COMMITTENTE:

RFI RETE FERROVIARIA ITALIANA
GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

DIREZIONE PRODUZIONE
DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE – GENOVA

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO DI IMPRESE:

MI.COS s.p.a. - IVECOS s.p.a.
SVECO s.r.l.

PROGETTAZIONE:

STUDIOELB Ingegneri Associati
Dott. Ing. Ernesto LA BARBERA - Dott. Ing. Riccardo GIAMMARINI
Dott. Ing. Andrea DEPRATI - Dott. Ing. Simona CARREGA
Dott. Ing. Michela LA BARBERA - Dott. Ing. Mauro SCAGLIONE
Corso Torino 17/6 sc.A - 16129 Genova
Tel. 010.5740568 - fax : 010.4211059
e-mail: inge@studioelb.it - PEC: studio@pec.studioelb.it

SOGGETTO TECNICO: **DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE - GENOVA**
S.O. INGEGNERIA E TECNOLOGIE

PROGETTO DEFINITIVO

Interventi strutturali di riqualificazione e potenziamento dell'arenile a completamento delle opere di difesa della linea ferroviaria Genova Sampierdarena - Confine Francese in loc. Giunchetto - Comune di Bordighera

RELAZIONE TECNICA GENERALE

SCALA: -

Tav. **R01**

PROGETTO/ANNO	SOTTOPR./INT.	LIVELLO	NOME DOC.	PROGR.OP.	FASE FUNZ.	NUMERAZ.
051005	015	PD	TSRT	04	--	

Revis.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
01	EMISSIONE	Studioelb Ing. Associati	15.03.2013								
Verifica e validazione R.F.I.											

POSIZIONE ARCHIVIO

LINEA	SEDE TECN.	NOME DOC.	NUMERAZ.
L440	TR3702	TSRT	

Verificato e trasmesso	Data	Convalidato	Data	Archiviato	Data

FILE 610 PD R01

--

SOMMARIO

1. PREMESSA 3

2. AREE INTERESSATE DALL'INTERVENTO 4

3. CONDIZIONI DEL LITORALE 7

3.1 CARATTERISTICHE GENERALI 7
3.2 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E GEOMORFOLOGICHE 7
3.3 CARATTERISTICHE DELLA SPIAGGIA SOMMERSA ED EMERSA 10
3.4 EVOLUZIONE ED USO DEL LITORALE - CONCESSIONI DEMANIALI 12

4. IDRAULICA FLUVIALE - CORSI D'ACQUA SIGNIFICATIVI 13

4.1 COMPATIBILITÀ DELLE OPERE A PROGETTO CON IL PIANO DI BACINO 15
4.1.1 Ripascimento, pennelli 15
4.1.2 Muro in c.a. a protezione della linea ferroviaria 16

5. CRITICITÀ INDIVIDUATE E CRITERI DI INTERVENTO 19

6. ATTIVITÀ ESEGUITE 20

6.1 RILIEVO TOPOGRAFICO 20
6.2 INDAGINI A MARE 20
6.3 STUDIO METEOMARINO E MORFODINAMICO 20

7. DESCRIZIONE DELLE OPERE A PROGETTO 24

7.1 GLI INTERVENTI A PROGETTO 24
7.2 ASPETTI PAESAGGISTICI 25

8. CONSIDERAZIONI RELATIVE AI MATERIALI DA UTILIZZARSI - DISPONIBILITÀ DEI MATERIALI 25

8.1 QUANTITATIVI PREVISTI, FONTI DI APPROVVIGIONAMENTO 25
8.2 CRITERI PER L'APPROVVIGIONAMENTO DA CAVA 25

9. DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE 27

9.1 PENNELLI TRASVERSALI 27

10. ASPETTI PAESAGGISTICI ED AMBIENTALI 30

11. ATTUAZIONE DEGLI INTERVENTI, STIMA DEI COSTI, TEMPI DI REALIZZAZIONE 31

ALLEGATI

FIGURE

Figura 1 : planimetria di inquadramento dell'area in esame

Figura 2 : stralcio carta geologica d'Italia 1:100.000 - Foglio 102 Sanremo

Figura 3 : stralcio carta geologica d'Italia 1:50.000 - Foglio 258-271 Sanremo

Figura 4 : stralcio planimetria stato attuale con individuazione punti di prelievo campioni

Figura 5 : evoluzione della linea di costa dal 1944 al 2003 (da Sicoast Regione Liguria)

Figura 6 : Piano di Bacino - Ambito n. 3 S. Francesco - Tav. n° 19 - carta dei corsi d'acqua

Figura 7: stralcio planimetria di progetto con dettaglio del nuovo pennello

Figura 8: stralcio Atlante degli habitat marini della Liguria

TABELLE

Tabella 1: sintesi dati campioni spiaggia

Tabella 2: corsi d'acqua che sfociano nell'area in esame

Tabella 3: settori di traversia e fetch

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

Foto 1 : vista prospettica generale dell'area interessata (fonte APAT Regione Liguria 2010)

Foto 2 : vista prospettica di dettaglio dell'area interessata (fonte APAT Regione Liguria 2010)

Foto 3 : vista prospettica di dettaglio del tratto di ponente (fonte APAT Regione Liguria 2010)

Foto 4 : vista prospettica di dettaglio del tratto centrale (fonte APAT Regione Liguria 2010)

Foto 5 : vista prospettica di dettaglio del tratto di levante (fonte APAT Regione Liguria 2010)

Foto 6-13: immagini della campagna di indagine dei fondali e della spiaggia emersa

Foto 14: foto aerea prospettica Regione Liguria anno 2006 (foto 4379)

Foto 15-16: vista dello sbocco del Rio Giunchetto prima e dopo la costruzione del muro

Foto 17-18: vista dello sbocco del Rio Castagna prima e dopo la costruzione del muro

ALLEGATI ESTERNI

Allegato 1: analisi granulometriche su campioni di spiaggia sommersa ed emersa

Allegato 2: Uso del litorale - planimetria con indicazione dell'uso attuale delle spiagge esistenti

Allegato 3: Documentazione tratta dal piano di bacino - ambito n° 3 San Francesco - Zona Bordighera-Ospedaletti

1. PREMESSA

La spiaggia in loc. Giunchetto, al limite orientale del litorale di Bordighera, ha un'estensione di circa 700 m ed è caratterizzata da una sottile orlatura ghiaiosa/sabbiosa, con fondali in sabbia fine; in fregio alla spiaggia corre la linea ferroviaria Genova-Ventimiglia.

Nell'anno 2010 R.F.I. S.p.A., a seguito di un evento meteomarino che ha causato il parziale crollo del muro di protezione della linea ferroviaria, ha realizzato in somma urgenza un muro in c.a. a tergo della spiaggia stessa, proteggendo lo stesso con scogliera in massi.

Nell'ambito della conferenza istruttoria del 22.06.2011, promossa dal Servizio Procedimenti Concertativi della Regione Liguria, R.F.I. S.p.A. ha proposto un'ipotesi progettuale, a completamento dell'intervento di somma urgenza, riguardante la complessiva riqualificazione e potenziamento dell'arenile, che interessa un'area più ampia di quella occupata dalle opere di difesa della linea ferroviaria, e precisamente il tratto compreso tra il pennello del porto di Ospedaletti a levante e il versante roccioso a ponente, per un'estensione complessiva di circa 700 m.

Tale ipotesi è stata condivisa con i partecipanti alla suddetta conferenza ed è stato stabilito di procedere alla progettazione definitiva, corredata dell'opportuna modellistica meteomarina.

Il presente documento fa parte del progetto definitivo degli interventi di riqualificazione costiera proposti.

2. AREE INTERESSATE DALL'INTERVENTO

Il presente progetto riguarda gli interventi di riqualificazione e potenziamento dell'arenile in loc. Giunchetto, al limite di levante del litorale di Bordighera, al confine con il Comune di Ospedaletti (v. **foto 1 e 2**).



***Foto 1** : vista prospettica generale dell'area interessata (fonte APAT Regione Liguria 2010)*



***Foto 2** : vista prospettica di dettaglio dell'area interessata (fonte APAT Regione Liguria 2010)*

Attualmente il litorale è costituito (da ponente a levante, vedi **figura 1** e **foto 3-5**) da:

- un versante acclive con alla base una serie di massi naturali e rocce;
- una sottile orlatura ghiaiosa ove è presente uno stabilimento balneare, compartimentata da due pennelli in massi naturali, parzialmente cementati in testa;
- il tratto prospiciente il muro di recente costruzione da parte di RFI, protetto mediante scogliera in massi e pista in tout venant;
- una spiaggia libera ghiaiosa di estensione progressivamente crescente fino al pennello, realizzato nell'ambito della costruzione del porto di Baia Verde, che delimita la foce del Rio Termini di Ospedaletti.

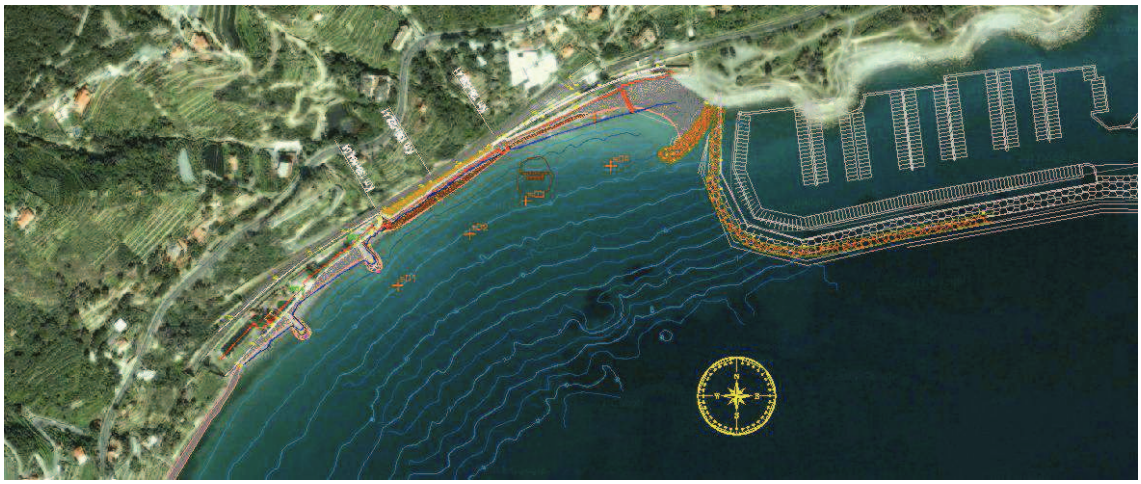


***Figura 1** : planimetria di inquadramento dell'area in esame*



***Foto 3** : vista prospettica di dettaglio del tratto di ponente (fonte APAT Regione Liguria 2010)*



***Foto 4** : vista prospettica di dettaglio del tratto centrale (fonte APAT Regione Liguria 2010)*



***Foto 5** : vista prospettica di dettaglio del tratto di levante (fonte APAT Regione Liguria 2010)*

La spiaggia sommersa è costituita da sabbia fine, del diametro medio di circa 0.20 mm, come descritto in dettaglio nei paragrafi successivi.

3. CONDIZIONI DEL LITORALE

3.1 Caratteristiche generali

L'analisi delle caratteristiche generali del tratto in esame porta a rilevare che le spiagge esistenti, di consistenza prevalentemente ghiaiosa, appaiono in discrete condizioni di equilibrio, anche a causa della ridotta pendenza della spiaggia sommersa.

Le opere recentemente realizzate da RFI a protezione della linea ferroviaria necessitano di interventi per ripristinare la presenza di una spiaggia nel tratto prospiciente il muro stesso, attualmente difeso da una scogliera in massi parallela alla linea di costa, che si estende fino a oltre la battigia, non consentendo la formazione della spiaggia.

3.2 Caratteristiche geologiche e geomorfologiche

Di seguito vengono riportate le caratteristiche geologiche e geomorfologiche dei siti interessati.

I riferimenti assunti sono la cartografia geologica APAT, disponibile su *http://www.apat.gov.it/media/carta_geologica_italia/Default.htm*

Qui di seguito vengono quindi riportati stralci della carta geologica d'Italia – scala 1:100.000 (**figura 2**) e scala 1:50.000 (**figura 3**).

In generale, l'area è caratterizzata nella parte a monte della linea ferroviaria dalla presenza di un complesso litologico costituito da calcari marnosi, marne ed arenarie calcaree ("arenarie di Bordighera"), a valle sono presenti depositi costieri recenti.

Il litorale in esame è costituito da sedimenti di origine mista, non completamente nativi.



Figura 2 *: stralcio carta geologica d'Italia 1:100.000 - Foglio 102 Sanremo*



UNITA' TETTONICA SAN REMO - M. SACCARELLO

FLYSCH DI SAN REMO

Strati arenaceo-argillitici, con intercalazioni di calcilutiti e rari strati marnoso-arenacei (FSM_4: membro 'San Lorenzo');
strati arenaceo-argillitici e calcilutitici nei quali si intercalano, ad intervalli regolari, "megaritmi" costituiti da megatorbiditi marnoso-arenacee (FSM_3: membro 'San Michele'); marne ed arenarie calcaree costituenti strati torbiditici, con spessori inferiori rispetto a quelli della FSM_1 di cui rappresenta la parte distale e superiore, sono inoltre presenti livelli calcilutitici passanti a strati marnoso-arenacei e strati arenaceo-argillitici (FSM_2: membro 'Villa Faraldi' - Foglio n. 259 "Imperia");
marne ed arenarie calcaree costituenti spessi strati torbiditici, organizzati in sequenze positive, con la porzione terminale costituita da calcilutiti, sono inoltre presenti scarsi strati arenaceo-argillitici (FSM_1: membro 'Capo Mele' - Foglio n. 259 "Imperia").
FSM_4 è attribuito al *MAASTRICHTIANO SUP. (Zona a Micula murus)*
FSM_3 al *MAASTRICHTIANO SUP. (Zona a Micula murus)*
FSM_2 al *CAMPANIANO SUP. - MAASTRICHTIANO SUP. (Zona a Quadrum trifidum - Zona a Micula murus)*
FSM_1 al *CAMPANIANO SUP. - MAASTRICHTIANO MEDIO (Zona a Quadrum trifidum - Zona a Arkhangelskiella cymbiformis)*

FSM4 FSM3 FSM2 FSM1

ARENARIE DI BORDIGHERA

Arenarie torbiditiche spesso grossolane, sino a conglomeratiche, in strati spessi, localmente amalgamati. Sono inoltre presenti, nelle facies di lobo, anche livelletti di argille siltose e straterelli calcarenitici e marnosi, oltre ad arenarie calcaree e calcareniti fini e rare calcilutiti con al tetto argilliti scure.
CAMPANIANO SUP. - MAASTRICHTIANO MEDIO - SUP. (Zona a Quadrum trifidum - Zona a Lithraphidites quadratus)

ABG

MARINO

Coltre di alto stazionamento (*HST*)
OLOCENE

g_3 Sistemi deposizionali litoranei a fanerogame
Sabbie soggette a deriva litoranea.

Figura 3 *: stralcio carta geologica d'Italia 1:50.000 - Foglio 258-271 Sanremo*

3.3 Caratteristiche della spiaggia sommersa ed emersa

Nell'abito dei rilievi, sono state eseguite analisi visive e strumentali della spiaggia emersa e sommersa: come risulta dalle foto sotto allegate (v. **foto 6-13**), la spiaggia sommersa presenta andamento molto regolare, con locali affioramenti rocciosi nel tratto centrale (v. **figura 4**).

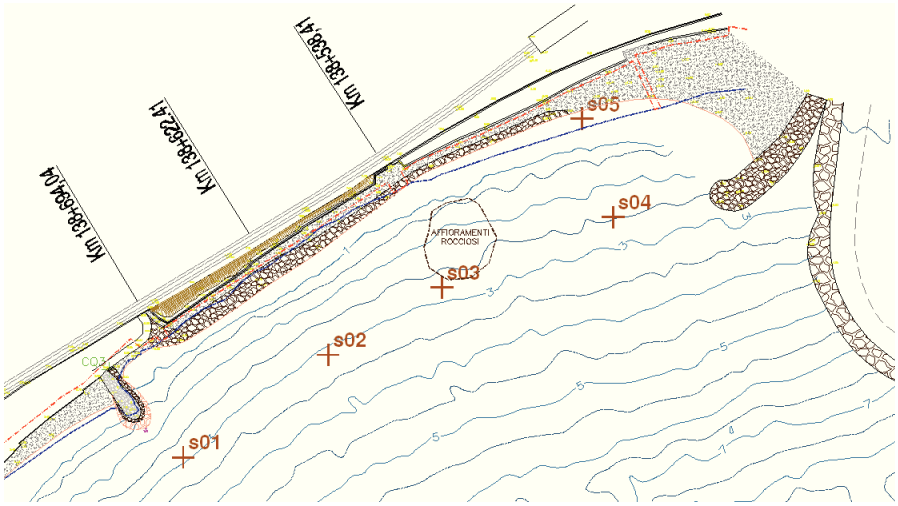


***Figura 4** : stralcio planimetria stato attuale con individuazione punti di prelievo campioni*

La granulometria dei sedimenti è anch'essa uniforme, con valori sintetizzati nella **tabella 1** sotto riportata.

La spiaggia emersa si presenta in condizioni molto diverse, con una netta linea di distacco in prossimità della battigia tra le sabbie e la ghiaia/ciottoli che costituiscono la spiaggia emersa.

I dettagli delle analisi eseguite sono riportati in **Allegato 1**.

SINTESI DATI CAMPIONI SPIAGGIA					
	MARE				TERRA
	C1	C2	C3	C4	C5
D20 [mm]	0.17	0.15	0.14	0.13	9.00
D50 [mm]	0.27	0.19	0.18	0.18	18.00
D80 [mm]	0.40	0.26	0.25	0.23	26.00

***Tabella 1**: sintesi dati campioni spiaggia*

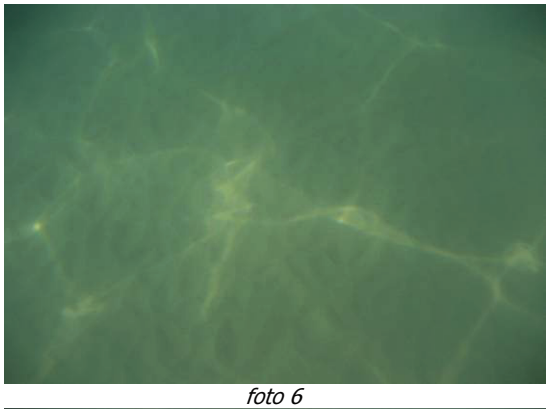


foto 6

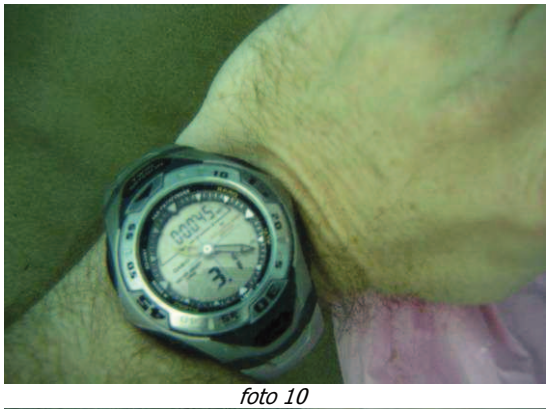


foto 10

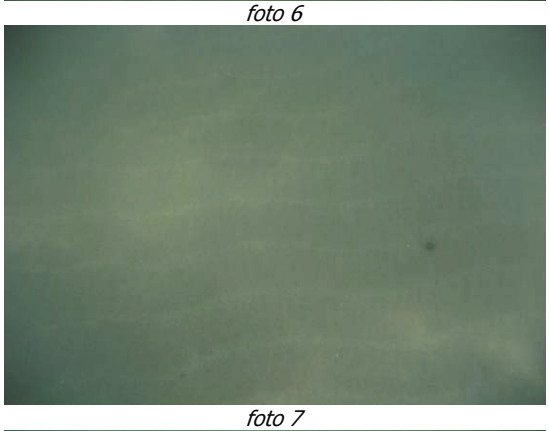


foto 7

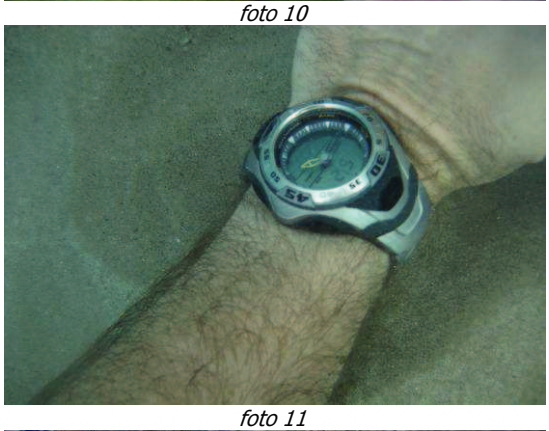


foto 11

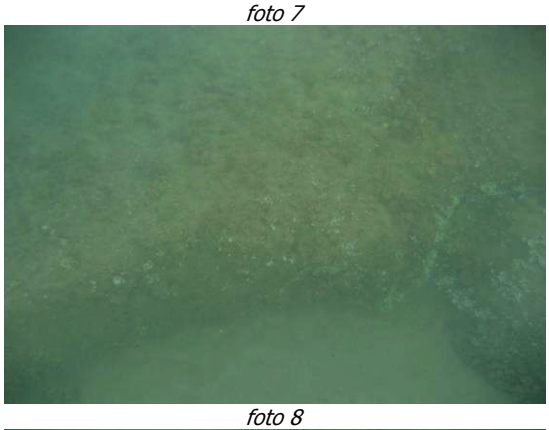


foto 8



foto 12

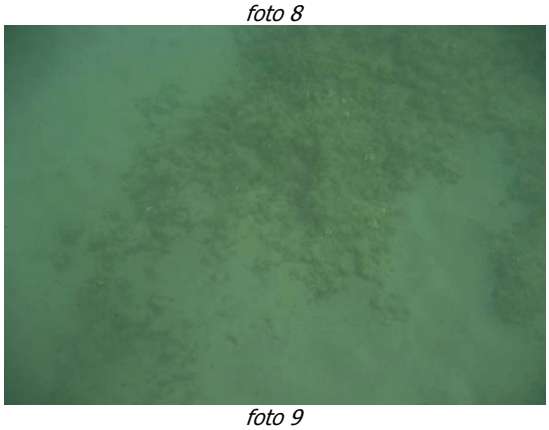


foto 9

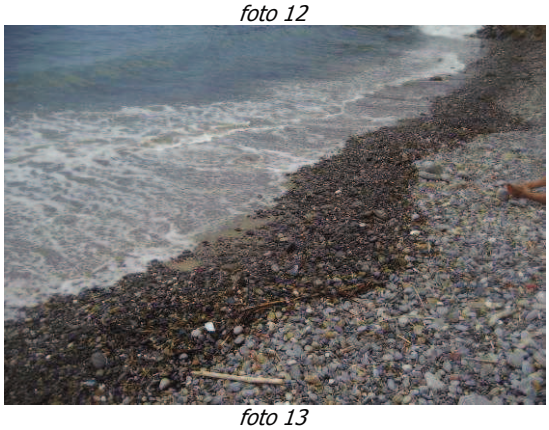


foto 13

***Foto 6-13**: immagini della campagna di indagine dei fondali e della spiaggia emersa*
(foto 6-7 spiaggia sommersa - foto 8-9 affioramenti rocciosi -
foto 10-11 profondità di n° 2 punti di prelievo - foto 12-13 spiaggia emersa)

3.4 Evoluzione ed uso del litorale - concessioni demaniali

Si riportano alcuni cenni storici tratti dalla relazione del Piano di Bacino - Ambito 3 S. Francesco:

Ad Est della punta della Madonna della Ruota si inizia una spiaggia, lunga circa 600 m., nota già nel Medio Evo col nome di "Gionchetto", dai giunchi un tempo esistenti. Questo punto fu sempre per le imbarcazioni uno dei rifugi più sicuri, chiamato "cala della Rotta" o "Ripa Nerviae ad Rotam".... Qui il Libeccio non ha nessuna forza e neppure il Mezzogiorno-Libeccio, in modo che la spiaggiariesce anche più riparata di quella della Arziglia.....Questa spiaggia tenderebbe a crescere se non intervenissero continue manomissioni a deteriorarla. Varie misure di precisione del 1865 permettono di vedere come essa fosse già allora nelle condizioni odierne. Così pure non è variata in anni posteriori, cioè 1873,1891,1902,1907, ecc., nei quali è stato possibile fare osservazioni.

Nella carta dell'evoluzione della linea di costa 1944-2003 (tratta da Sicoast Regione Liguria - v. **figura 5**), il tratto di litorale in esame appare piuttosto stabile, se si eccettua una tendenza alla rotazione della linea di riva in senso orario, con centro ubicato immediatamente a levante del muro recentemente costruito da RFI.



***Figura 5** : evoluzione della linea di costa dal 1944 al 2003 (da Sicoast Regione Liguria)*

Nell'**Allegato 2** è rappresentato lo stralcio planimetrico della spiaggia, in cui sono indicati gli usi del litorale nell'area in esame.

Il Comune di Bordighera sta redigendo il Progetto di Utilizzo delle Aree Demaniali ai sensi della LR 13/99.

In sintesi, le aree interessate dal progetto sono suddivise come segue:

- tratto di ponente: stabilimento balneare Lido Giunchetto;
- tratto centrale e di levante: spiaggia libera / uso non definito.

4. IDRAULICA FLUVIALE - CORSI D'ACQUA SIGNIFICATIVI

L'area in esame fa parte dell'Ambito n° 3 - San Francesco ed è caratterizzata dalla presenza di molteplici rivi, di dimensioni molto ridotte e pendenza molto elevata, vista l'estrema vicinanza a terra del crinale del Torrente Sasso, che sfocia più ad Ovest, sempre in comune di Bordighera.

I rivi identificati nella carta (v. **figura 6**) sono i seguenti:

Torrente	*Sup. (kmq)*	*h max (m.sl.m.)*	*L asta princ. (km)*	*p media (%)*
Curtassa	*0.26*	*332*	*0.70*	*47*
Giunchetto	*0.49*	*485*	*1.19*	*41*
Castagna	*0.50*	*550*	*1.25*	*44*
Undici	*0.18*	*560*	*1.30*	*43*
Termini	*0.64*	*606*	*1.35*	*45*

***Tabella 2**: corsi d'acqua che sfociano nell'area in esame*

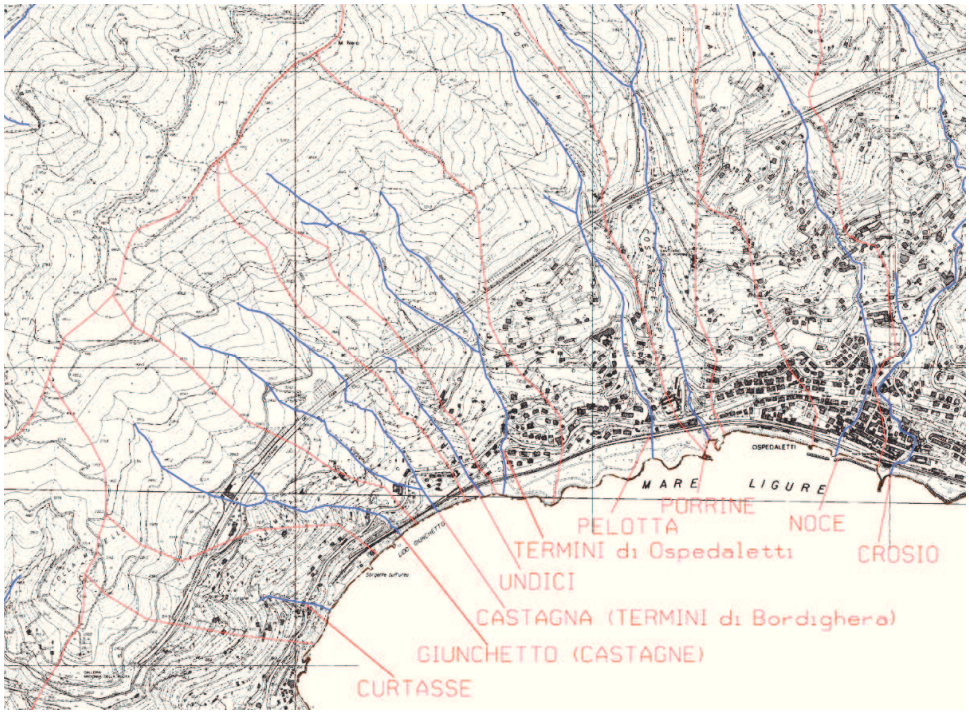


***Figura 6** : Piano di Bacino - Ambito n. 3 S. Francesco - Tav. n° 19 - carta dei corsi d'acqua*

I corsi d'acqua raggiungono la spiaggia dopo aver attraversato la S.P. 1 Aurelia e la linea ferroviaria; visti i bacini estremamente ridotti, non sono presenti, né si prevedono particolari opere di sistemazione nel tratto a valle della linea ferroviaria, tranne che il Rio Termini di Ospedaletti (che presenta il bacino di superficie maggiore, con 0.64 kmq), che è stato oggetto di sistemazione nell'ambito della costruzione del porto turistico di Baia Verde mediante la realizzazione dei un pennello in sponda destra, oltre al molo di sopraflutto che ne costituisce l'argine sinistro.

Nell'**Allegato 3** viene riportato uno stralcio della documentazione tratta dal Piano di Bacino vigente, comprensiva della cartografia relativa all'area in esame: non si ravvisano particolari criticità o vincoli derivanti dalla normativa di piano, la spiaggia non è mappata tra le aree a rischio in caso di piena significativa, né sulla stessa sono previsti interventi di sistemazione e mitigazione del rischio idraulico.

Nella carta dei regimi normativi, l'area costiera è individuata come FI (fondovalle insediato), con regime di mantenimento.

Vista la ridottissima estensione dei bacini, il trasporto solido proveniente dai suddetti rivi è assolutamente ininfluente nel generale bilancio dei sedimenti, pertanto non è stato considerato nelle analisi eseguite.

4.1 Compatibilità delle opere a progetto con il Piano di Bacino

4.1.1 Ripascimento, pennelli

Le opere a mare previste nel presente progetto (v. dettagli nel paragrafo 9) non alterano il regolare deflusso dei corsi d'acqua che sfociano nell'area oggetto di intervento.

Il nuovo pennello a progetto è ubicato a ponente dello sbocco del Rio Termini di Bordighera (v. stralcio della planimetria di progetto di seguito riportato): in tale posizione il pennello non genera alcun ostacolo al regolare deflusso del corso d'acqua nel suo tratto terminale a valle dell'attraversamento delle ferrovia ed inoltre la presenza del pennello protegge l'area di sbocco del corso d'acqua in caso di mareggiate provenienti da Sud e Sud-Ovest.

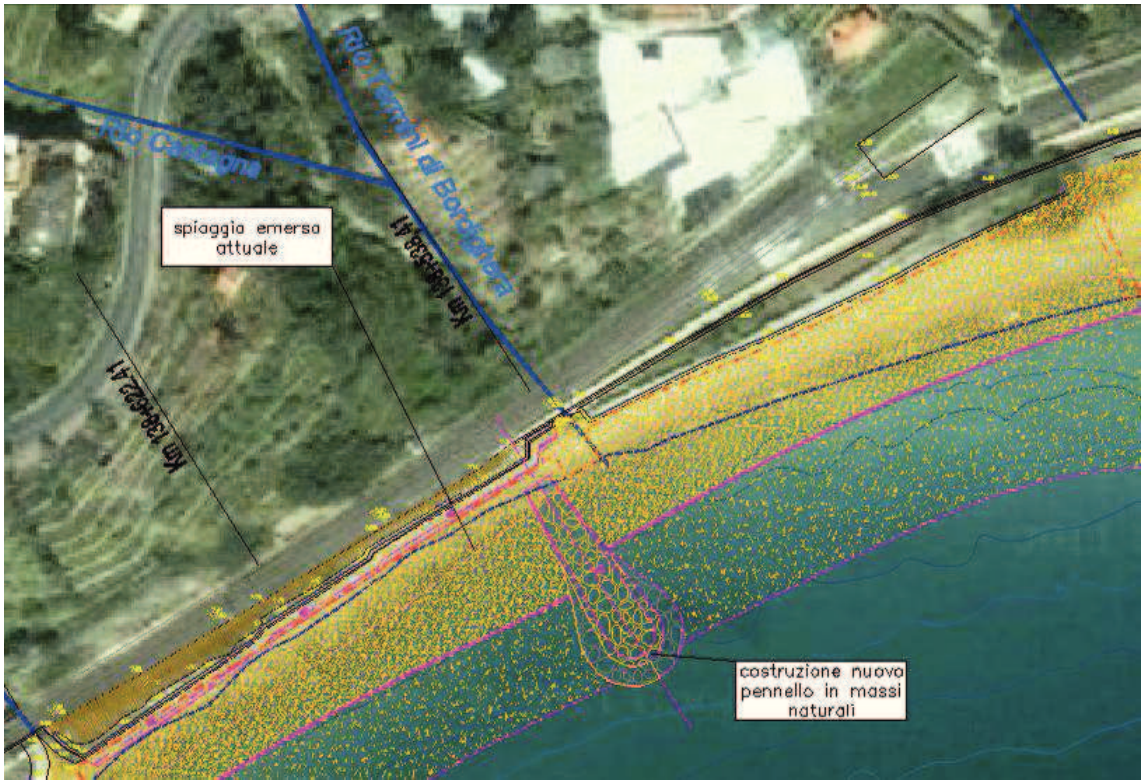


***Figura 7**: stralcio planimetria di progetto con dettaglio del nuovo pennello*

4.1.2 Muro in c.a. a protezione della linea ferroviaria

Il muro è stato costruito da RFI nel 2010 in somma urgenza, nel tratto compreso tra i tombini di attraversamento del Rio Giunchetto e del rio Castagna, per ragioni di pubblica e privata incolumità (protezione della linea ferroviaria); antecedentemente alla costruzione del muro, la linea era protetta nella parte Ovest da una scogliera e nella parte Est da un muro in pietra (v. foto 14, 15, 17)

Il nuovo muro rappresenta per quanto riguarda la parte Est un placcaggio e rinforzo del muro esistente (v. foto 17-18), nella parte Ovest è andato a sostituire la scogliera preesistente (v. foto 15-16).

In nessuno dei due lati il nuovo muro genera alterazioni nel deflusso dei rivi interessati, che attraversano la ferrovia all'interno di due tombini ad arco.

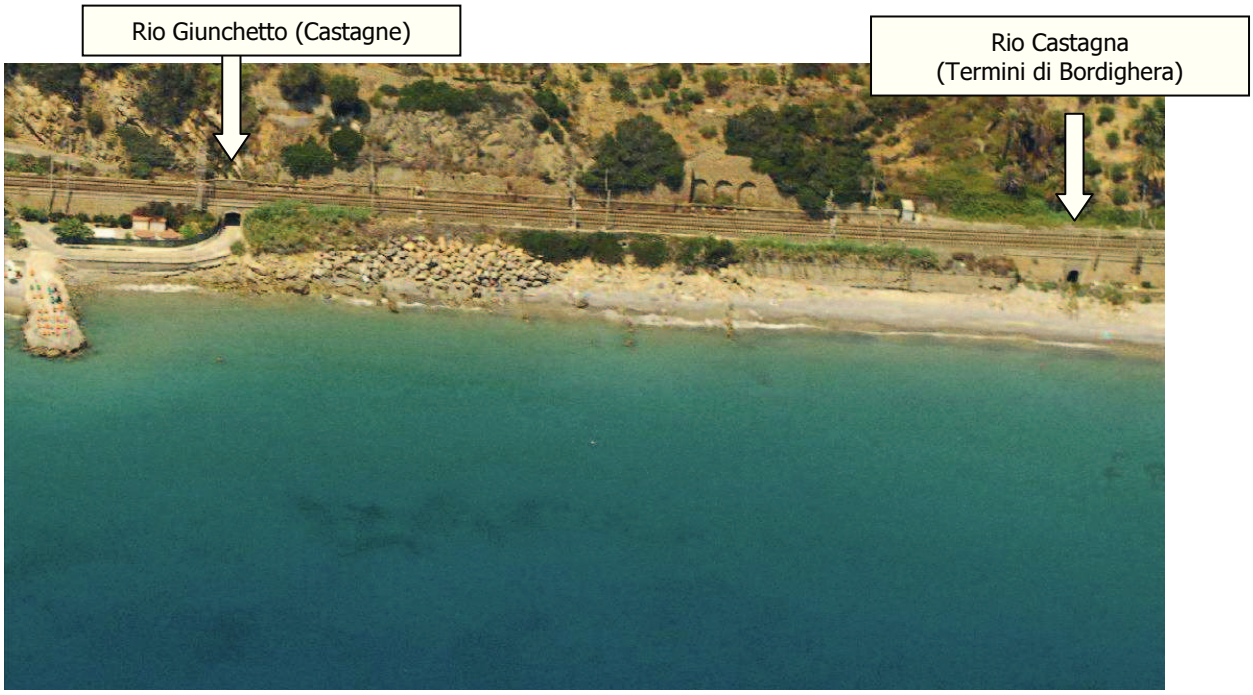


***Foto 14**: foto aerea prospettica Regione Liguria anno 2006 (foto 4379) - si individua la scogliera nella parte Ovest e il muro in pietra nella parte Est*



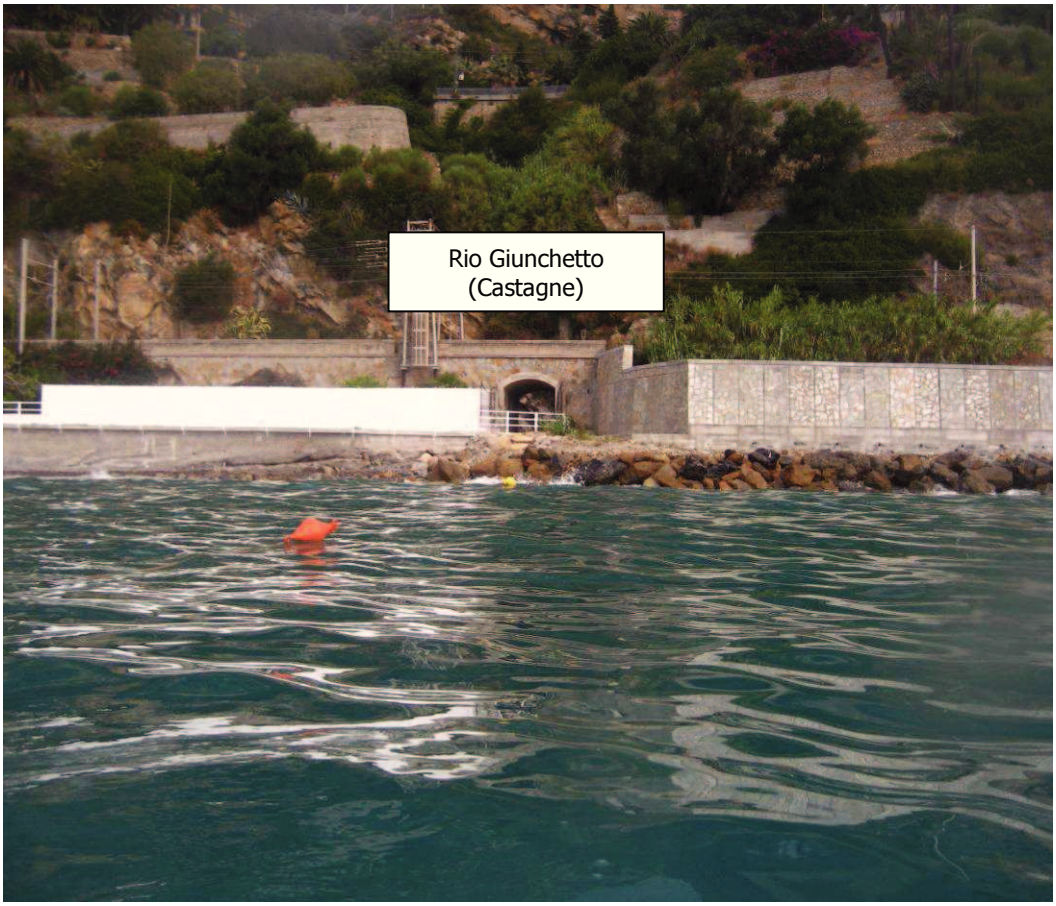


***Foto 15-16**: vista dello sbocco del Rio Giunchetto prima e dopo la costruzione del muro*





***Foto 17-18**: vista dello sbocco del Rio Castagna prima e dopo la costruzione del muro*

5. CRITICITÀ INDIVIDUATE E CRITERI DI INTERVENTO

Sulla base delle condizioni attuali del litorale, sono state evidenziate le seguenti criticità:

- presenza di strutture rigide in prossimità della battigia;
- presenza di una struttura verticale di difesa a distanza limitata dalla battigia, raggiungibile in occasione delle mareggiate più intense;
- presenza di un litorale di bassa fruibilità, a causa delle superfici ridotte e della tipologia di materiale presente.

I criteri progettuali pertanto sono stati orientati verso i seguenti obiettivi:

- realizzazione di una spiaggia che consenta la dissipazione delle onde in occasione di mareggiate significative, senza raggiungere le strutture rigide di difesa della linea ferroviaria;
- realizzazione di una spiaggia in condizioni di equilibrio, sia trasversale sia longitudinale;
- aumento della fruibilità della spiaggia.

Nei seguenti paragrafi sono descritte le indagini di dettaglio eseguite e le verifiche dell'efficacia della configurazione di progetto proposta, che prevede i seguenti interventi:

- costruzione di un nuovo pennello in massi naturali, ubicato in prossimità del limite orientale del muro di difesa della linea ferroviaria;
- rifiorimento dei pennelli esistenti mediante prolungamento degli stessi ed allargamento in testa;
- ripascimento della spiaggia esistente e ricostruzione della spiaggia emersa e sommersa in fregio al muro di difesa della linea ferroviaria, da eseguirsi mediante pietrisco di cava selezionato;
- costruzione di scogliera aderente in fregio al muro di difesa della linea ferroviaria, fino alla quota di +3,35 m s.l.m., corrispondente alla parte di muro non rivestita con pannello in pietra a vista.

6. ATTIVITÀ ESEGUITE

6.1 Rilievo topografico

Nel mese di luglio 2011 è stato eseguito il rilievo topografico di dettaglio dell'intero tratto interessato dai lavori, per un'estensione di circa 700 m; sono state rilevate tutte le opere recentemente eseguite (muro RFI e opere di protezione, tratto di radice del molo sopraflutto del porto di Baia Verde), è stata altresì rilevata la linea di riva.

6.2 Indagini a mare

Il rilievo batimetrico della spiaggia sommersa è stato desunto dal progetto redatto da RFI nell'anno 2008 (v. **disegno 04**): esso comprende l'area di studio ed è stato integrato, oltre la batimetrica -9 m, da dati batimetrici dell'archivio DEAM, società che ha effettuato gli studi meteomarini e morfodinamici (v. documenti R04 e R05)..

Tali informazioni sono state integrate con specifiche attività di analisi dei fondali, costituite dall'esecuzione di un survey subacqueo nel luglio 2011, durante il quale è stata verificata la corrispondenza del rilievo con le condizioni attuali del fondale, con particolare riferimento all'area Est, ove è in corso di costruzione il molo di sopraflutto del porto turistico: in tale area sono stati acquisiti i nuovi dati di profondità.

Durante il survey sono stati inoltre eseguiti n° 5 prelievi di campioni della spiaggia sommersa ed emersa, nei punti indicati nella **figura 4** già riportata.

In seguito i campioni sono stati analizzati presso il laboratorio della GET srl di Genova, eseguendo l'analisi granulometrica e, in fase di elaborazione dati, calcolando le percentuali di ciascuna frazione granulometrica e costruendo gli istogrammi di frequenza e le curve cumulative in scala logprobabilistica.

6.3 Studio meteomarino e morfodinamico

E' stato eseguito lo studio meteomarino e morfodinamico del tratto di litorale in esame, mediante l'utilizzo di modellistica numerica allo stato dell'arte e simulazioni mediante modellazione morfodinamica tridimensionale.

I dettagli sono riportati nei documenti R04 e R05, qui di seguito si sintetizzano gli elementi più significativi:

- Area di studio: l'area di studio è situata lungo il tratto di litorale tra Bordighera e Ospedaletti, ubicata quasi al centro di un'insenatura formata da Capo S. Ampelio a ponente e Capo Nero a levante; l'area è esposta ad un settore di traversia che va da 85° a 235°N circa.

  Considerando i fenomeni rifrattivi legati alla batimetria, che può indurre un'accentuata rotazione dei fronti d'onda, è bene considerare cautelativamente un fetch leggermente più ampio. Considerando l'esposizione di un punto al largo dell'area di studio (posizionato a circa 1 km dalla costa) che presenta un angolo di apertura di 160° (da 80° N a 240° N), si hanno i seguenti valori:

Da	*A*	*Fetch geografico*	*Fetch efficace*
80°N	*120°N*	*≈ 240 Km*	*≈ 210 Km*
121°N	*160°N*	*≈ 200 Km*	*≈170 Km*
161°N	*240°N*	*>500 Km*	*>500 Km*

***Tabella 3**: settori di traversia e fetch*

  il settore 160-240°N ha ampiezze tali da permettere la formazione di mare completamente sviluppato, ed è interessato dalla presenza di forti mareggiate;

- Fondali: l'andamento dei fondali presenta le caratteristiche tipiche delle insenature, con isobate che, a costa, seguono l'andamento della linea di riva, mentre man mano che la profondità aumenta tendono ad allinearsi con le isobate presenti all'esterno del golfo; in prossimità di Capo S.Ampelio e Capo Nero il fondale presenta una ripidità più accentuata, mentre nella zona centrale si hanno ripidità minori. Il fondale si presenta quindi caratterizzato da un andamento piuttosto regolare, con dolci pendenze che variano da 0.03 (dalla battigia a circa 10 m di profondità) a 0.06 (fino a 30 m di profondità);

- Scopo delle opere a progetto: la realizzazione delle opere a progetto ha lo scopo di preservare le spiagge esistenti nelle aree ad est e ad ovest della zona e, soprattutto, di contribuire alla stabilità della nuova spiaggia creata in prossimità del muro della ferrovia al fine di tutelarne l'integrità nel tempo;

- Trasporto solido: in corrispondenza della sezione centrale, rappresentativa dell'area oggetto di intervento, la profondità di chiusura massima entro cui si verifica la maggior parte del trasporto di sedimenti è di circa 8.7 m.

- Onde estreme: dall'analisi dell'evoluzione delle onde da largo a riva, si osserva come le onde, principalmente per effetto della rifrazione, "ruotino" disponendosi col fronte d'onda

parallelo alla costa. Ciò fa si che, di fronte all'area oggetto di studio, indipendentemente dalla direzione al largo del moto ondoso, la direzione di provenienza del moto ondoso sia sempre prossima alla normale a costa; pertanto lo stato di mare più energetico e dannoso, in termini di direzione, per il tratto di costa considerato sia quello avente Hs uguale a 4.2 m e direzione di provenienza al largo pari a 210°N;

- Correnti: Indipendentemente dalla direzione di provenienza del moto ondoso, si ha la generazione di due correnti litoranee, una lungo la costa ovest e l'altra lungo la costa est del litorale compreso tra Capo Sant'Ampelio e Capo Nero, che per effetto della conformazione della costa e della batimetria locale danno luogo nell'area in cui si incontrano ad una corrente che fluisce, prevalentemente, verso sud. Nella configurazione di stato attuale, per tutte le mareggiate considerate, la corrente presenta nelle immediate vicinanze alla linea di riva elevate intensità e direzione prevalente verso ponente. Nella configurazione di progetto, a livello qualitativo, l'andamento delle correnti è simile a quello descritto per la configurazione di stato attuale, ma con intensità inferiori. In particolare l'avanzamento della linea di riva verso il largo e la realizzazione di un nuovo pennello, contemplati dalla configurazione di progetto, contribuiscono ad ostacolare la corrente longitudinale sottocosta e a ridurre la dimensione delle celle di circolazione presenti nello stato attuale. In sostanza lo spostamento della linea di riva verso il largo comporta una maggiore influenza a costa della corrente litoranea principale che fluisce, su di una profondità di 8 m circa, verso est con conseguente riduzione di intensità della corrente nelle immediate prossimità della linea di riva, che fluisce verso ovest. Tale fenomeno è tanto più evidente quanto più è intensa la corrente principale (mareggiata da 210°N)

- Evoluzione del fondale: l'evoluzione media annua dei fondali, calcolata sulla base delle percentuali di occorrenza delle calme e dei singoli stati di mare simulati, evidenzia la netta riduzione dei fenomeni erosivi nello stato di progetto, rispetto alla situazione attuale. In generale si assiste ad una sostanziale diminuzione dei sedimenti potenzialmente movimentati nella configurazione di progetto rispetto alla situazione attuale, dovuta prevalentemente alla riduzione di intensità delle correnti sottocosta e, principalmente, all'aumento di dimensione dei sedimenti utilizzati in fase di ripascimento

- Evoluzione del profilo trasversale: nell'analisi del profilo trasversale della spiaggia in corrispondenza della sez. M2, si osserva che, mentre nella situazione attuale, per effetto delle mareggiate annuali e decennali, il sedimento al piede delle barriere poste a protezione del muro di sostegno della linea ferroviaria, tendenzialmente viene movimentato verso il largo con conseguente criticità per il muro stesso, nella configurazione di progetto, la nuova

spiaggia si mostra meno vulnerabile al trasporto trasversale di sedimenti verso il largo indotto dal moto ondoso.

- Risalita dell'onda sulla spiaggia: nella configurazione di progetto si hanno netti miglioramenti per quanto riguarda la risalita dell'onda sulla spiaggia, rappresentata dai valori di set-up e run-up delle onde, e la distanza dal muro di sostegno, posto a protezione della ferrovia, raggiunta dall'onda. La nuova configurazione di spiaggia agisce infatti direttamente a protezione del muro di sostegno della linea ferroviaria, allontanando il moto ondoso dalle strutture poste a difesa del muro stesso. Ad esempio, la distanza dell'onda dal muro a protezione della linea ferroviaria, per le mareggiate con TR 1 anno, passa da 7 a 18 m.
- Conseguenze della realizzazione del progetto: diminuzione del materiale potenzialmente asportato verso il largo e quindi maggiore stabilità dei fondali antistanti le opere a progetto; aumento di set-up e run-up nella configurazione di progetto rispetto allo stato attuale dovuto alla nuova modellazione dei fondali per effetto del ripascimento; allontanamento del moto ondoso, malgrado il maggiore set-up e run-up, dalle opere di difesa della linea ferroviaria (i.e. muro) indotto dalle mareggiate annuali e decennali. In particolare per la mareggiata decennale, a fronte dell'attuale situazione che prevede il raggiungimento del muro a difesa della linea ferroviaria da parte del moto ondoso, con conseguente criticità per la stabilità del muro stesso, nella configurazione di progetto il moto ondoso arriva ad una distanza di circa 6 m dal muro, riducendone quindi le criticità legate al realizzarsi della mareggiata stessa.
- Sintesi e suggerimenti: alla luce delle analisi realizzate e dei risultati ottenuti, pur evidenziando le migliorie indotte dagli interventi a progetto e le cautele derivanti dalle caratteristiche proprie dei modelli, risultando evidente un'attività evolutiva del litorale si suggerisce la realizzazione di un attento piano di monitoraggio delle opere stesse di difesa della linea ferroviaria, atto ad evidenziare eventuali future criticità.

7. DESCRIZIONE DELLE OPERE A PROGETTO

7.1 Gli interventi a progetto

Sulla base dei criteri progettuali sopra esposti e dell'esito positivo delle verifiche eseguite in sito e mediante modellazione morfodinamica di dettaglio, sono state stabilite le opere a progetto, come segue (v. **disegno 005**):

- costruzione di un nuovo pennello in massi naturali (denominato P2), ubicato in prossimità del limite orientale del muro di difesa della linea ferroviaria; il pennello avrà lunghezza complessiva fuori acqua pari a circa 55 m e quota di progetto pari a +1.10 m s.l.m. (v. **disegno 008)**;
- rifiorimento dei pennelli esistenti mediante prolungamento degli stessi ed allargamento in testa; è previsto per entrambi i pennelli esistenti (denominati P0 e P1) il prolungamento della parte fuori acqua di circa 12 m, con allargamento in testa e realizzazione di una scarpata a mare di pendenza 1 su 2 (v. **disegno 008)**;
- ripascimento della spiaggia esistente e ricostruzione della spiaggia emersa e sommersa in fregio al muro di difesa della linea ferroviaria, da eseguirsi mediante pietrisco di cava selezionato di diametro 8÷50 mm; l'intervento interessa un tratto di litorale di estensione pari a circa 560 m e prevede il versamento di circa 26.000 mc di materiale ghiaioso, secondo diverse configurazioni delle sezioni di progetto individuate nei **disegni 006 e 007**;
- costruzione di scogliera aderente in fregio al muro di difesa della linea ferroviaria, fino alla quota di +3,35 m s.l.m; la scogliera si estenderà per l'intero tratto ove è stato costruito il nuovo muro, per una lunghezza pari a circa 150 m.

Verranno inoltre eseguiti interventi di sistemazione e rinverdimento della scarpata a tergo del muro di protezione della linea ferroviaria: essi consentiranno di migliorare le condizioni ambientali e visive della scarpata stessa e di mascherare parzialmente il fronte del muro a protezione della linea ferroviaria.

Le verifiche eseguite sulla configurazione di progetto hanno mostrato che la nuova spiaggia a progetto presenta migliori condizioni di equilibrio trasversale e longitudinale rispetto alle condizioni attuali; tali condizioni verranno comunque verificate mediante opportuni controlli in opera e post-operam, come previsto nell'allegato Piano di Monitoraggio (**documento R07**).

7.2 Aspetti paesaggistici

Gli aspetti paesaggistici sono analizzati in dettaglio nella specifica relazione (v. **documento R03**); l'intervento proposto si configura quale opera di riqualificazione e di miglioramento costiero ed ambientale e presenta numerosi aspetti positivi anche dal punto di vista paesaggistico: il ripascimento della spiaggia consente di ottenere una linea costiera più uniforme, che si inserisce positivamente nell'ambiente circostante, caratterizzato ad Ovest dalla presenza di un versante acclive roccioso e a levante dal porto di Ospedaletti, seguito da una spiaggia di nuova realizzazione.

I pennelli in massi avranno una quota prossima alla spiaggia circostante, al fine di inserirsi correttamente nell'assetto costiero complessivo e di non impedire il trasporto di materiali in occasione di mareggiate intense.

8. CONSIDERAZIONI RELATIVE AI MATERIALI DA UTILIZZARSI - DISPONIBILITÀ DEI MATERIALI

8.1 Quantitativi previsti, fonti di approvvigionamento

Le quantità necessarie per l'esecuzione delle suddette opere sono pari a circa 12.000 t di massi e 45.000 t di sabbia e ghiaia per ripascimento.

Una parte dei massi per la costruzione e il rifiorimento dei pennelli può essere reperita dai massi residuati dall'intervento di protezione già eseguito da RFI.

Il materiale per il ripascimento della spiaggia può essere reperito nelle cave presenti nell'area dell'imperiese o, previ accordi con le amministrazioni comunali e gli altri enti competenti (Provincia di Imperia, Regione Liguria), in aree di sovralluvionamento dei principali corsi d'acqua dell'area (in primis fiume Roja); in questo ultimo caso verrà predisposto nell'ambito della progettazione esecutiva specifico progetto di prelievo, contenente tutti gli elementi previsti dalla specifica normativa vigente.

8.2 Criteri per l'approvvigionamento da cava

Come emerge dalla documentazione riportata, la scelta dei materiali idonei per i lavori previsti è attuabile in un range piuttosto ampio di tipologie litologiche, con i seguenti criteri principali (che verranno dettagliatamente definiti nel capitolato speciale di appalto):

- i materiali debbono appartenere alle litologie dell'unità fisiografica; tra queste sono preferite quelle a più elevato peso specifico, di colore mediamente scuro;

- sono idonee varie facies arenacee e calcaree, mentre sono da escludere tutte le rocce produttrici di limi e silt (es. le ardesie) e sono solo marginalmente tollerabili - previo specifico preventivo accertamento da parte della D.L. - materiali produttori di clasti coincidenti con fenocristalli di specie mineralogiche singole e sempre escluse se con caratteristiche lamellari, luccicanti o aciculari (es. facies particolari di gabbri);

- sono ammesse le ghiaie provenienti da escavazione di zone di sovralluvionamento fluviale, purché provenienti dai depositi dei corsi d'acqua dell'Unità fisiografica o aree adiacenti, non contengano quantitativi di pelite maggiori del 5%, non contengano assolutamente materiali fini e finissimi, segnatamente "terre" comunque colonizzate (es. isole e depositi marginali di alveo o di golena vegetati), non contengano materiali ardesiaci o di origine argillitica o argilloscistosa;

- qualora le cave o giacimenti di provenienza dei materiali contengano litotipi classificabili come "pietre verdi" (serpentiniti, prasiniti, eclogiti, anfiboliti, scisti actinolitici, scisti cloritici talcosi e serpentinosi, oficalciti), ci si dovrà attenere ai criteri relativi al loro utilizzo in funzione del loro contenuto di amianto, come previsto nell'allegato 4 del DM 14.05.1996 "Classificazione ed utilizzo delle pietre verdi in relazione al loro contenuto di amianto".

- qualora i siti di prelievo dei materiali rientrino nelle aree a potenziale rischio amianto di cui alla Delibera Consiglio Regionale Liguria 20 dicembre 1996, n. 105 "Piano di protezione dell'ambiente, di decontaminazione, di smaltimento e di bonifica ai fini della difesa dai pericoli derivanti dall'amianto di cui all'articolo 10 della legge 27 marzo 1992, n. 257", sarà obbligo dell'appaltatore effettuare tutti i controlli e rispettare tutte le prescrizioni individuate nella suddetta delibera, ivi compresa l'eventuale notifica all'organo di vigilanza ex art. 25 D. Lgs. 277/91.

9. DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE

9.1 Pennelli trasversali

Cautelativamente per il dimensionamento dei pennelli si considera, un'altezza d'onda pari all'altezza d'onda frangente sulla profondità di 4 m; detta altezza d'onda calcolata con l'usuale formula dell'onda solitaria di Munk e arrotondata per eccesso risulta pari a H = 3,20 m.

La verifica di stabilità della mantellata di scogliera, con l'onda di calcolo di cui sopra, viene effettuata con la formula proposta da Hudson:

$$W = \frac{\gamma \cdot H^3}{K_D \cdot (\gamma/\gamma_w - 1)^3 \cdot \cot\alpha}$$

dove:

- H= altezza d'onda di calcolo;

Come definito in precedenza si assume l'onda di calcolo frangente alla profondità al piede del pennello ossia onda con H= 3,20 m frangente sull'opera

- γ = Peso specifico dei massi costituenti la mantellata

Si assume il valore γ= 2,60 t/m^3 ritenuto appropriato per il tipo di materiale ricavabile dalle cave della zona

- γ_W = Peso specifico dell'acqua di mare

  Si assume il valore di 1,023 t/m^3 statisticamente più probabile per il Golfo Ligure

- K_D = Coefficiente adimensionale di stabilità che dipende dalla forma, scabrezza, porosità e grado di concatenamento dei massi , dalle condizioni di frangimento o non frangimento dell'onda, dalla posizione della sezione dell'opera (sezione corrente o testata)

  Detto coefficiente è tabellato nello Shore Protection Manual e in tutte le pubblicazioni di settore; per onda frangente e mantellata con doppio strato di scogli non arrotondati risulta:

- K_D = 2 per la sezione corrente della struttura
- K_D = 1,6 per la testata

- α = Angolo che la scarpata forma con l'orizzontale (cotg α= scarpa della mantellata)

  La pendenza della mantellata è 1 su 2 quindi risulta cotg $\alpha = 2$

- W= Peso dei singoli massi costituenti la mantellata.

Si riportano di seguito le tabelle di calcolo relative sia alla sezione corrente sia al tronco dei pennelli:

SEZIONE CORRENTE DEL PENNELLO

dati			
ρ 0 =	1023	kg/mc	densità acqua di mare
ρ =	**2600**	kg/mc	densità scogli
Δ =	1,542		
cotg (α) =	**2**		pendenza mantellata (1 su …)
tg (α) =	0,5		
h =	**4,00**	m	profondità al piede
Hs =	**3,20**	m	H onda significativa
K D =	**2,00**		coeff. di stabilità KD
			(onda frangente su sezione corrente)
FORMULA DI HUDSON			
H/Hs =	**1**		rapporto onda di progetto / onda significativa
H d =	3,2	m	ONDA DI PROGETTO
W =	**5,81**	**t**	**peso unitario masso di progetto**
Dn =	**1,31**	m	diametro masso equivalente di progetto
Ns=	1,59		

TESTATA DEL PENNELLO

dati			
ρ 0 =	1023	kg/mc	densità acqua di mare
ρ =	**2600**	kg/mc	densità scogli
Δ =	1,542		
cotg (α) =	**2**		pendenza mantellata (1 su …)
tg (α) =	0,5		
h =	**4,00**	m	profondità al piede
Hs =	**3,20**	m	H onda significativa
K D =	**1,60**		coeff. di stabilità KD
			(onda frangente su testata)
FORMULA DI HUDSON			
H/Hs =	**1**		rapporto onda di progetto / onda significativa
H d =	3,2	m	ONDA DI PROGETTO
W =	**7,27**	**t**	**peso unitario masso di progetto**
Dn =	**1,41**	m	diametro masso equivalente di progetto
Ns=	1,47		

Si ottiene, pertanto che il peso nominale dei singoli massi ricavato dalle formule sperimentale di Hudson è pari a 5,81 t per il tronco dei pennelli e 7,27 t per le zone di testata.

Nella pratica, in modo da garantire l'omogeneità della scogliera, è usuale ammettere l'utilizzo di massi di pezzatura compresa tra 0,75 e 1,25 volte il peso nominale ricavato dalle formule sperimentali; si prevede, pertanto l'utilizzo di scogli con peso da 4 t a 10 t circa avendo cura di posizionare gli scogli di maggiori dimensioni nella parte del pennello più sollecitata, ossia sulla testata.

10. ASPETTI PAESAGGISTICI ED AMBIENTALI

Le caratteristiche paesaggistiche ed ambientali sono analizzate in dettaglio nelle relazioni R02 e R03.

Si ritiene che le opere non generino alcun tipo di impatto significativo, in quanto riprendono tipologie già esistenti in loco, quali il litorale in sabbia e ghiaia e i pennelli in massi naturali, nel complesso di un intervento di generale riqualificazione della costa: nell'ambito delle operazioni sui pennelli, verrà posta ogni cura per uniformare le caratteristiche cromatiche degli stessi.

Gli interventi a progetto, limitati ad una fascia che si estende non oltre 45 m dalla battigia attuale e sempre al di sopra della batimetrica -3 m , non interferiscono con gli habitat marini esistenti, in quanto i prati di *posidonia oceanica* e di *cymodocea nodosa* sono ubicati ben oltre la profondità di chiusura della spiaggia.



AF = popolamenti algali fotofili infralitorali di substrato duro
CYM = prato di cymodocea nodosa
POS = prateria di posidonia oceanica
S = sabbie litorali
F = fanghi costieri

***Figura 8**: stralcio Atlante degli habitat marini della Liguria (G. Diviacco, S. Coppo) - Regione Liguria*

11. ATTUAZIONE DEGLI INTERVENTI, STIMA DEI COSTI, TEMPI DI REALIZZAZIONE

E' riportato in allegato al presente progetto il computo metrico estimativo ed il quadro economico riepilogativo.

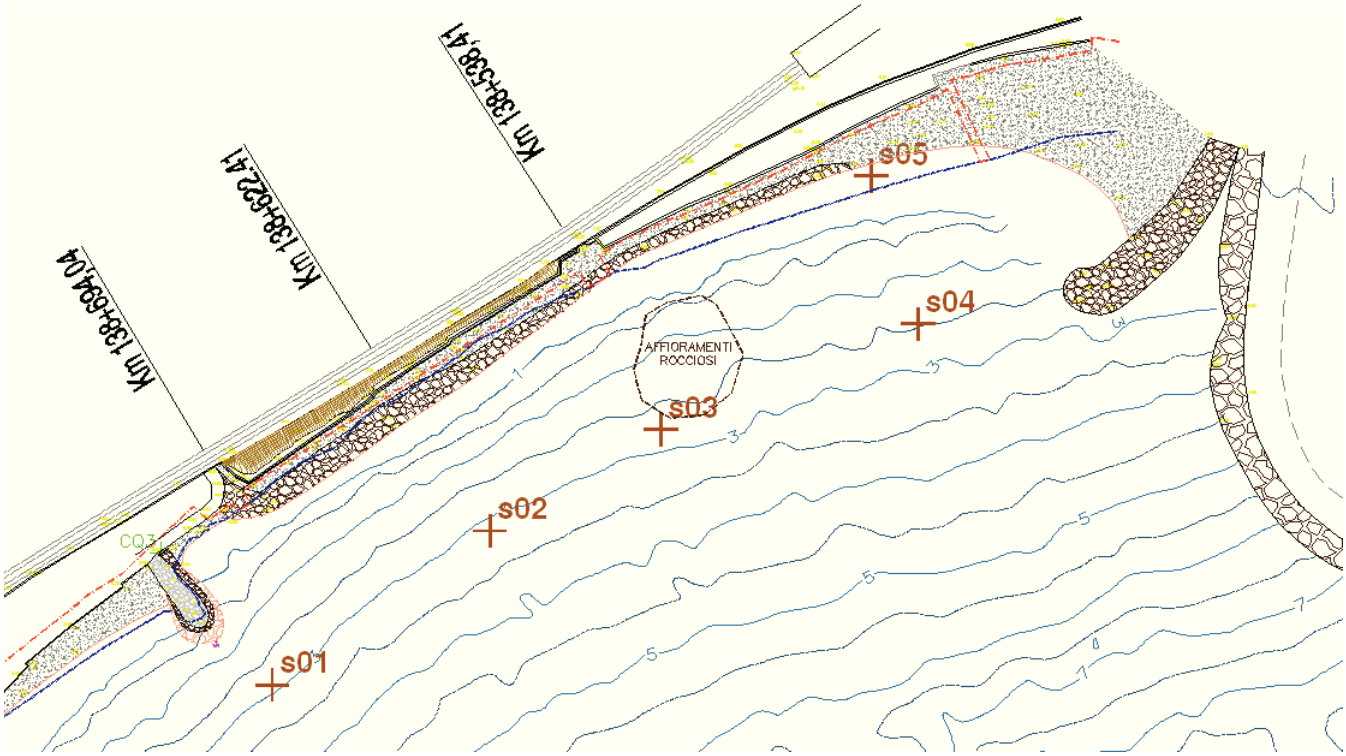
Il costo totale della perizia, comprensivo di IVA, spese tecniche ed imprevisti ammonta a 1.675.000,00 Euro, di cui circa 1.131.000 € per lavori e 544.000 € per Somme a disposizione dell'Amministrazione.

Per quanto riguarda l'esecuzione delle opere, si prevedono i seguenti tempi di svolgimento delle varie attività :

- progettazione definitiva ed autorizzazioni mesi 3
- progettazione esecutiva: mesi 2
- affidamento lavori: mesi 2
- esecuzione: mesi 6
- collaudi: mesi 2.

ALLEGATO 1

INDAGINI GRANULOMETRICHE SU CAMPIONI DI SPIAGGIA SOMMERSA ED EMERSA



G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

Cert. N°. 11-060-01
Data 08/07/2011

Cliente :	Studio ELB Ingegneri Associati
Località :	Comune di Bordighera (IM)
Identificazione Campione :	C1
Profondità (m) :	-
Tipo del Campione :	Rimaneggiato
Descrizione del Materiale :	Ciottoli medio fini con ghiaia

Data Ricevimento :	5 luglio 2011
Data Esecuzione Prova :	6 luglio 2011

Denominazione Prova :	Riferimenti Normativi :	Allegato
ANALISI GRANULOMETRICA SERIE WENTWORTH	**A.S.T.M. 422-63, PROTOCOLLO ARPAL CRITERI RIPASCIMENTO, L.R. 13-1999**	**x**
CONTENUTO NATURALE IN ACQUA	**A.S.T.M. D 2216-98**	
PESO SPECIFICO ASSOLUTO	**A.S.T.M. D 854-00**	

Note :

Direttore Tecnico :  Dott. Geol. Paolo Brasey

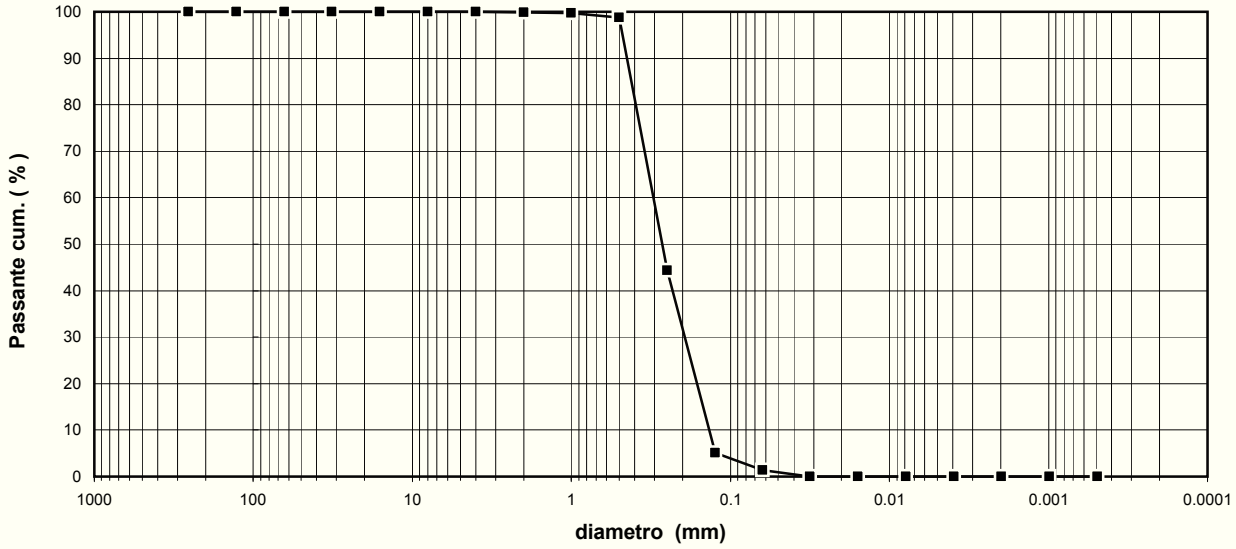
Operatore :  Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

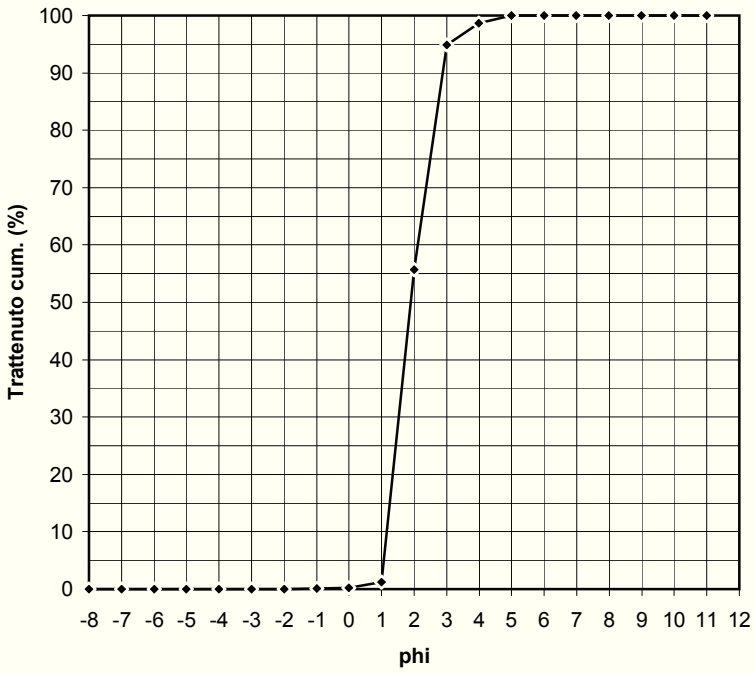
Cert. N°. 11-060-01
Data 08/07/2011

Cliente :	Studio ELB Ingegneri Associati
Località :	Comune di Bordighera (IM)
Identificazione Campione :	C1
Profondità (m) :	-

Curva cumulativa - Scala Wentworth



Curva cumulativa - scala in phi



Parametri Granulometrici

% ciottoli	% ghiaia	% sabbia	% pelite
0.00	0.07	99.93	1.38

Tabella diametri setacci - passanti in %

Diametro setacci (mm)	Passanti cumulativi %
32	100.00
16	100.00
8	100.00
4	100.00
2	99.93
1	99.76
0.5	98.76
0.25	44.34
0.125	5.14
0.063	1.38
0.032	N.D.
0.016	N.D.
0.008	N.D.
0.004	N.D.
0.002	N.D.
0.001	N.D.
0.0005	N.D.

Direttore Tecnico : PBY

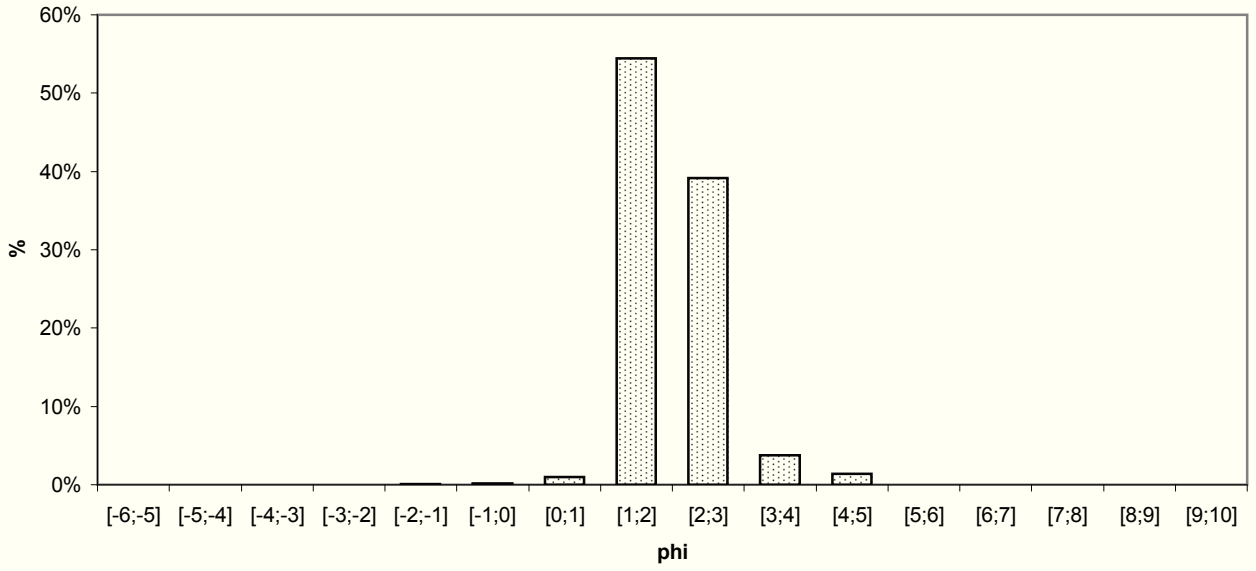
Operatore : GO

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

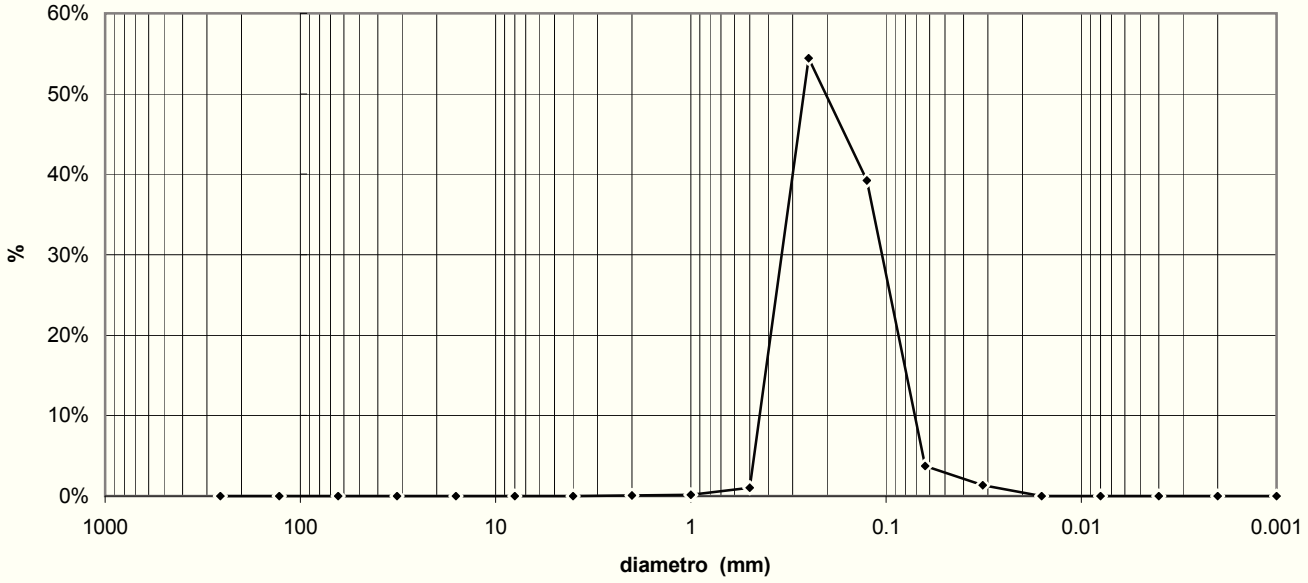
Cert. N°. 11-060-01
Data 08/07/2011

Cliente :	Studio ELB Ingegneri Associati
Località :	Comune di Bordighera (IM)
Identificazione Campione :	C1
Profondità (m) :	-

Trattenuto



Curva di frequenza



Parametri granulometrici

DIAMETRO MEDIO (di Folk & Ward) in phi:	1.90
DIAM. MEDIO (di Folk & Ward) in mm:	0.27
CLASSAZIONE (di Folk & Ward):	0.66
DISPERSIONE (di Folk & Ward):	0.72
SKEWNESS (di Folk & Ward) :	0.14

Parametri organolettici

Colore:	grigio
Odore:	inodore
Concrezioni:	assenti
Conchiglie:	assenti

Direttore Tecnico : PBY

Operatore : GO

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

Cert. N°. 11-060-02
Data 08/07/2011

Cliente :	Studio ELB Ingegneri Associati
Località :	Comune di Bordighera (IM)
Identificazione Campione :	C2
Profondità (m) :	-
Tipo del Campione :	Rimaneggiato
Descrizione del Materiale :	Ciottoli medio fini con ghiaia

Data Ricevimento :	5 luglio 2011
Data Esecuzione Prova :	6 luglio 2011

Denominazione Prova :	Riferimenti Normativi :	Allegato
ANALISI GRANULOMETRICA SERIE WENTWORTH	**A.S.T.M. 422-63, PROTOCOLLO ARPAL CRITERI RIPASCIMENTO, L.R. 13-1999**	**x**
CONTENUTO NATURALE IN ACQUA	**A.S.T.M. D 2216-98**	
PESO SPECIFICO ASSOLUTO	**A.S.T.M. D 854-00**	

Note :

Direttore Tecnico :  Dott. Geol. Paolo Brasey

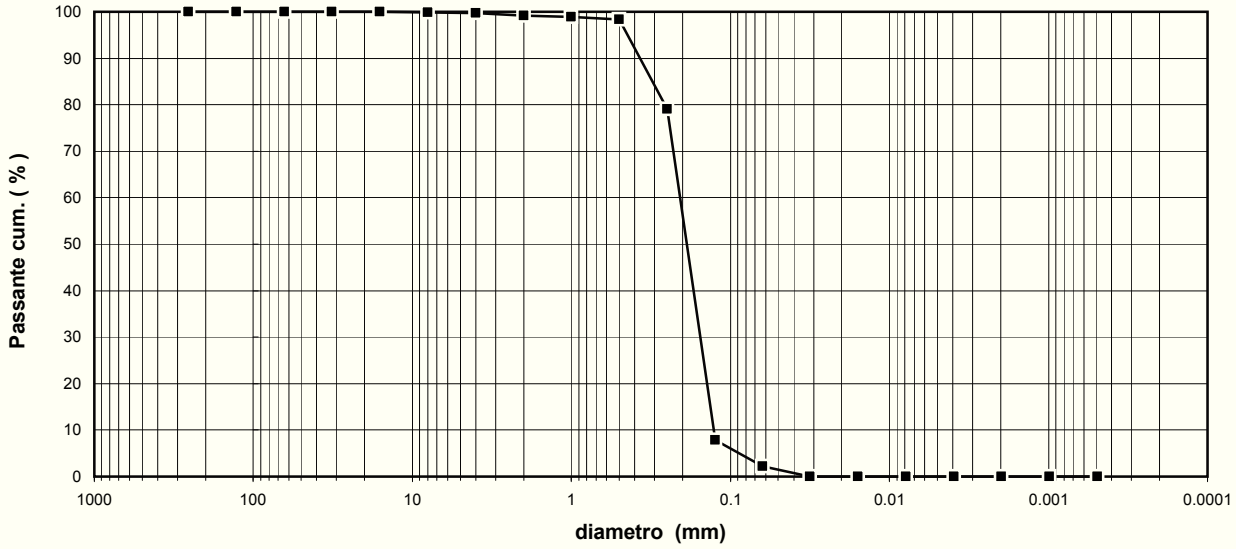
Operatore :  Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

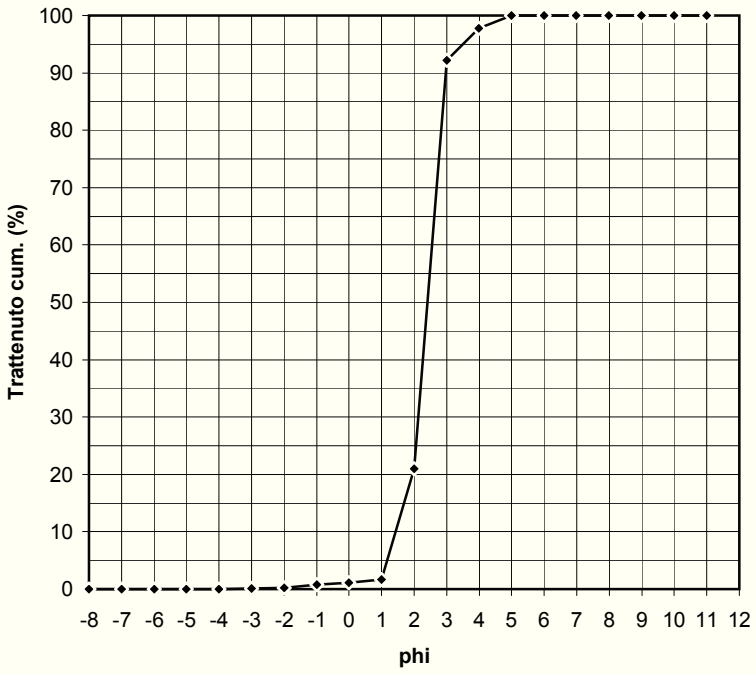
Cert. N°. 11-060-02
Data 08/07/2011

Cliente :	Studio ELB Ingegneri Associati
Località :	Comune di Bordighera (IM)
Identificazione Campione :	C2
Profondità (m) :	-

Curva cumulativa - Scala Wentworth



Curva cumulativa - scala in phi



Parametri Granulometrici

% ciottoli	% ghiaia	% sabbia	% pelite
0.13	0.69	99.18	2.22

Tabella diametri setacci - passanti in %

Diametro setacci (mm)	Passanti cumulativi %
32	100.00
16	100.00
8	99.87
4	99.73
2	99.18
1	98.90
0.5	98.33
0.25	79.03
0.125	7.84
0.063	2.22
0.032	N.D.
0.016	N.D.
0.008	N.D.
0.004	N.D.
0.002	N.D.
0.001	N.D.
0.0005	N.D.

Direttore Tecnico : PBY

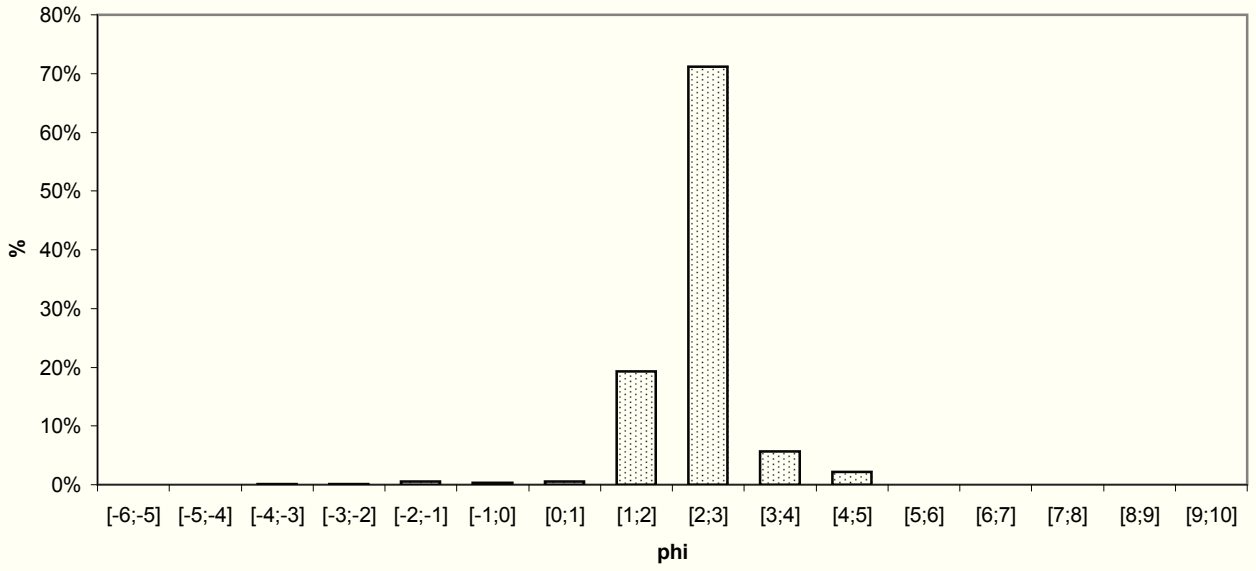
Operatore : GO

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

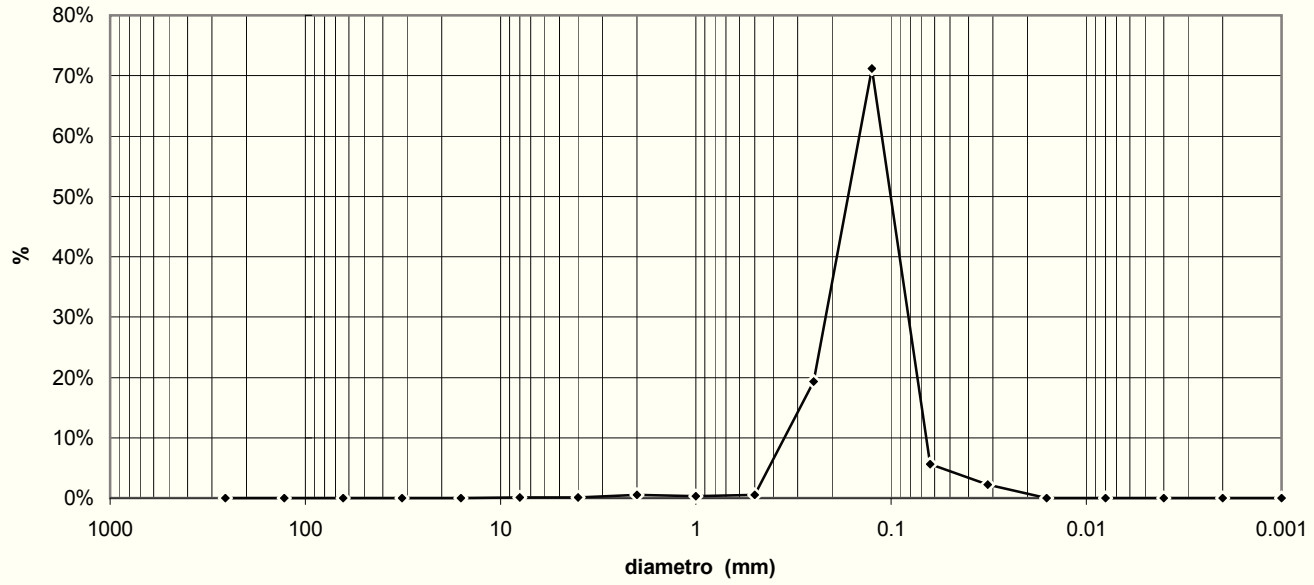
Cert. N°. 11-060-02
Data 08/07/2011

Cliente :	Studio ELB Ingegneri Associati
Località :	Comune di Bordighera (IM)
Identificazione Campione :	C2
Profondità (m) :	-

Trattenuto



Curva di frequenza



Parametri granulometrici

DIAMETRO MEDIO (di Folk & Ward) in phi:	2.28
DIAM. MEDIO (di Folk & Ward) in mm:	0.19
CLASSAZIONE (di Folk & Ward):	0.64
DISPERSIONE (di Folk & Ward):	0.59
SKEWNESS (di Folk & Ward) :	-0.09

Parametri organolettici

Colore:	grigio
Odore:	inodore
Concrezioni:	assenti
Conchiglie:	assenti

Direttore Tecnico : PBY

Operatore : GO

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

Cert. N°. 11-060-03
Data 08/07/2011

Cliente :	Studio ELB Ingegneri Associati
Località :	Comune di Bordighera (IM)
Identificazione Campione :	C3
Profondità (m) :	-
Tipo del Campione :	Rimaneggiato
Descrizione del Materiale :	Ciottoli medio fini con ghiaia

Data Ricevimento :	5 luglio 2011
Data Esecuzione Prova :	6 luglio 2011

Denominazione Prova :	Riferimenti Normativi :	Allegato
ANALISI GRANULOMETRICA SERIE WENTWORTH	**A.S.T.M. 422-63, PROTOCOLLO ARPAL CRITERI RIPASCIMENTO, L.R. 13-1999**	**x**
CONTENUTO NATURALE IN ACQUA	**A.S.T.M. D 2216-98**	
PESO SPECIFICO ASSOLUTO	**A.S.T.M. D 854-00**	

Note :

Direttore Tecnico :  Dott. Geol. Paolo Brasey

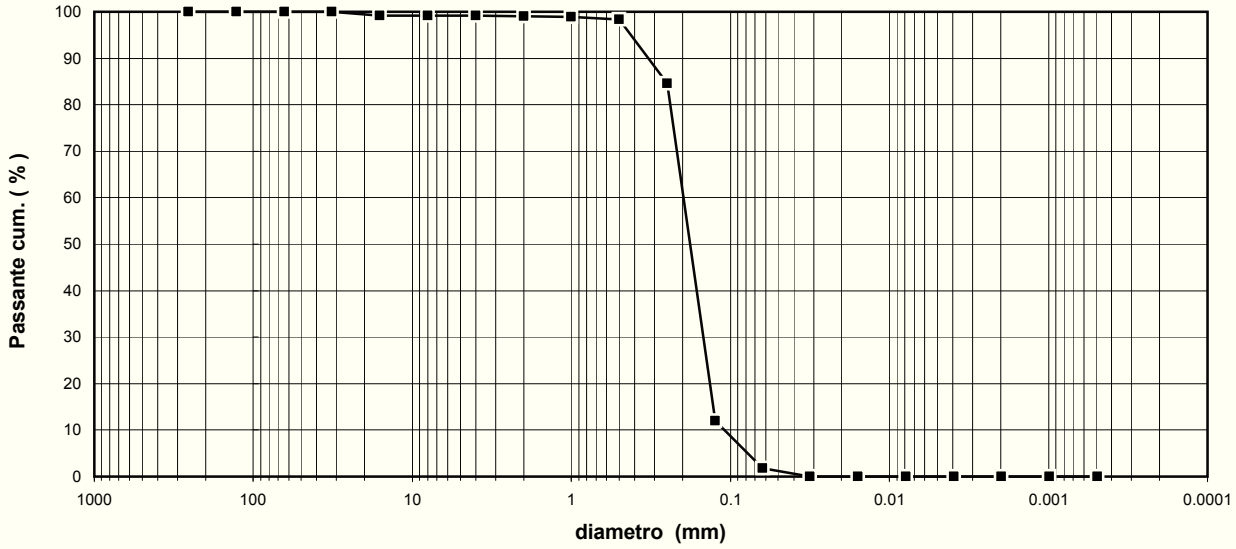
Operatore :  Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

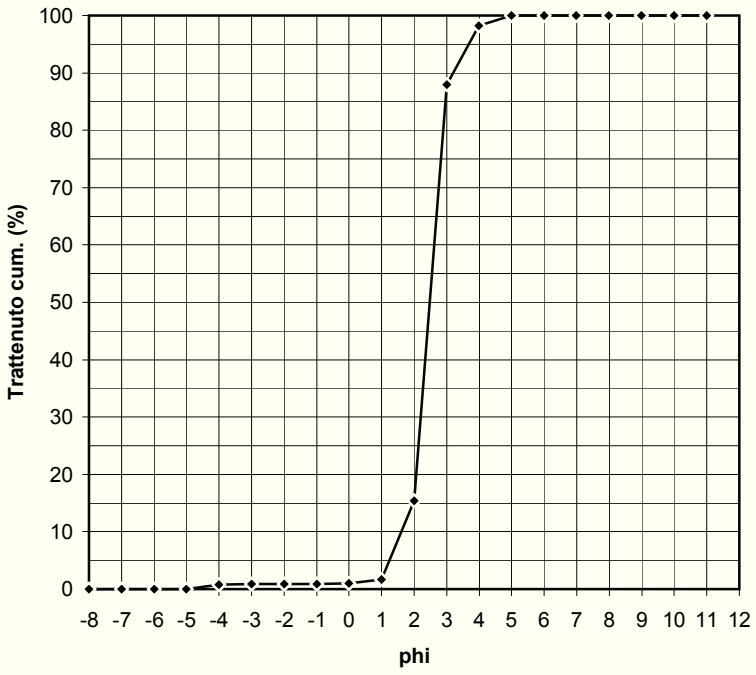
Cert. N°. 11-060-03
Data 08/07/2011

Cliente :	Studio ELB Ingegneri Associati
Località :	Comune di Bordighera (IM)
Identificazione Campione :	C3
Profondità (m) :	-

Curva cumulativa - Scala Wentworth



Curva cumulativa - scala in phi



Parametri Granulometrici

% ciottoli	% ghiaia	% sabbia	% pelite
0.85	0.06	99.09	1.73

Tabella diametri setacci - passanti in %

Diametro setacci (mm)	Passanti cumulativi %
32	100.00
16	99.19
8	99.15
4	99.13
2	99.09
1	98.96
0.5	98.33
0.25	84.64
0.125	12.01
0.063	1.73
0.032	N.D.
0.016	N.D.
0.008	N.D.
0.004	N.D.
0.002	N.D.
0.001	N.D.
0.0005	N.D.

Direttore Tecnico : PBY

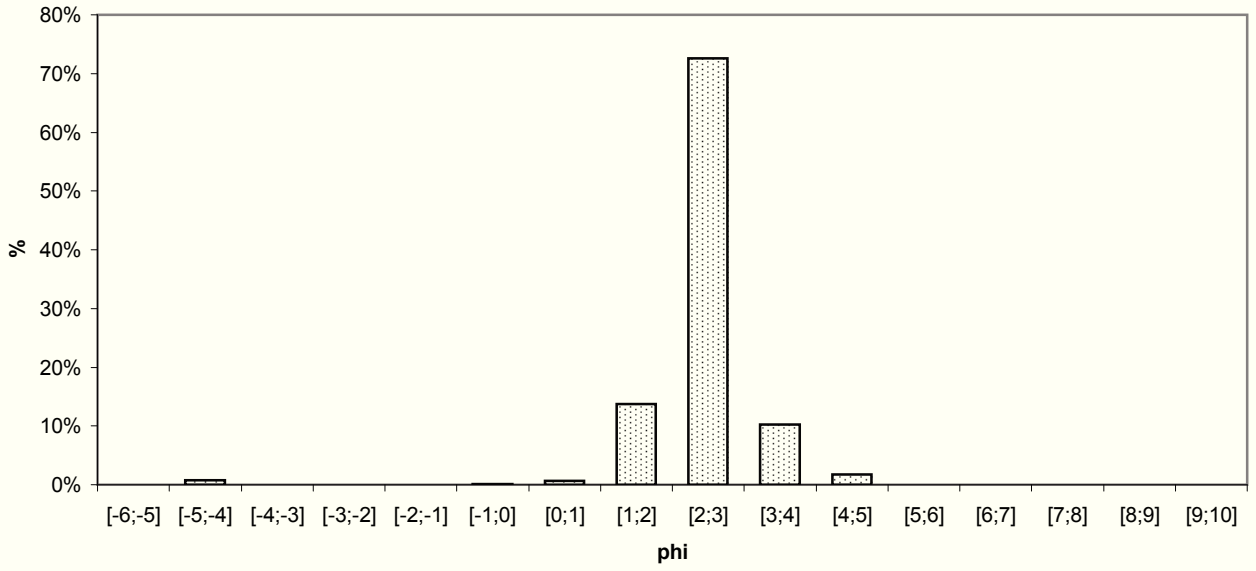
Operatore : GO

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

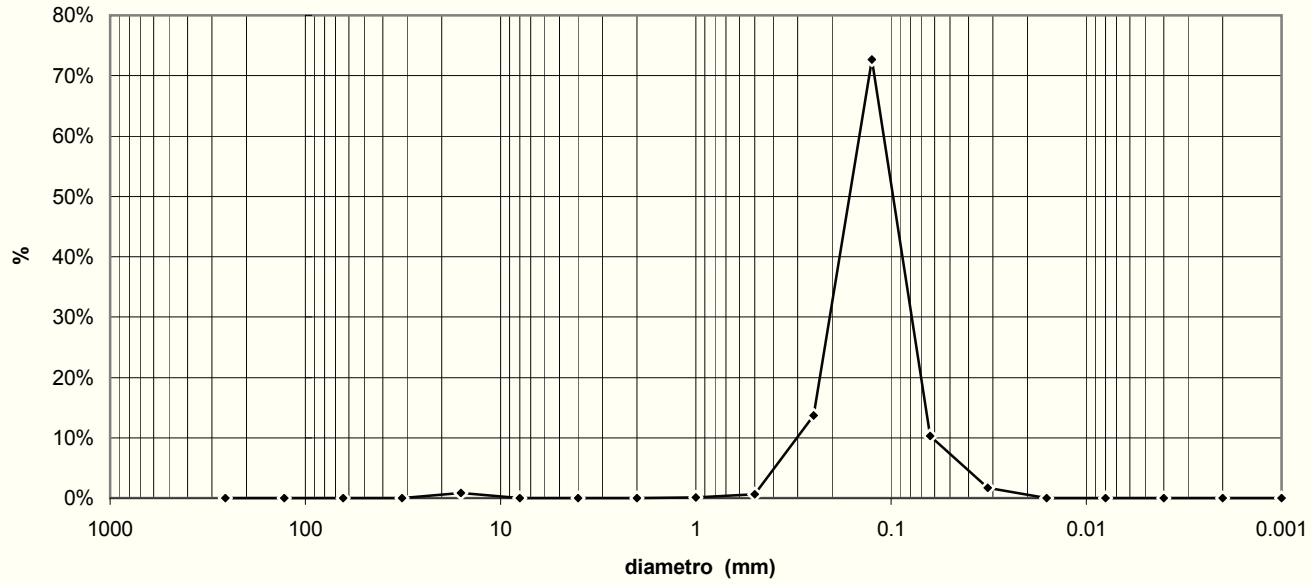
Cert. N°. 11-060-03
Data 08/07/2011

Cliente :	Studio ELB Ingegneri Associati
Località :	Comune di Bordighera (IM)
Identificazione Campione :	C3
Profondità (m) :	-

Trattenuto



Curva di frequenza



Parametri granulometrici

DIAMETRO MEDIO (di Folk & Ward) in phi:	2.44
DIAM. MEDIO (di Folk & Ward) in mm:	0.18
CLASSAZIONE (di Folk & Ward):	0.59
DISPERSIONE (di Folk & Ward):	0.46
SKEWNESS (di Folk & Ward) :	0.08

Parametri organolettici

Colore:	grigio
Odore:	inodore
Concrezioni:	assenti
Conchiglie:	assenti

Direttore Tecnico : PBY

Operatore : GO

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

Cert. N°. 11-060-04
Data 08/07/2011

Cliente :	Studio ELB Ingegneri Associati
Località :	Comune di Bordighera (IM)
Identificazione Campione :	C4
Profondità (m) :	-
Tipo del Campione :	Rimaneggiato
Descrizione del Materiale :	Ciottoli medio fini con ghiaia

Data Ricevimento :	5 luglio 2011
Data Esecuzione Prova :	6 luglio 2011

Denominazione Prova :	Riferimenti Normativi :	Allegato
ANALISI GRANULOMETRICA SERIE WENTWORTH	**A.S.T.M. 422-63, PROTOCOLLO ARPAL CRITERI RIPASCIMENTO, L.R. 13-1999**	**x**
CONTENUTO NATURALE IN ACQUA	**A.S.T.M. D 2216-98**	
PESO SPECIFICO ASSOLUTO	**A.S.T.M. D 854-00**	

Note :

Direttore Tecnico :  Dott. Geol. Paolo Brasey

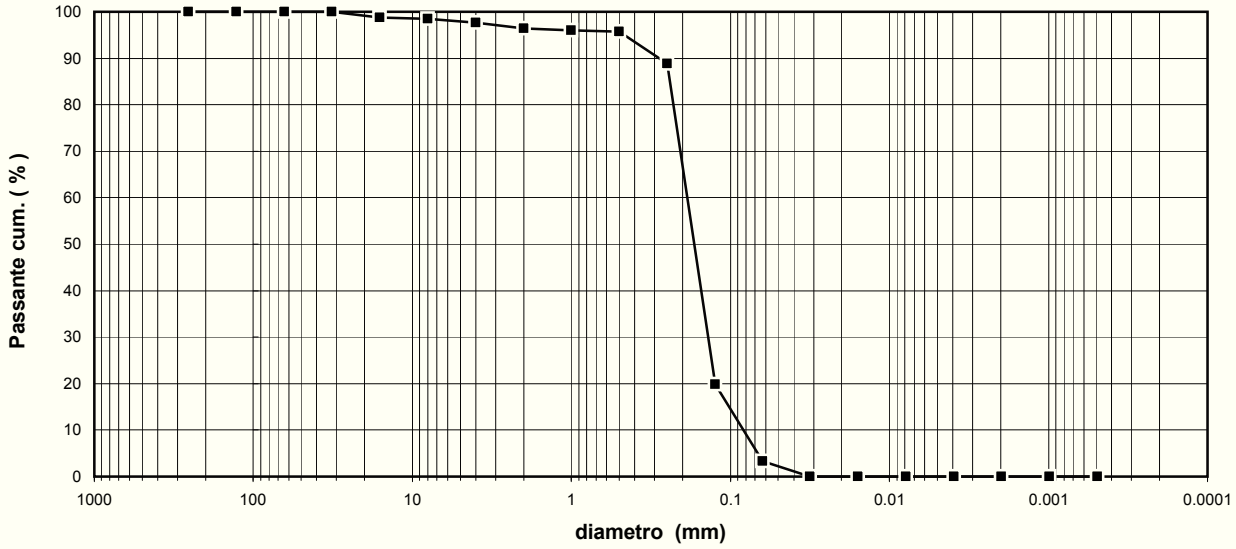
Operatore :  Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

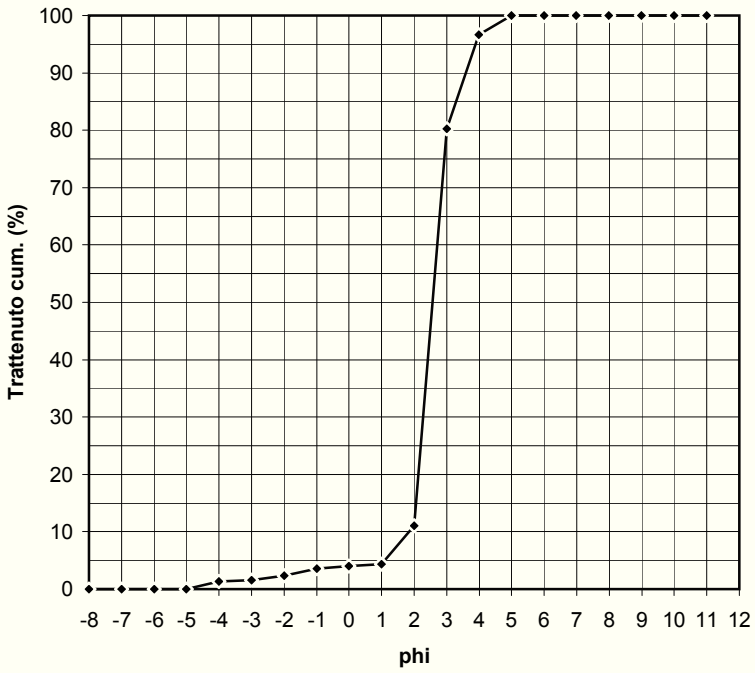
Cert. N°. 11-060-04
Data 08/07/2011

Cliente :	Studio ELB Ingegneri Associati
Località :	Comune di Bordighera (IM)
Identificazione Campione :	C4
Profondità (m) :	-

Curva cumulativa - Scala Wentworth



Curva cumulativa - scala in phi



Parametri Granulometrici

% ciottoli	% ghiaia	% sabbia	% pelite
1.51	2.07	96.42	3.35

Tabella diametri setacci - passanti in %

Diametro setacci (mm)	Passanti cumulativi %
32	100.00
16	98.70
8	98.49
4	97.64
2	96.42
1	95.97
0.5	95.67
0.25	88.91
0.125	19.78
0.063	3.35
0.032	N.D.
0.016	N.D.
0.008	N.D.
0.004	N.D.
0.002	N.D.
0.001	N.D.
0.0005	N.D.

Direttore Tecnico : PBY

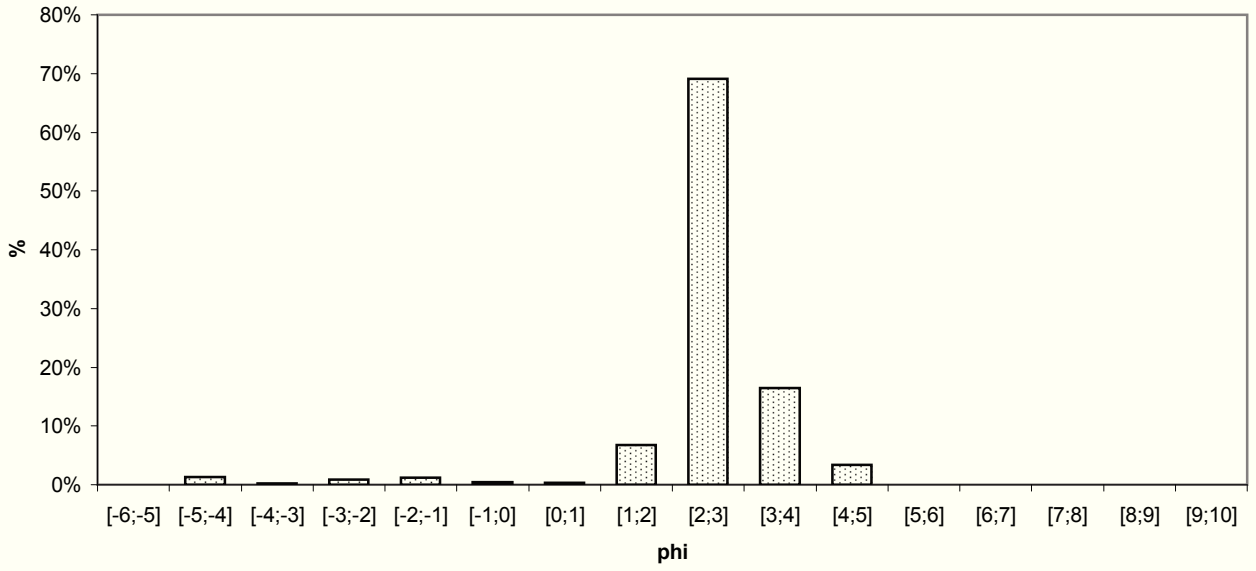
Operatore : GO

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

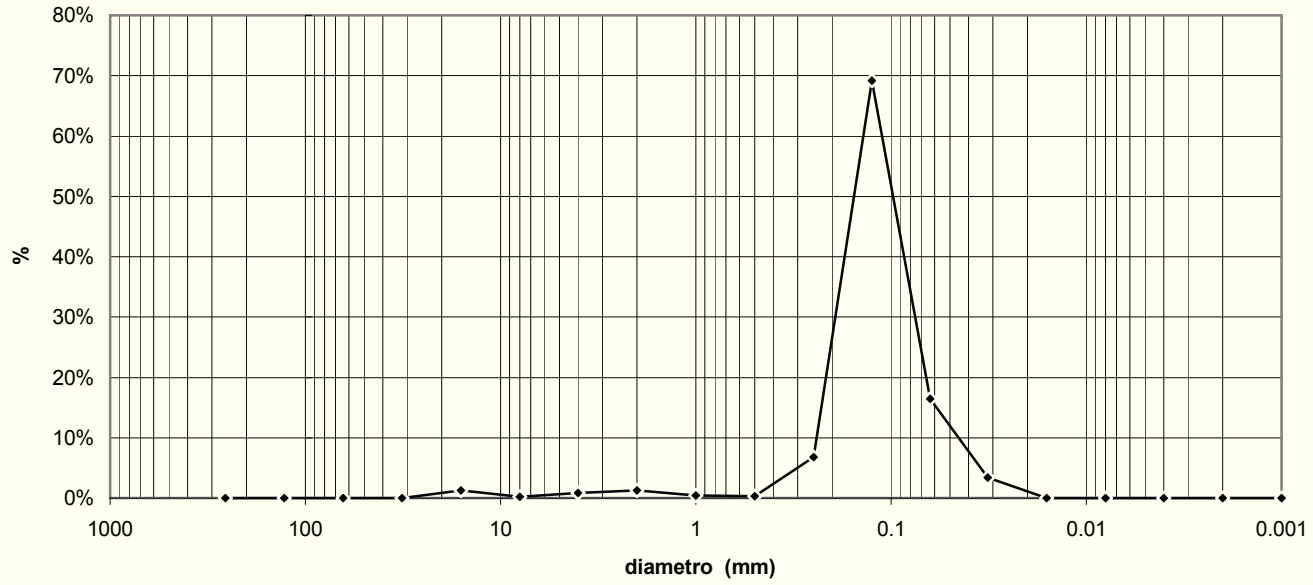
Cert. N°. 11-060-04
Data 08/07/2011

Cliente :	Studio ELB Ingegneri Associati
Località :	Comune di Bordighera (IM)
Identificazione Campione :	C4
Profondità (m) :	-

Trattenuto



Curva di frequenza



Parametri granulometrici

DIAMETRO MEDIO (di Folk & Ward) in phi:	2.57
DIAM. MEDIO (di Folk & Ward) in mm:	0.17
CLASSAZIONE (di Folk & Ward):	0.70
DISPERSIONE (di Folk & Ward):	0.56
SKEWNESS (di Folk & Ward) :	0.12

Parametri organolettici

Colore:	grigio
Odore:	inodore
Concrezioni:	assenti
Conchiglie:	assenti

Direttore Tecnico : PBY

Operatore : GO

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

Cert. N°. 11-060-05
Data 08/07/2011

Cliente :	Studio ELB Ingegneri Associati
Località :	Comune di Bordighera (IM)
Identificazione Campione :	C5
Profondità (m) :	-
Tipo del Campione :	Rimaneggiato
Descrizione del Materiale :	Ciottoli medio fini con ghiaia

Data Ricevimento :	5 luglio 2011
Data Esecuzione Prova :	6 luglio 2011

Denominazione Prova :	Riferimenti Normativi :	Allegato
ANALISI GRANULOMETRICA SERIE WENTWORTH	**A.S.T.M. 422-63, PROTOCOLLO ARPAL CRITERI RIPASCIMENTO, L.R. 13-1999**	**x**
CONTENUTO NATURALE IN ACQUA	**A.S.T.M. D 2216-98**	
PESO SPECIFICO ASSOLUTO	**A.S.T.M. D 854-00**	

Note :

Direttore Tecnico :  Dott. Geol. Paolo Brasey

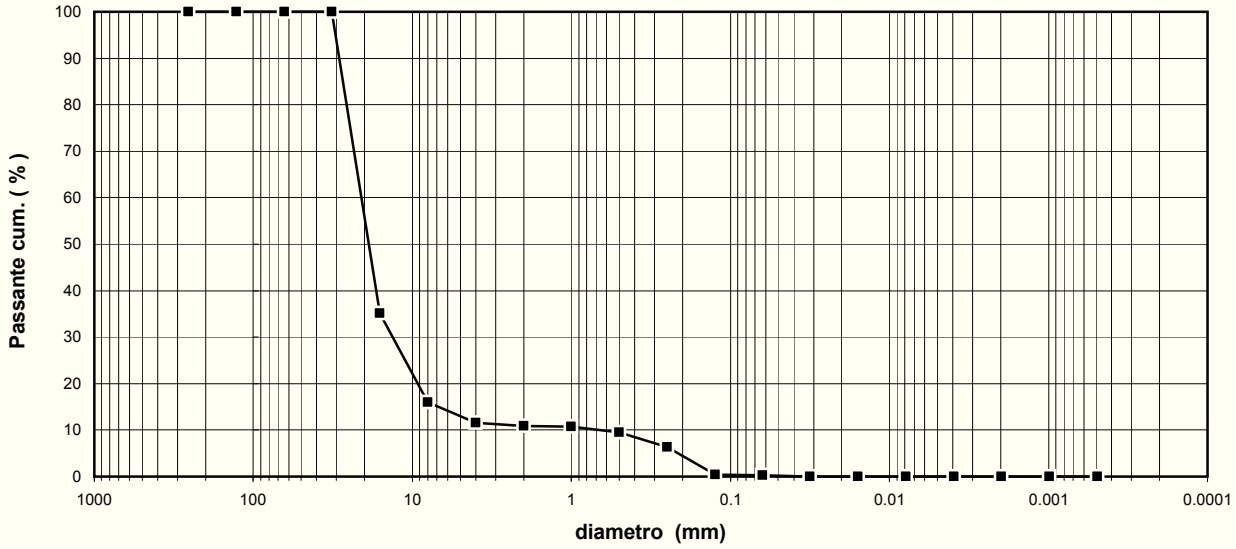
Operatore :  Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

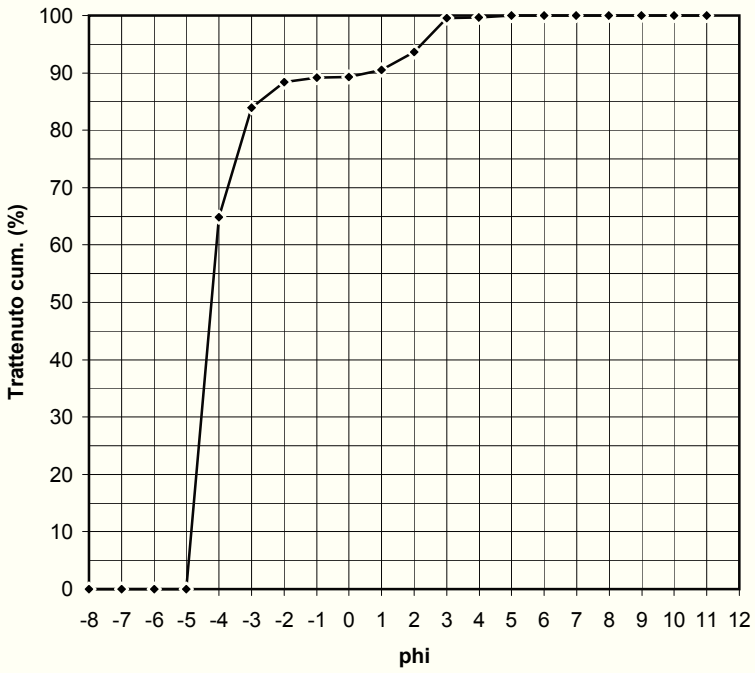
Cert. N°. 11-060-05
Data 08/07/2011

Cliente :	Studio ELB Ingegneri Associati
Località :	Comune di Bordighera (IM)
Identificazione Campione :	C5
Profondità (m) :	-

Curva cumulativa - Scala Wentworth



Curva cumulativa - scala in phi



Parametri Granulometrici

% ciottoli	% ghiaia	% sabbia	% pelite
83.97	5.17	10.86	0.31

Tabella diametri setacci - passanti in %

Diametro setacci (mm)	Passanti cumulativi %
32	100.00
16	35.16
8	16.03
4	11.60
2	10.86
1	10.74
0.5	9.51
0.25	6.31
0.125	0.46
0.063	0.31
0.032	N.D.
0.016	N.D.
0.008	N.D.
0.004	N.D.
0.002	N.D.
0.001	N.D.
0.0005	N.D.

Direttore Tecnico : PBY

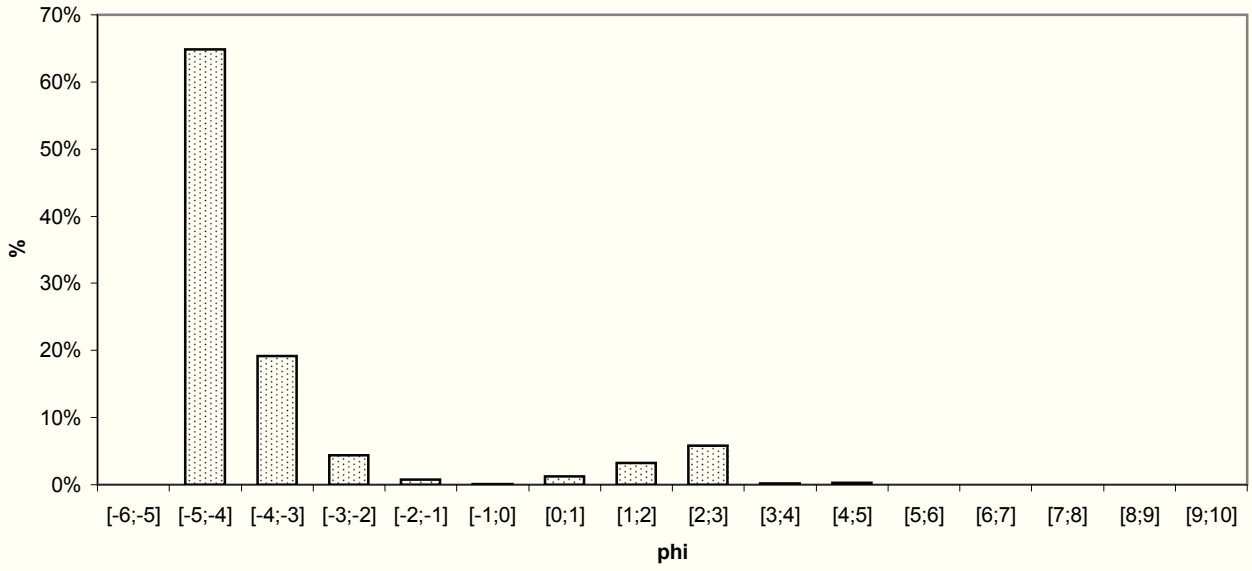
Operatore : GO

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

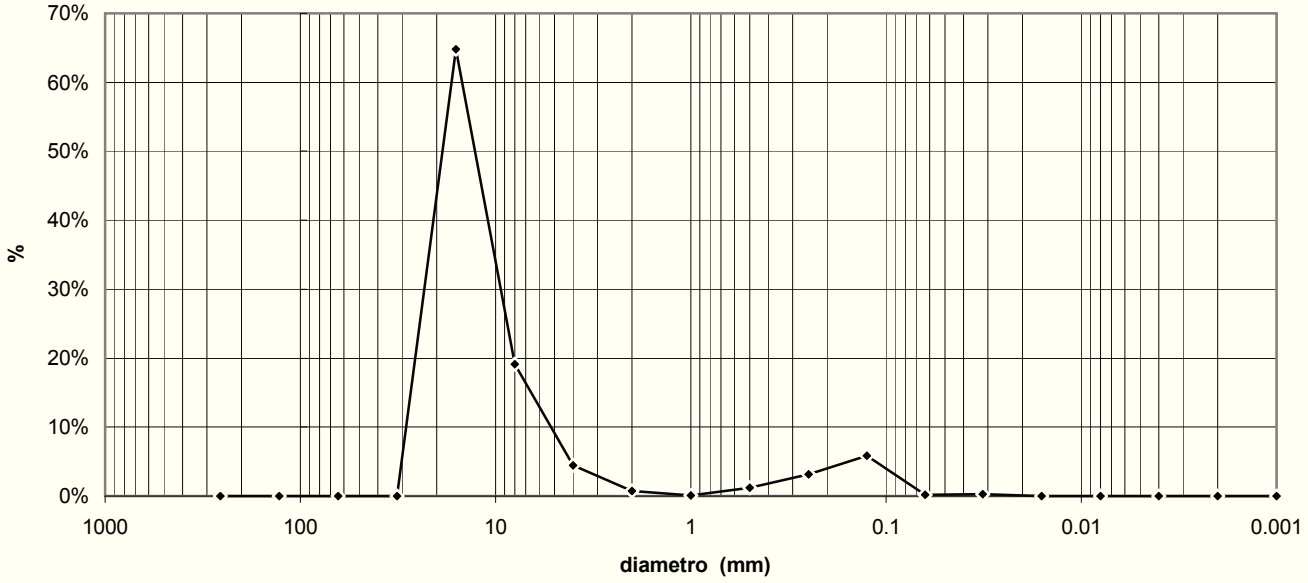
Cert. N°. 11-060-05
Data 08/07/2011

Cliente :	Studio ELB Ingegneri Associati
Località :	Comune di Bordighera (IM)
Identificazione Campione :	C5
Profondità (m) :	-

Trattenuto



Curva di frequenza



Parametri granulometrici

DIAMETRO MEDIO (di Folk & Ward) in phi:	-4.03
DIAM. MEDIO (di Folk & Ward) in mm:	17.11
CLASSAZIONE (di Folk & Ward):	1.53
DISPERSIONE (di Folk & Ward):	0.91
SKEWNESS (di Folk & Ward) :	0.63

Parametri organolettici

Colore:	grigio
Odore:	inodore
Concrezioni:	assenti
Conchiglie:	assenti

Direttore Tecnico : PBY

Operatore : GO

ALLEGATO 2

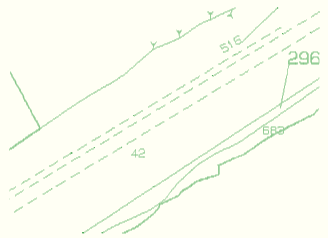
Uso del litorale - planimetria con indicazione dell'uso attuale delle spiagge esistenti

scala 1:2.000

LEGENDA



Mappa catastale
Comune di Bordighera /A
Foglio 2



Mappa catastale
Comune di Bordighera /A
Foglio 2 Svil. Z

Concessione demaniale marittima
Lido Giunchetto s.n.c.

Spiaggia libera / uso non definito

ALLEGATO 3

DOCUMENTAZIONE TRATTA DAL PIANO DI BACINO - AMBITO N° 3 SAN FRANCESCO zona Bordighera-Ospedaletti



1 - STRALCIO RELAZIONE GENERALE

Inquadramento geografico, geologico e vegetazionale
L'area oggetto dello studio ha una superficie complessiva di circa 16.05 Kmq ed è suddivisa all'interna dei territori dei comuni di Bordighera, Seborga, Vallebona e Ospedaletti.
Il perimetro complessivo del bacino è di circa 22,18 km mentre lo sviluppo della linea di costa è di 9,12 km.
La longitudine media è di circa 7° 42,5 ' ed il territorio è compreso tra la Cima Ferrissoni a nord , Capo nero a levante e Capo Ampelio a ponente.
Gli spartiacque di perimetrazione sono quelli del t. Sasso a ponente e del rio Crosio a levante.
Il supporto cartografico di base è fornito dalle carte Tecniche regionali scala 1:10000 nr 271010 e 258230, al cui interno è compreso l'intero ambito di bacino.

Il comprensorio è stato suddiviso in undici bacini imbriferi, di cui nove insistenti nel golfo di Ospedaletti, fra Capo Nero e Punta Madonna della Ruota e due insistenti nel golfo di Arziglia tra Madonna della Ruota e Capo Sant'Ampelio :

Comprensorio Ospedaletti
- rio Curtassa
- rio Giunchetto
- rio Castagna
- rio Undici
- rio Termini

Oltre ai suddetti bacini sussistono alcune aree in cui non è ben definito alcun corso d'acqua ubicate in prossimità dei tre capi .
Tutti i bacini imbriferi , ad esclusione dei bacini del rio Crosio e del rio Sasso, hanno una superficie inferiore a 1 kmq ed in generale sono tutti caratterizzati da una elevata pendenza.

Nella seguente tabella sono sintetizzati i più significativi dati morfologici:

Torrente	**Sup. (kmq)**	**h max (m.sl.m.)**	**L asta princ. (km)**	**p media (%)**
Curtassa	0.26	332	0.70	47
Giunchetto	0.49	485	1.19	41
Castagna	0.50	550	1.25	44
Undici	0.18	560	1.30	43
Termini	0.64	606	1.35	45

Dal punto di vista geologico le formazioni pre-quaternarie affioranti nell'area dei bacini studiati appartengono esclusivamente al dominio paleogeografico dei "Flysch ad Elmintoidi" della Liguria occidentale, qui rappresentato con i termini della successione dell'Unità Sanremo-M. Saccarello, ad eccezione del "complesso di base", non essendo neanche stata rinvenuta la presenza di sedimenti asclivibili al Ciclo Pliocenico ligure.
Il caratteristico assetto dell'Unità Sanremo-M. Saccarello in megapieghe ribaltate verso i settori sudoccidentali aventi assi circa NW-SE, si mantiene nei caratteri generali, ma subisce in questo lembo sudoccidentale una vistosa rotazione oraria che porta gli assi principali ad acquisire direzione NNE-SSW, sulla quale sono chiaramente impostati i principali corsi d'acqua. L'emergenza dei vari termini stratigrafici delle unità segue la configurazione delle grandi pieghe, ove queste risultano ben conservate.

Per quanto riguarda gli aspetti vegetazionali e di uso del suolo, il bacino è caratterizzato da un intenso sfruttamento agricolo rappresentato da coltivazioni floricole, in serra e in piena aria, da oliveti ed ex coltivi costituiti da oliveti in abbandono.
La vegetazione naturale si sviluppa principalmente nella parte alta del bacino e, più in generale, lungo i crinali. Essa è rappresentata da arbusteti con specie tipiche della macchia mediterranea e da formazioni boscate con composizione mista di specie del piano litoraneo.

AUTORITA' DI BACINO DI RILIEVO REGIONALE
PROVINCIA DI IMPERIA

PIANO DI BACINO

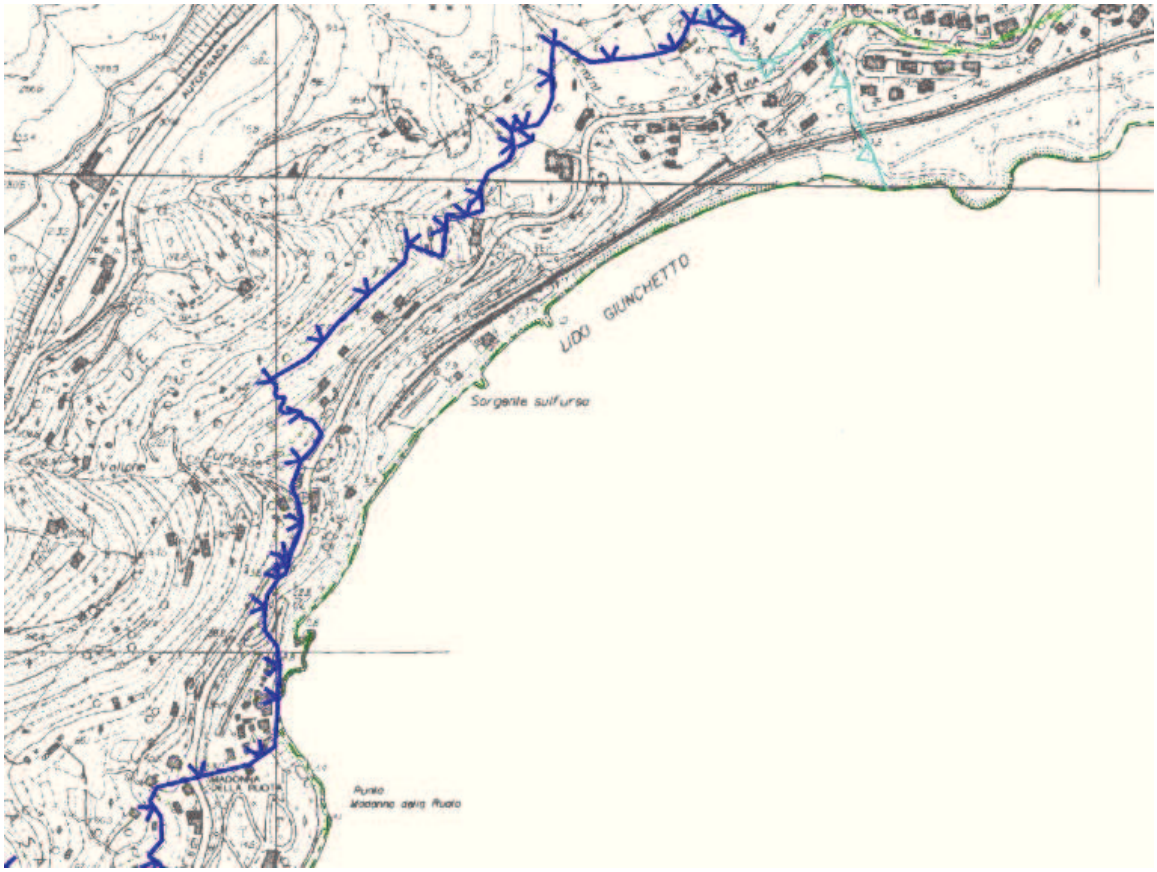
STRALCIO RIGUARDANTE LA DIFESA IDRAULICA E IDROGEOLOGICA

(AMBITO N.3 S.FRANCESCO)
zona BORDIGHERA-OSPEDALETTI
TAV. N. 14

CARTA DEI VINCOLI DI PIANO ATTUALI

LEGENDA

- AREE VINCOLATE (ex Legge 29/06/1939 n.1497) ex art.139 Dlgs 490/99 (e D.D.M.M. 24/04/1985) ex art.162 Dlgs 490/99
- ZONE SOGGETTE A VINCOLO IDROGEOLOGICO ex R.D.L. 30/12/1923 N.3267
- AREE VINCOLATE (e D.D.M.M. 24/04/1985) ex art.162 Dlgs 490/99
- AREE VINCOLATE (ex Legge 29/06/1939 n.1497) ex art.139 Dlgs 490/99
- Limiti dell'ambito di bacino



PIANO DI BACINO

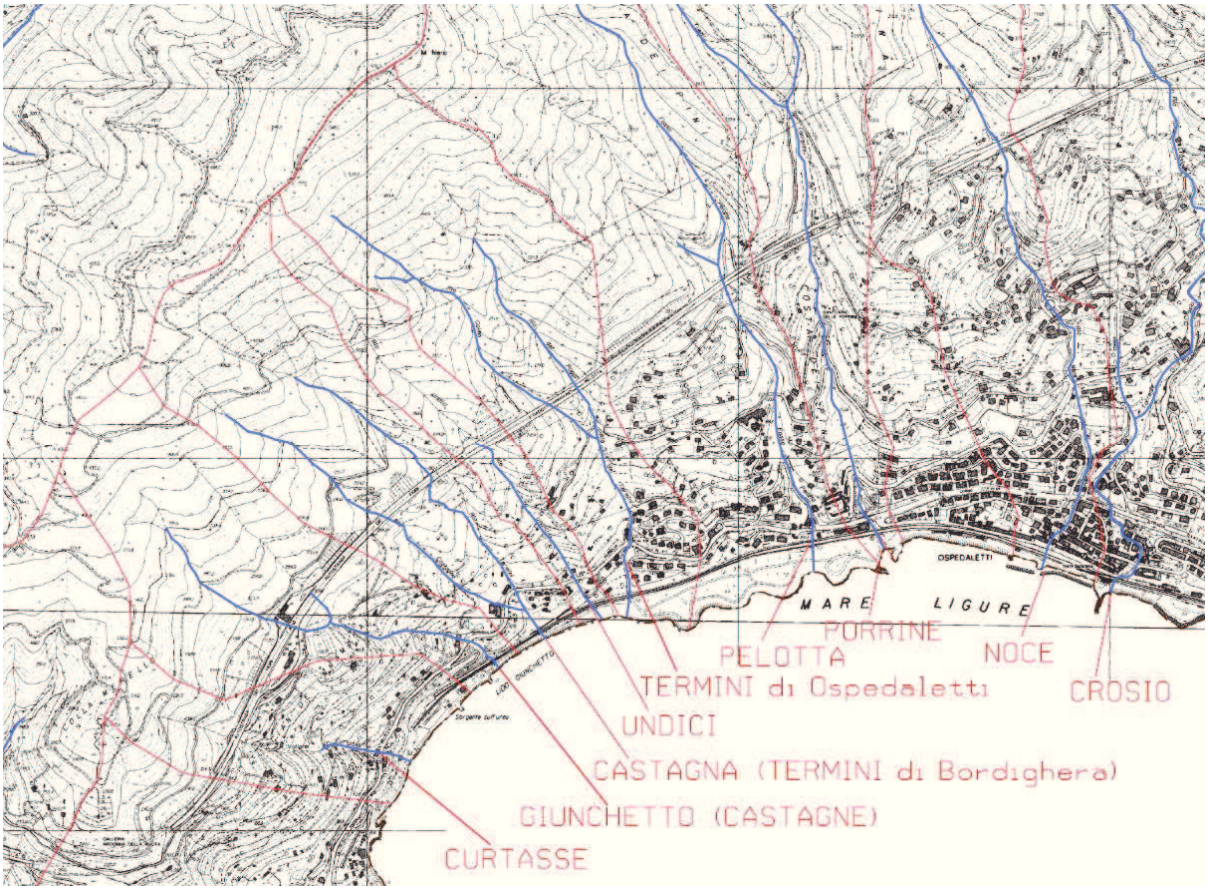
STRALCIO RIGUARDANTE LA DIFESA IDRAULICA E IDROGEOLOGICA

(AMBITO N.3 S.FRANCESCO)

zona BORDIGHERA-OSPEDALETTI

CARTA DEI CORSI D' ACQUA

TAV. N. 19



PIANO DI BACINO
STRALCIO RIGUARDANTE LA DIFESA IDRAULICA E IDROGEOLOGICA

(AMBITO N.3 S.FRANCESCO)
zona BORDIGHERA-OSPEDALETTI

TAV. N. 18

CARTA DEI REGIMI NORMATIVI

LEGENDA

VNI Versanti montani non insediati

VI/ Versanti montani insediati

VU/ Ambiti di versante urbano

FI Ambiti di fondovalle insediati

FNI Ambiti di fondovalle non insediati

FU/ Ambiti di fondovalle urbano

REGIMI NORMATIVI

MO Modificabilta'

MA -MA1 Mantenimento

TRZ - TRZ1 - TRZ2 Trasformazione

AIN Aree inondabili

LIMITI DELL' AMBITO DI BACINO



PIANO DI BACINO

STRALCIO RIGUARDANTE LA DIFESA IDRAULICA E IDROGEOLOGICA

(AMBITO N.3 S.FRANCESCO)
zona BORDIGHERA-OSPEDALETTI
TAV. N. 17

CARTA DEGLI INTERVENTI

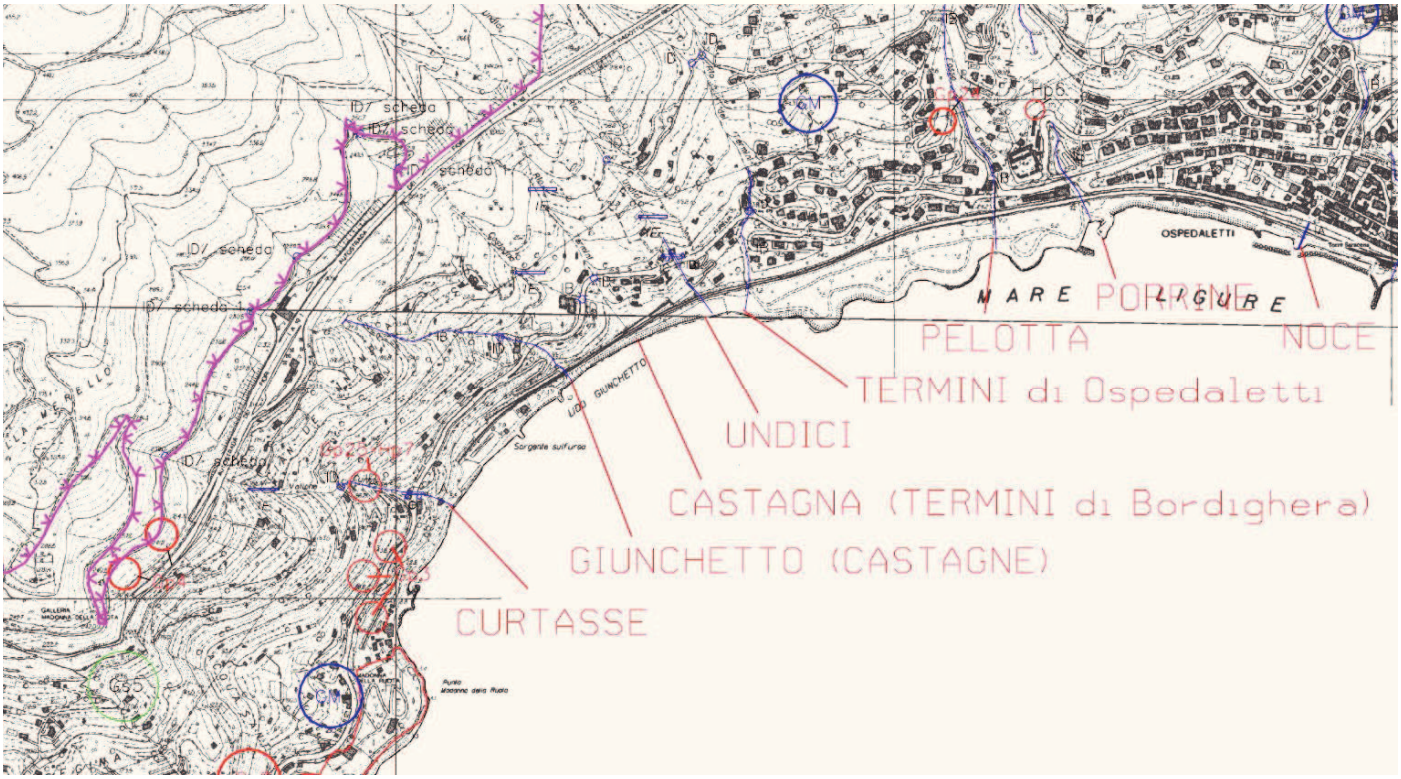
LEGENDA

	INTERVENTO	PRIORITA'	
IDRAULICO-IDROLOGICI	SIMBOLOGIA DESCRIZIONE		
	iA — Adeguamento della sezione di deflusso di torrenti tombinati		
	iB — Sistemazione idraulica dell'alveo con realizzazione del fondo e degli argini		
	iC — Demolizione e ricostruzione ponti		
	iß — Adeguamento idraulico passaggi carrabili e vasche raccolta materiale		
	iE — Opere di regolarizzazione del fondo alveo		
	idro n — Idrometri		
	P n — Pluviometri		
GEOLOGICI-GEOMORFOLOGICI	G — Interventi strutturali di consolidamento versante	primaria Gp	secondaria Gs
	H — Interventi di ingegneria naturalistica e risanamento versanti	Hp	Hs
	GM — Interventi di monitoraggio		
VEGETAZIONALI	INTERVENTI FORESTALI	F primari	
		F secondari	

LIMITE DELL'AMBITO DI BACINO

LIMITE DEL SITO DI INTERESSE COMUNITARIO IT1315806 Monte Nero-Monte Bignone

F/GP/ID/scheda n.... interventi in ambito SIC con scheda di compatibilita' ambientale



PIANO DI BACINO

STRALCIO RIGUARDANTE LA DIFESA IDRAULICA E IDROGEOLOGICA

(AMBITO N.3 S.FRANCESCO)

zona BORDIGHERA-OSPEDALETTI

CARTA DELLE FASCE FLUVIALI

TAV. N. 13

LEGENDA



- Aree inondabili con tempi di ritorno T50 anni
- Aree storicamente esondate non indagate
- Aree inondabili con tempi di ritorno T200 anni
- Aree inondabili con tempi di ritorno T500 anni
- Limiti dell'ambito di bacino
- Asta torrente
- Tratti tombinati
- Tratti d'alveo indagati
- zone di riassetto fluviale non cartografabili ampiezza non inferiore a 3 m.
- zone di riassetto fluviale da definirsi in fase di progettazione

