p.a.** Santa Benessere & Social S.p.a. T +39 0185 320868 Piazza Mazzini, 12 F +39 0185 323189 16045 Chiavari (GE) E mfelugo@yahoo.it PRESIDENTE: Maurizio Felugo - PROJECT.MANAGER: Ing. Pietro Zanoni - ASSISTENZA TECNICA: Arch. Gio Gozzi
ARCHITETTURA:	**OBR** Open Building Research S.r.l. T +39 02 84268200 Via Crivasso, 4 F +39 02 8268250 20121 Milano E info@obr.eu RESPONSABILE: Arch. Paolo Brescia - COORDINAMENTO: Arch. Andrea Casetto
INGEGNERIA IDRAULICO-MARITTIMA:	**ACQUATECNO** Acquatecno S.r.l. T +39 06 44702081 Via Ajaccio, 14 F +39 06 44704906 00198 Roma E info@acquatecno.it RESPONSABILE: Ing. Paolo Turbolente
INGEGNERIA STRUTTURALE:	**MILAN INGEGNERIA** Milan Ingegneria S.r.l. T +39 02 36798890 Via Thaon di Revel, 21 F +39 02 36798892 20159 Milano E info@buromilan.com RESPONSABILE: Ing. Maurizio Milan
INGEGNERIA IMPIANTISTICA, PREVENZIONE INCENDI E SICUREZZA:	**UNITED CONSULTING** United Consulting T + 39 02 45397370 Via Thaon di Revel, 21 E info@unitedconsulting.it 20152 Milano RESPONSABILE: Ing. Luca Giannelli
DOCUMENTI TECNICO-ECONOMICI:	**GAD** Global Assistance Development S.r.l. T +39 02 29005672 via Maurizio Quadrio, 12 F +39 02 65560517 20154 Milano E info@gadstudio.e RESPONSABILE: Geom. Gianpiero Aresi
URBANISTICA:	**ARCH. CARLO BERIO** Arch. Carlo Berio T +39 010 8398483 Piazza Marsala, 13 E carloberio@studioberio.it 16122 Genova RESPONSABILE: Arch. Carlo Berio
CONSULENZA LEGALE:	**IADEVAIA** Iadevaia - Studio Legale e Tributario T +39 02 92801820 Via Giacomo Leopardi, 21 F +39 02 92801820 20123 Milano E alberto@iadevaia.it RESPONSABILE: Avv. Alberto Iadevaia
RILIEVO:	**GEO-T.E.C.** GEO-T.E.C. Studio Tecnico Topografico Associato T +39 0185 62830 Corso Italia, 9 Int.2 F +39 0185 1831378 16035 Rapallo (GE) E geotec@geotecrapallo.it RESPONSABILE: Geom. Paolo Ghiglietti
GEOLOGIA E AMBIENTE:	**GEOLAMBDA** Geolambda Engineering S.r.l T +39 0377 433021 Via A. Diaz, 22 F +39 0377 402035 26845 Codogno (LO) E segreteria@geolambda.it RESPONSABILE: Geol. Marco Daguati
ARCHEOLOGIA:	**STUDIUM S.A.S. ARCHEOLOGIA** Studium S.a.s. Archeologia T +39 011 855666 Via Marco Polo, 32 bis F +39 011 855666 10129 Torino E info@studiumarcheologia.com RESPONSABILE: Dott.ssa Frida Occelli
TITOLO ELABORATO:	Opere Marittime Intervento di ripascimento Planimetria ubicaz. sezione tipo

CODICE PROGETTO	LIVELLO PROGETTAZIONE	DISCIPLINA	QUADRANTE	NUMERO ELABORATO	REVISIONE
079	PD	OM	-	2003	-

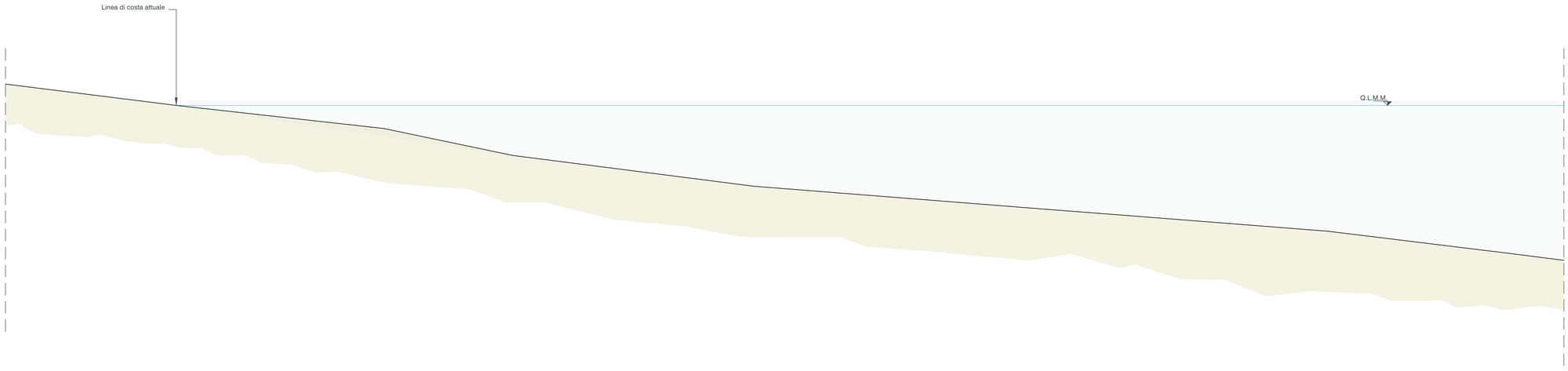
NOME FILE	SCALA	EMESSO DA	DATA PRIMA EMISSIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO
079_PD_OM_2003.dwg	1:500	ACQ	04-12-2017	P. Turbolente	P. Turbolente	P. Turbolente

REVISIONI:

NUMERO REVISIONE	DATA REVISIONE	OGGETTO REVISIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO

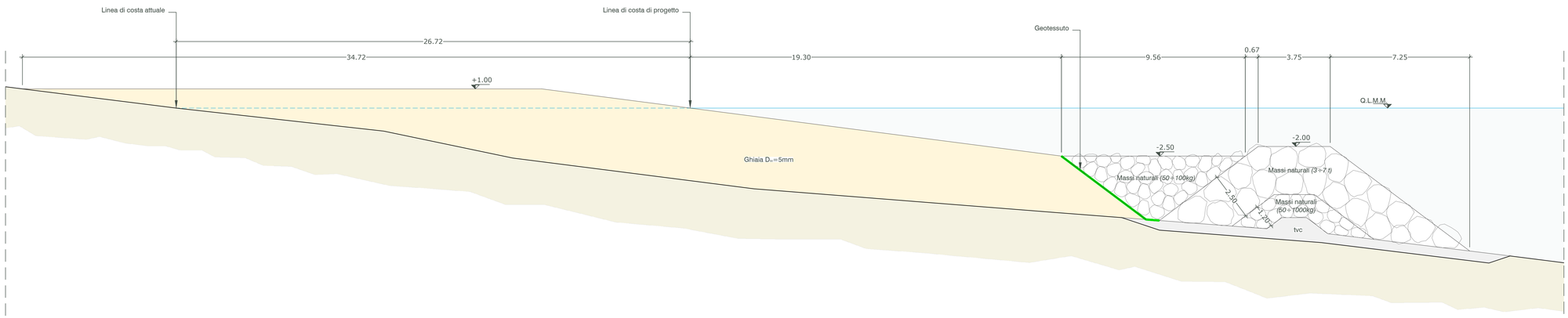
Sezione A-A

Scala 1:100 - Stato Attuale



Sezione A-A

Scala 1:100 - Progetto



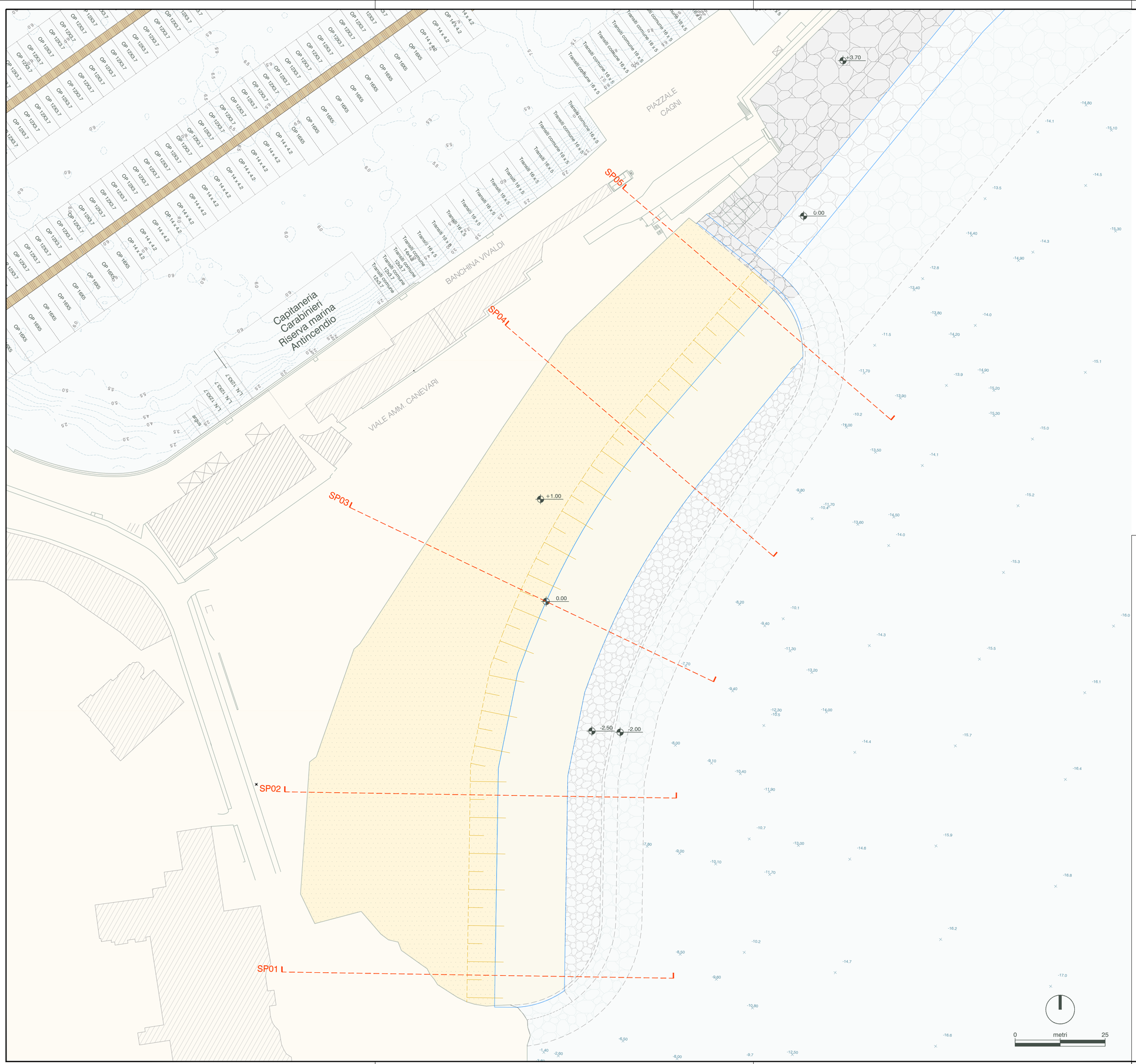
PROGETTO:	**PROGETTO DEFINITIVO PORTO DI SANTA MARGHERITA LIGURE** **MESSA IN SICUREZZA ED ADEGUAMENTO FUNZIONALE CON RIQUALIFICAZIONE DEGLI ORMEGGI E DEL LITORALE SUD**
SOGGETTO PROMOTORE:	**SANTA BENESSERE & SOCIAL S.p.a.** Santa Benessere & Social S.p.a. Piazza Mazzini, 12 16040 Chiavari (GE) T +39 0185 320968 F +39 0185 323189 E mfelugo@yahoo.it PRESIDENTE: Maurizio Felugo - PROJECT MANAGER: Ing. Pietro Zanoni - ASSISTENZA TECNICA: Arch. Gio Gozzi
ARCHITETTURA:	**OBR** Open Building Research S.r.l. Via Clovasso, 4 20121 Milano T +39 02 84268200 F +39 02 8268250 E info@obr.eu RESPONSABILE: Arch. Paolo Brescia - COORDINAMENTO: Arch. Andrea Casetto
INGEGNERIA IDRAULICO-MARITTIMA:	**ACQUATECNO** Acquatecno S.r.l. Via Atanion, 14 00196 Roma T +39 06 44702081 F +39 06 44704906 E info@acquatecno.it RESPONSABILE: Ing. Paolo Turbolente
INGEGNERIA STRUTTURALE:	**MILAN INGEGNERIA** Milan Ingegneria S.r.l. Via Thaon di Revel, 21 20159 Milano T +39 02 36798890 F +39 02 36798892 E info@buromilan.com RESPONSABILE: Ing. Maurizio Milan
INGEGNERIA IMPIANTISTICA, PREVENZIONE INCENDI E SICUREZZA:	**UNITED CONSULTING** United Consulting Via Thaon di Revel, 21 20152 Milano T + 39 02 45397370 E info@unitedconsulting.it RESPONSABILE: Ing. Luca Giannelli
DOCUMENTI TECNICO-ECONOMICI:	**GAD** Global Assistance Development S.r.l. via Maurizio Quadrio, 12 20154 Milano T +39 02 29005672 F +39 02 65560017 E info@gadstudio.e RESPONSABILE: Geom. Gianpiero Aresi
URBANISTICA:	**ARCH. CARLO BERIO** Arch. Carlo Berio Piazza Marsala, 13 16122 Genova T +39 010 8398483 E carloberio@studioberio.it RESPONSABILE: Arch. Carlo Berio
CONSULENZA LEGALE:	**IADEVAIA** Iadevaia - Studio Legale e Tributario Via Giacomo Leopardi, 21 20123 Milano T +39 02 92801820 F +39 02 92801820 E alberto@iadevaia.it RESPONSABILE: Avv. Alberto Iadevaia
RILIEVO:	**GEO.T.E.C.** GEO.T.E.C. Studio Tecnico Topografico Associato Corso Italia, 9 int.2 16035 Rapallo (GE) T +39 0185 62830 F +39 0185 1831378 E geotec@geotecrapallo.it RESPONSABILE: Geom. Paolo Ghiglotti
GEOLOGIA E AMBIENTE:	**GEOLAMBDA** Geolambda Engineering S.r.l Via A. Diaz, 22 26845 Codogno (LO) T +39 0377 433021 F +39 0377 402035 E segreteria@geolambda.it RESPONSABILE: Geol. Marco Daguati
ARCHEOLOGIA:	**STUDIUM S.A.S. ARCHEOLOGIA** Studium S.a.s. Archeologia Via Marco Polo, 32 bis 10129 Torino T +39 011 855666 F +39 011 855666 E info@studiumarcheologia.com RESPONSABILE: Dott.ssa Frida Occelli
TITOLO ELABORATO:	Opere Marittime Intervento di ripascimento Sezione Tipo A-A

CODICE PROGETTO	LIVELLO PROGETTAZIONE	DISCIPLINA	QUADRANTE	NUMERO ELABORATO	REVISIONE
079	PD	OM	-	2004	-

NOME FILE	SCALA	EMESSO DA	DATA PRIMA EMISSIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO
079_PD_OM_2004.dwg	1:100	ACQ	04-12-2017	P.Turbolente	P.Turbolente	P.Turbolente

REVISIONI:

NUMERO REVISIONE	DATA REVISIONE	OGGETTO REVISIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO



PROGETTO:	**PROGETTO DEFINITIVO PORTO DI SANTA MARGHERITA LIGURE** **MESSA IN SICUREZZA ED ADEGUAMENTO FUNZIONALE CON RIQUALIFICAZIONE DEGLI ORMEGGI E DEL LITORALE SUD**
SOGGETTO PROMOTORE:	**SANTA BENESSERE & SOCIAL S.p.a.** Santa Benessere & Social S.p.a. T +39 0185 320868 Piazza Mazzini, 12 F +39 0185 323189 16045 Chiavari (GE) E mfelugo@yahoo.it PRESIDENTE: Maurizio Felugo - PROJECT MANAGER: Ing. Pietro Zanoni - ASSISTENZA TECNICA: Arch. Gio Gozzi
ARCHITETTURA:	**OBR** Open Building Research S.r.l. T +39 02 84268200 Via Cavasso, 4 F +39 02 8268250 20121 Milano E info@obr.eu RESPONSABILE: Arch. Paolo Brescia - COORDINAMENTO: Arch. Andrea Casetto
INGEGNERIA IDRAULICO-MARITTIMA:	**ACQUATECNO** Acquatecno S.r.l. T +39 06 44702081 Via Ajaccio, 14 F +39 06 44704906 00198 Roma E info@acquatecno.it RESPONSABILE: Ing. Paolo Turbolente
INGEGNERIA STRUTTURALE:	**MILAN INGEGNERIA** Milan Ingegneria S.r.l. T +39 02 36798890 Via Thaon di Revel, 21 F +39 02 36798892 20159 Milano E info@buromilan.com RESPONSABILE: Ing. Maurizio Milan
INGEGNERIA IMPIANTISTICA, PREVENZIONE INCENDI E SICUREZZA:	**UNITED CONSULTING** United Consulting T + 39 02 45397370 Via Thaon di Revel, 21 E info@unitedconsulting.it 20152 Milano RESPONSABILE: Ing. Luca Giannelli
DOCUMENTI TECNICO-ECONOMICI:	**GAD** Global Assistance Development S.r.l. T +39 02 29005672 via Maurizio Quadrio, 12 F +39 02 65580517 20154 Milano E info@gadstudio.e RESPONSABILE: Geom. Gianpiero Aresi
URBANISTICA:	**ARCH. CARLO BERIO** Arch. Carlo Berio T +39 010 8398483 Piazza Marsala, 13 E carloberio@studioberio.it 16122 Genova RESPONSABILE: Arch. Carlo Berio
CONSULENZA LEGALE:	**IADEVAIA** Iadevaia - Studio Legale e Tributario T +39 02 92801820 Via Giacomo Leopardi, 21 F +39 02 92801820 20123 Milano E alberto@iadevaia.it RESPONSABILE: Avv. Alberto Iadevaia
RILIEVO:	**GEO-T.E.C.** GEO-T.E.C. Studio Tecnico Topografico Associato T +39 0185 62830 Corso Italia, 9 int.2 F +39 0185 1831378 16035 Rapallo (GE) E geotec@geotecrapallo.it RESPONSABILE: Geom. Paolo Ghigliotti
GEOLOGIA E AMBIENTE:	**GEOLAMBDA** Geolambda Engineering S.r.l T +39 0377 433021 Via A. Diaz, 22 F +39 0377 422035 26845 Codogno (LO) E segreteria@geolambda.it RESPONSABILE: Geol. Marco Daguati
ARCHEOLOGIA:	**STUDIUM S.A.S. ARCHEOLOGIA** Studium S.a.s. Archeologia T +39 011 855666 Via Marco Polo, 32 bis F +39 011 855666 10129 Torino E info@studiumarcheologia.com RESPONSABILE: Dott.ssa Frida Occelli
TITOLO ELABORATO:	Opere Marittime Intervento di ripascimento Planimetria ubicazione sez di computo

CODICE PROGETTO	LIVELLO PROGETTAZIONE	DISCIPLINA	QUADRANTE	NUMERO ELABORATO	REVISIONE
079	PD	OM	-	2005	-

NOME FILE	SCALA	EMESSO DA	DATA PRIMA EMISSIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO
079_PD_OM_2005.dwg	1:500	ACQ	04-12-2017	P.Turbolente	P.Turbolente	P.Turbolente

REVISIONI:

NUMERO REVISIONE	DATA REVISIONE	OGGETTO REVISIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO

TABELLA AREE	
SEZIONE	SP01
Progressiva	m 0.00
Ghiaia D_{50} 5mm	m² 98.00
Massi naturali 50-100 Kg	m² 22.11
Massi naturali 3-7 t	m² 32.75
TVC	m² 0.71

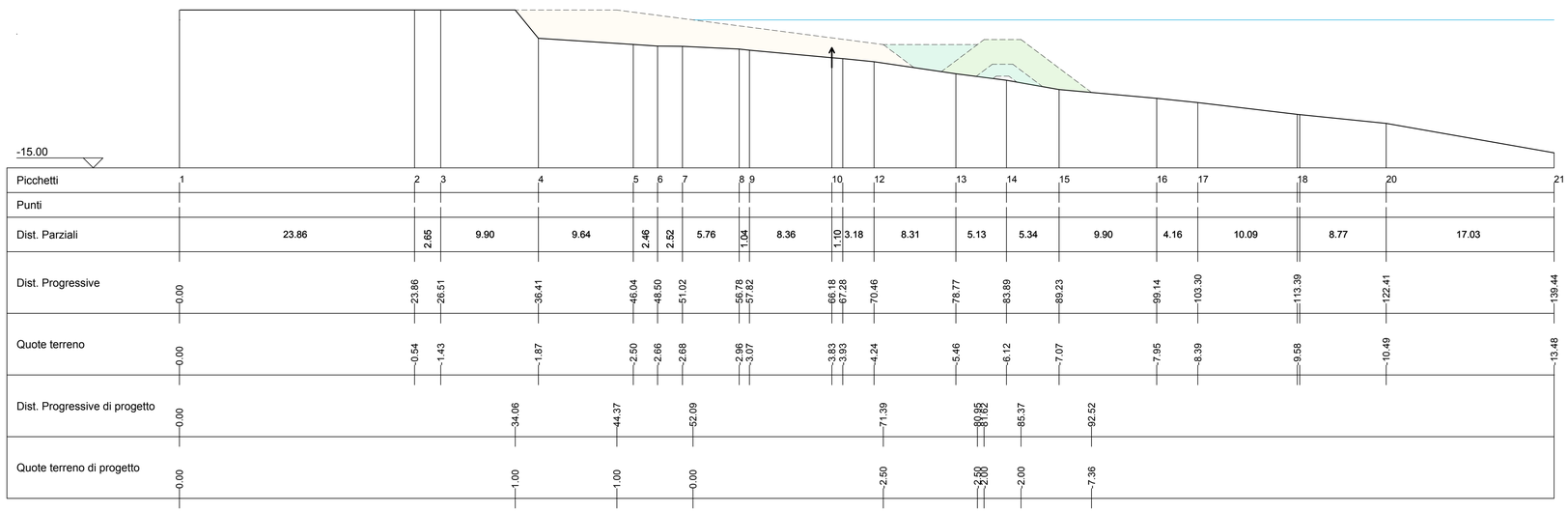
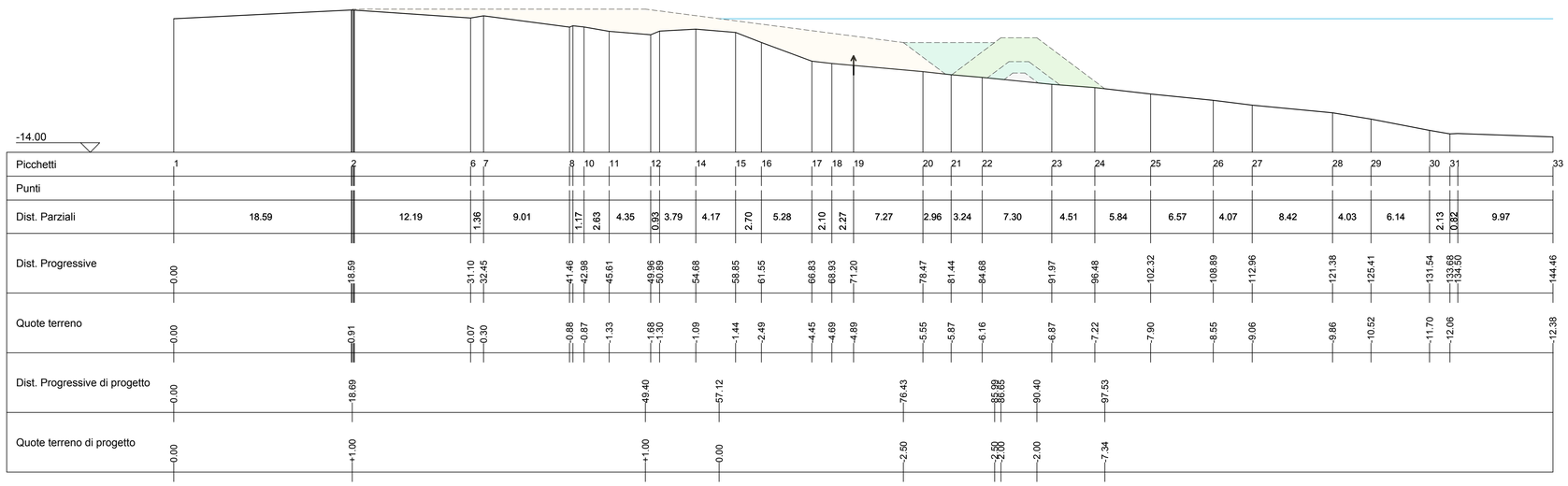


TABELLA AREE	
SEZIONE	SP02
Progressiva	m 50.00
Ghiaia D_{50} 5mm	m² 112.07
Massi naturali 50-100 Kg	m² 24.90
Massi naturali 3-7 t	m² 32.12
TVC	m² 2.03



PROGETTO:	**PROGETTO DEFINITIVO PORTO DI SANTA MARGHERITA LIGURE** **MESSA IN SICUREZZA ED ADEGUAMENTO FUNZIONALE CON RIQUALIFICAZIONE DEGLI ORMEGGI E DEL LITORALE SUD**
SOGGETTO PROMOTORE:	**SANTA BENESSERE & SOCIAL S.p.a.** Santa Benessere & Social S.p.a. T +39 0185 320868 Piazza Mazzini, 12 F +39 0185 323189 16045 Chiavari (GE) E mfelugo@yahoo.it PRESIDENTE: Maurizio Felugo - PROJECT MANAGER: Ing. Pietro Zanoni - ASSISTENZA TECNICA: Arch. Gio Gozzi
ARCHITETTURA:	**QBR** Open Building Research S.r.l. T +39 02 84268200 Via Ciovasso, 4 F +39 02 8268250 20121 Milano E info@obr.eu RESPONSABILE: Arch. Paolo Brescia - COORDINAMENTO: Arch. Andrea Casetto
INGEGNERIA IDRAULICO-MARITTIMA:	**ACQUATECNO** Acquatecno S.r.l. T +39 06 44702081 Via Ajaccio, 14 F +39 06 44704906 00198 Roma E info@acquatecno.it RESPONSABILE: Ing. Paolo Turbolente
INGEGNERIA STRUTTURALE:	**MILAN INGEGNERIA** Milan Ingegneria S.r.l. T +39 02 36798890 Via Thaon di Revel, 21 F +39 02 36798892 20159 Milano E info@buromilan.com RESPONSABILE: Ing. Maurizio Milan
INGEGNERIA IMPIANTISTICA, PREVENZIONE INCENDI E SICUREZZA:	**UNITED CONSULTING** United Consulting T + 39 02 45397370 Via Thaon di Revel, 21 E info@unitedconsulting.it 20152 Milano RESPONSABILE: Ing. Luca Giannelli
DOCUMENTI TECNICO-ECONOMICI:	**GAD** Global Assistance Development S.r.l. T +39 02 29005672 via Maurizio Quadrio, 12 F +39 02 65560517 20154 Milano E info@gadstudio.e RESPONSABILE: Geom. Gianpiero Aresi
URBANISTICA:	**ARCH. CARLO BERIO** Arch. Carlo Berio T +39 010 8398483 Piazza Marsala, 13 E carloberio@studioberio.it 16122 Genova RESPONSABILE: Arch. Carlo Berio
CONSULENZA LEGALE:	**IADEVAIA** Iadevaia - Studio Legale e Tributario T +39 02 92801820 Via Giacomo Leopardi, 21 F +39 02 92801820 20123 Milano E alberto@iadevaia.it RESPONSABILE: Avv. Alberto Iadevaia
RILIEVO:	**GEO-T.E.C.** GEO-T.E.C. Studio Tecnico Topografico Associato T +39 0185 62830 Corso Italia, 9 int.2 F +39 0185 1831378 16035 Rapallo (GE) E geotec@geotecrapallo.it RESPONSABILE: Geom. Paolo Ghiglotti
GEOLOGIA E AMBIENTE:	**GEOLAMBDA** Geolambda Engineering S.r.l T +39 0377 433021 Via A. Diaz, 22 F +39 0377 402035 26845 Codogno (LO) E segreteria@geolambda.it RESPONSABILE: Geol. Marco Daguati
ARCHEOLOGIA:	**STUDIUM S.A.S. ARCHEOLOGIA** Studium S.a.s. Archeologia T +39 011 855666 Via Marco Polo, 32 bis F +39 011 855666 10129 Torino E info@studiumarcheologia.com RESPONSABILE: Dott.ssa Frida Occelli
TITOLO ELABORATO:	Opere Marittime Intervento di ripascimento Sezione di computo SP01 - SP02

CODICE PROGETTO	LIVELLO PROGETTAZIONE	DISCIPLINA	QUADRANTE	NUMERO ELABORATO	REVISIONE
079	PD	OM	-	2006	-

NOME FILE	SCALA	EMESSO DA	DATA PRIMA EMISSIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO
079_PD_OM_2006_0.dwg	1:300	ACQ	04-12-2017	P.Turbolente	P.Turbolente	P.Turbolente

REVISIONI:

NUMERO REVISIONE	DATA REVISIONE	OGGETTO REVISIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO

TABELLA AREE	
SEZIONE	SP03
Progressiva	m 105.4
Ghiaia D_{∞} 5mm	m² 148.56
Massi naturali 50-100 Kg	m² 24.45
Massi naturali 3-7 t	m² 34.90
TVC	m² 1.55

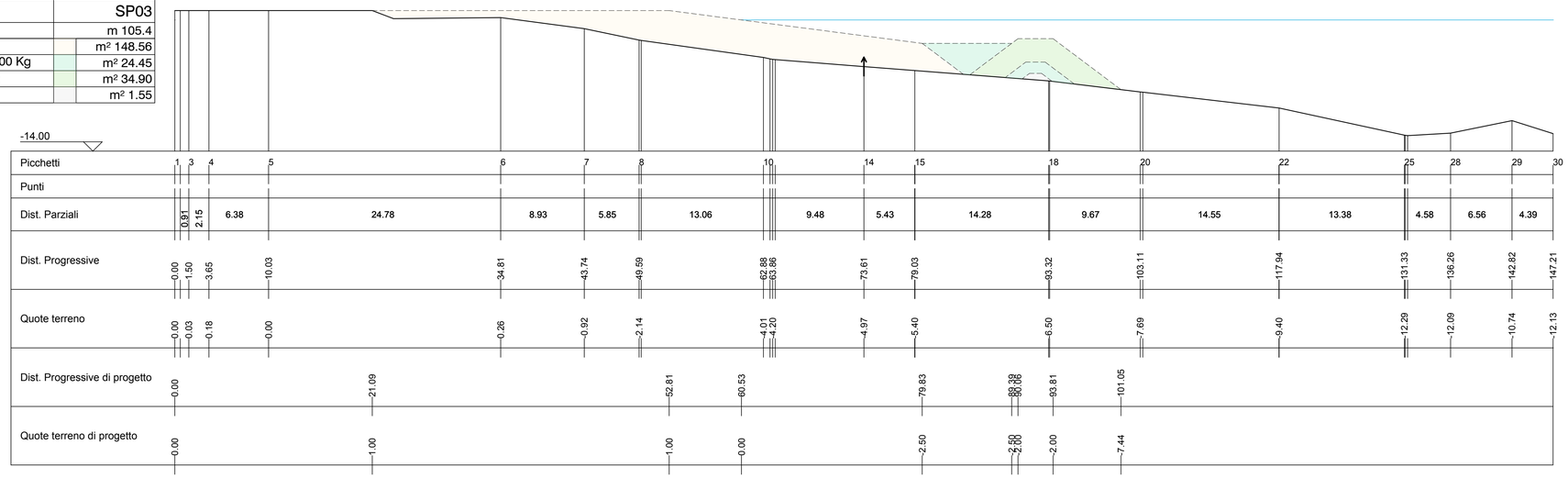


TABELLA AREE	
SEZIONE	SP04
Progressiva	m 156.70
Ghiaia D_{∞} 5mm	m² 160.00
Massi naturali 50-100 Kg	m² 28.72
Massi naturali 3-7 t	m² 43.55
TVC	m² 6.47

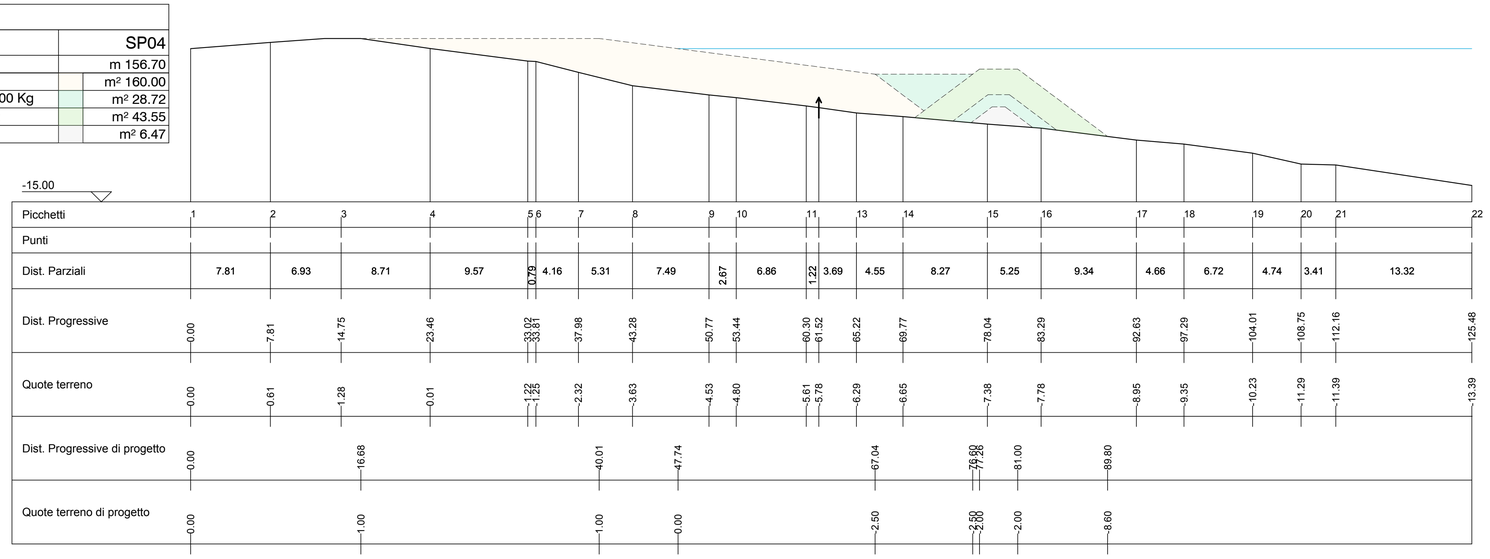
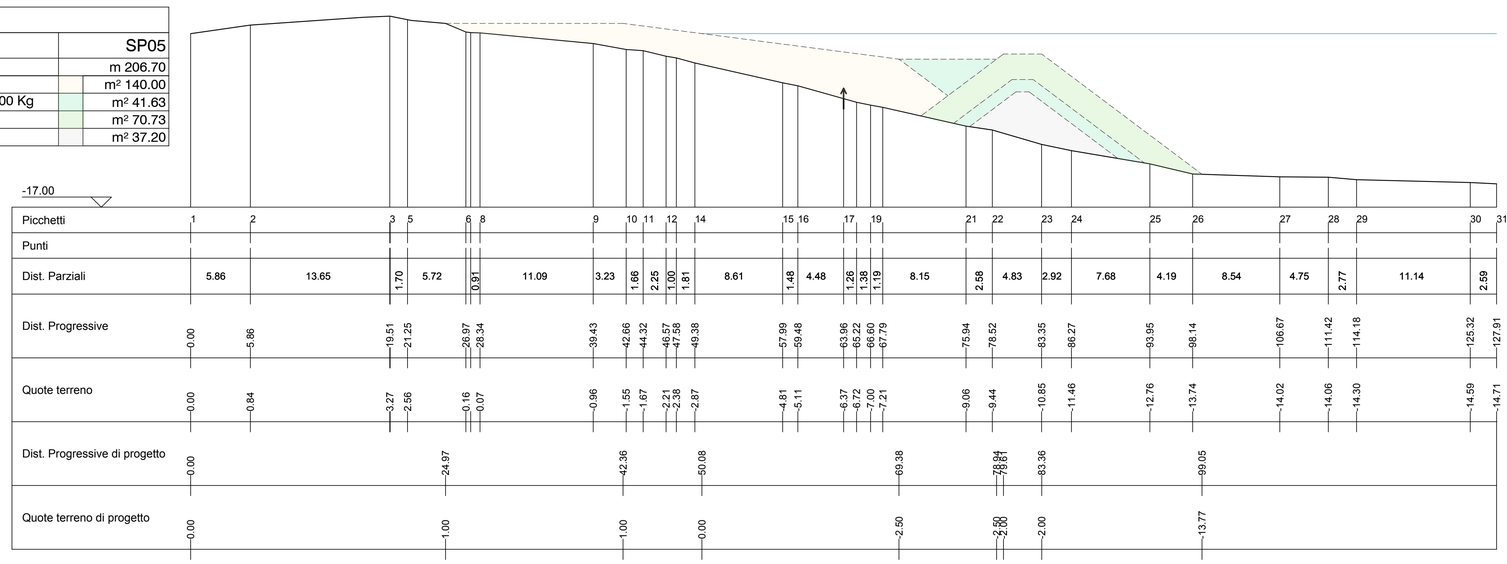


TABELLA AREE	
SEZIONE	SP05
Progressiva	m 206.70
Ghiaia D_{∞} 5mm	m² 140.00
Massi naturali 50-100 Kg	m² 41.63
Massi naturali 3-7 t	m² 70.73
TVC	m² 37.20



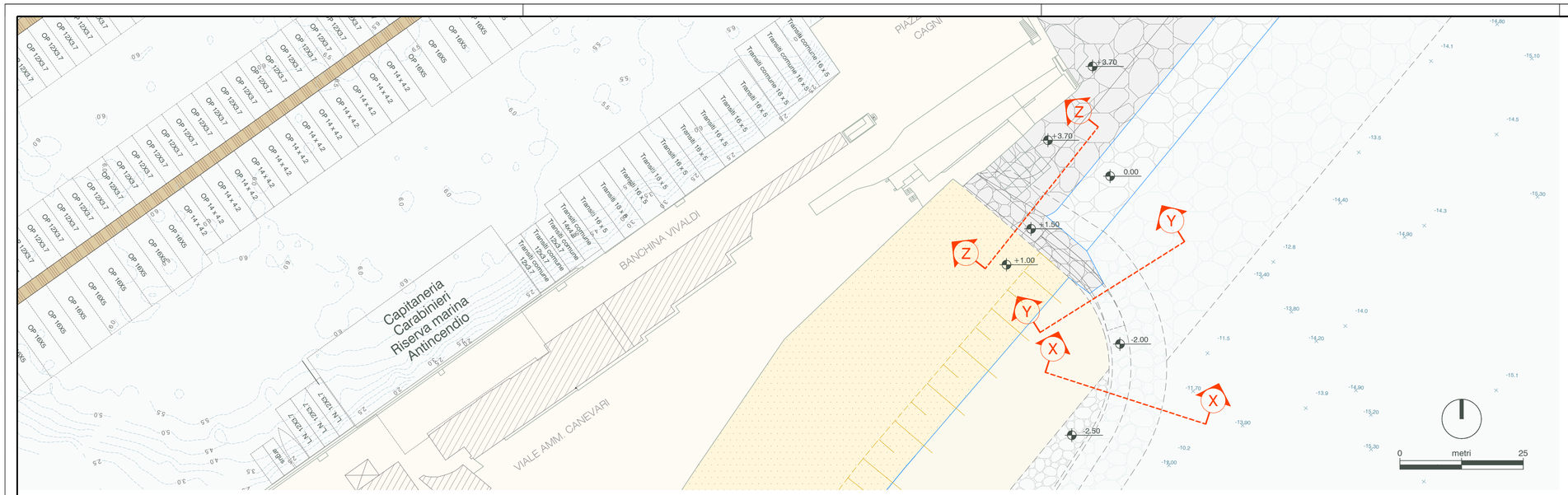
PROGETTO:	**PROGETTO DEFINITIVO PORTO DI SANTA MARGHERITA LIGURE** **MESSA IN SICUREZZA ED ADEGUAMENTO FUNZIONALE CON RIQUALIFICAZIONE DEGLI ORMEGGI E DEL LITORALE SUD**
SOGGETTO PROMOTORE:	**SANTA BENESSERE & SOCIAL S.p.a.** Santa Benessere & Social S.p.a. T +39 0185 320868 Piazza Mazzini, 12 F +39 0185 323189 16045 Chiavari (GE) E mfelugo@yahoo.it PRESIDENTE: Maurizio Felugo - PROJECT MANAGER: Ing. Pietro Zanoni - ASSISTENZA TECNICA: Arch. Gio Gozzi
ARCHITETTURA:	**OBR** Open Building Research S.r.l. T +39 02 84268200 Via Ciovasso, 4 F +39 02 8268250 20121 Milano E info@obr.eu RESPONSABILE: Arch. Paolo Brescia - COORDINAMENTO: Arch. Andrea Casetto
INGEGNERIA IDRAULICO-MARITTIMA:	**ACQUATECNO** Acquatecno S.r.l. T +39 06 44702081 Via Ajaccio, 14 F +39 06 44704906 00198 Roma E info@acquatecno.it RESPONSABILE: Ing. Paolo Turbolente
INGEGNERIA STRUTTURALE:	**MILAN INGEGNERIA** Milan Ingegneria S.r.l. T +39 02 36798890 Via Thaon di Revel, 21 F +39 02 36798892 20159 Milano E info@euromilan.com RESPONSABILE: Ing. Maurizio Milan
INGEGNERIA IMPIANTISTICA, PREVENZIONE INCENDI E SICUREZZA:	**UNITED CONSULTING** United Consulting T + 39 02 45397370 Via Thaon di Revel, 21 E info@unitedconsulting.it 20152 Milano RESPONSABILE: Ing. Luca Giannelli
DOCUMENTI TECNICO-ECONOMICI:	**GAD** Global Assistance Development S.r.l. T +39 02 29005672 via Maurizio Quadrio, 12 F +39 02 65560517 20154 Milano E info@gadstudio.e RESPONSABILE: Geom. Gianpiero Aresi
URBANISTICA:	**ARCH. CARLO BERIO** Arch. Carlo Berio T +39 010 8398483 Piazza Marsala, 13 E carloberio@studioberio.it 16122 Genova RESPONSABILE: Arch. Carlo Berio
CONSULENZA LEGALE:	**IADEVAIA** Iadevaia - Studio Legale e Tributario T +39 02 92801820 Via Giacomo Leopardi, 21 F +39 02 92801820 20123 Milano E alberto@iadevaia.it RESPONSABILE: Avv. Alberto Iadevaia
RILIEVO:	**GEO-T.E.C.** GEO-T.E.C. Studio Tecnico Topografico Associato T +39 0185 62830 Corso Italia, 9 int.2 F +39 0185 1831378 16035 Rapallo (GE) E geotec@geotecrapallo.it RESPONSABILE: Geom. Paolo Ghigliotti
GEOLOGIA E AMBIENTE:	**GEOLAMBDA** Geolambda Engineering S.r.l T +39 0377 433021 Via A. Diaz, 22 F +39 0377 402035 26845 Codogno (LO) E segreteria@geolambda.it RESPONSABILE: Geol. Marco Daguati
ARCHEOLOGIA:	**STUDIUM S.A.S. ARCHEOLOGIA** Studium S.a.s. Archeologia T +39 011 855666 Via Marco Polo, 32 bis F +39 011 855666 10129 Torino E info@studiumarcheologia.com RESPONSABILE: Dott.ssa Frida Occelli
TITOLO ELABORATO:	Opere Marittime Intervento di ripascimento Sezione di computo SP03-SP04-SP05

CODICE PROGETTO	LIVELLO PROGETTAZIONE	DISCIPLINA	QUADRANTE	NUMERO ELABORATO	REVISIONE
079	PD	OM	-	2007	-

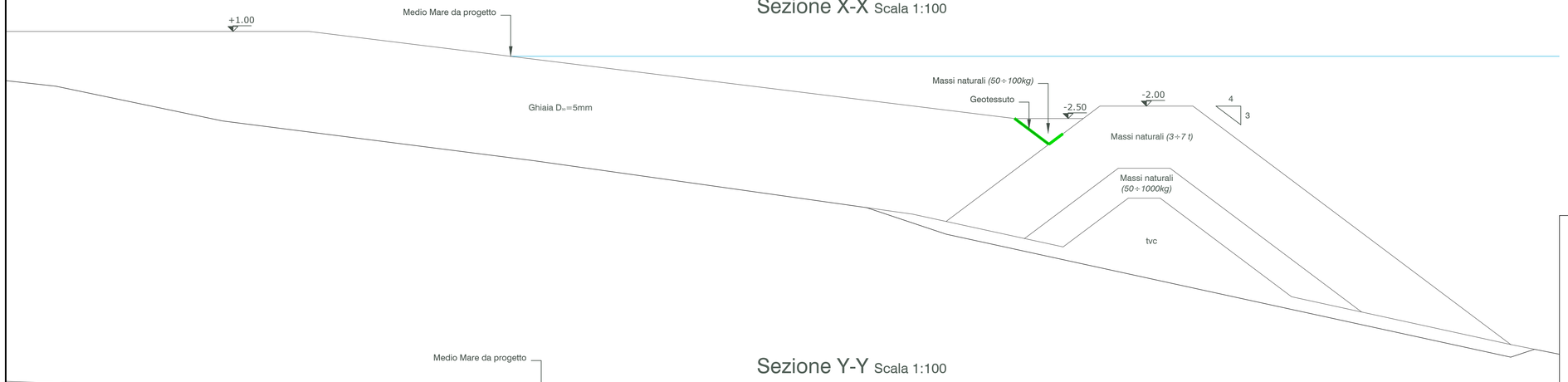
NOME FILE	SCALA	EMESSO DA	DATA PRIMA EMISSIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO
079_PD_OM_2007_0.dwg	1:300	ACQ	04-12-2017	P.Turbolente	P.Turbolente	P.Turbolente

REVISIONI:

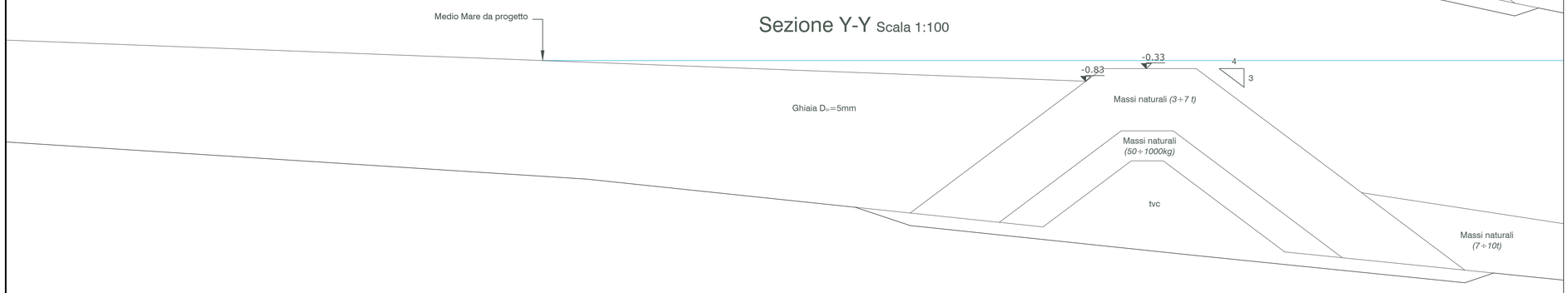
NUMERO REVISIONE	DATA REVISIONE	OGGETTO REVISIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO



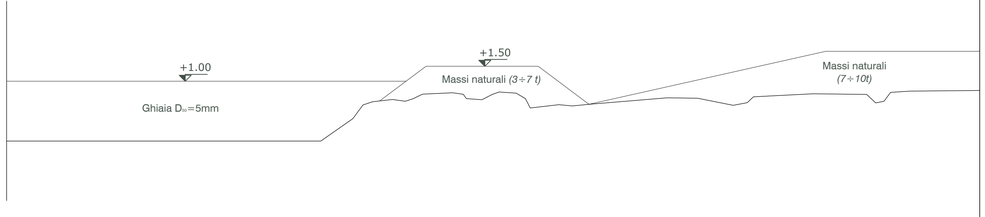
Sezione X-X Scala 1:100



Sezione Y-Y Scala 1:100



Sezione Z-Z Scala 1:100



PROGETTO:	**PROGETTO DEFINITIVO PORTO DI SANTA MARGHERITA LIGURE** **MESSA IN SICUREZZA ED ADEGUAMENTO FUNZIONALE CON RIQUALIFICAZIONE DEGLI ORMEGGI E DEL LITORALE SUD**
SOGGETTO PROMOTORE:	**SANTA BENESSERE & SOCIAL S.p.a.** Santa Benessere & Social S.p.a. Piazza Mazzini, 12 16045 Chiavari (GE) T +39 0185 320868 F +39 0185 323189 E mfelugo@yahoo.it PRESIDENTE: Maurizio Felugo - PROJECT MANAGER: Ing. Pietro Zanoni - ASSISTENZA TECNICA: Arch. Gio Gozzi
ARCHITETTURA:	**OBR** Open Building Research S.r.l. Via Ciovasso, 4 20121 Milano T +39 02 84268200 F +39 02 8268250 E info@obr.eu RESPONSABILE: Arch. Paolo Brescia - COORDINAMENTO: Arch. Andrea Casetto
INGEGNERIA IDRAULICO-MARITTIMA:	**ACQUATECNO** Acquatecno S.r.l. Via Ajaccio, 14 00198 Roma T +39 06 44702081 F +39 06 44704906 E p.turbolente@acquatecno.it RESPONSABILE: Ing. Paolo Turbolente
INGEGNERIA STRUTTURALE:	**MILAN INGEGNERIA** Milan Ingegneria S.r.l. Via Thaon di Revel, 21 20159 Milano T +39 02 36798890 F +39 02 36798892 E info@burcmilan.com RESPONSABILE: Ing. Maurizio Milan
INGEGNERIA IMPIANTISTICA, PREVENZIONE INCENDI E SICUREZZA:	**UNITED CONSULTING** United Consulting Via Thaon di Revel, 21 20152 Milano T + 39 02 45397370 E info@unitedconsulting.it RESPONSABILE: Ing. Luca Giannelli
DOCUMENTI TECNICO-ECONOMICI:	**GAD** Global Assistance Development S.r.l. via Maurizio Quadrio, 12 20154 Milano T +39 02 29005672 F +39 02 65560517 E info@gadstudio.e RESPONSABILE: Geom. Gianpiero Aresi
URBANISTICA:	**ARCH. CARLO BERIO** Arch. Carlo Berio Piazza Marsala, 13 16122 Genova T +39 010 8398483 E carloberio@studioberio.it RESPONSABILE: Arch. Carlo Berio
CONSULENZA LEGALE:	**IADEVAIA** Iadevaia - Studio Legale e Tributario Via Giacomo Leopardi, 21 20123 Milano T +39 02 92801820 F +39 02 92801820 E alberto@iadevaia.it RESPONSABILE: Avv. Alberto Iadevaia
RILIEVO:	**GEO-T.E.C.** GEO-T.E.C. Studio Tecnico Topografico Associato Corso Italia, 9 int.2 16035 Rapallo (GE) T +39 0185 62830 F +39 0185 1831378 E geotec@geotecrapallo.it RESPONSABILE: Geom. Paolo Ghiglietti
GEOLOGIA E AMBIENTE:	**GEOLAMBDA** Geolambda Engineering S.r.l Via A. Diaz. 22 26845 Codogno (LO) T +39 0377 433021 F +39 0377 402035 E segreteria@geolambda.it RESPONSABILE: Geol. Marco Daguati
ARCHEOLOGIA:	**STUDIUM S.A.S. ARCHEOLOGIA** Studium S.a.s. Archeologia Via Marco Polo, 32 bis 10129 Torino T +39 011 855666 F +39 011 855666 E info@studiumarcheologia.com RESPONSABILE: Dott.ssa Frida Occelli

TITOLO ELABORATO:

Opere Marittime
Intervento di ripascimento
Particolari opera difesa al piede

CODICE PROGETTO	LIVELLO PROGETTAZIONE	DISCIPLINA	QUADRANTE	NUMERO ELABORATO	REVISIONE
079	PD	OM	-	2003b	-

NOME FILE	SCALA	EMESSO DA	DATA PRIMA EMISSIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO
079_PD_OM_2003b.dwg	1:500	ACQ	29-12-2017	P.Turbolente	P.Turbolente	P.Turbolente

REVISIONI:

NUMERO REVISIONE	DATA REVISIONE	OGGETTO REVISIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO

ORDINE INGEGNERI ROMA n° 16715