autostrade per l'italia

NODO STRADALE E AUTOSTRADALE DI GENOVA

ADEGUAMENTO DEL SISTEMA A7 – A10 – A12

LOTTO 5 – OPERE A MARE – OPERE DI CONTERMINAZIONE

PROGETTO ESECUTIVO

DOCUMENTAZIONE GENERALE

PARTE GENERALE

RELAZIONE GENERALE

IL PROGETTISTA SPECIALISTICO	IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE	IL DIRETTORE TECNICO
Ing. Ferruccio Bucalo Ord. Ingg. Genova N. 4940	Ing. Ferruccio Bucalo Ord. Ingg. Genova N. 4940	Ing. Orlando Mazza Ord. Ingg. Pavia N. 1496 **PROGETTAZIONE NUOVE OPERE AUTOSTRADALI**

CODICE IDENTIFICATIVO											ORDINATORE
RIFERIMENTO PROGETTO			RIFERIMENTO DIRETTORIO				RIFERIMENTO ELABORATO				
Codice Commessa	Lotto, Sub-Prog, Cod. Appalto	Fase	Capitolo	Paragrafo	W B S	Parte d'opera	Tip.	Disciplina	Progressivo	Rev.	2
110729	LL05	PE	DG	GEN	00000	00000	R	GEN	0002	- 3	SCALA -

spea ENGINEERING gruppo Atlantia

PROJECT MANAGER:
Ing. Sara Frisiani
Ord. Ingg. Genova N°9810A

SUPPORTO SPECIALISTICO: RINA

REDATTO:

VERIFICATO:

REVISIONE	
n.	data
0	NOVEMBRE 2017
1	GENNAIO 2018
2	LUGLIO 2018
3	NOVEMBRE 2018
4	-

VISTO DEL COMMITTENTE

autostrade per l'italia

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO
Ing. Alberto Selleri

VISTO DEL CONCEDENTE

Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
DIPARTIMENTO PER LE INFRASTRUTTURE, GLI AFFARI GENERALI ED IL PERSONALE
STRUTTURA DI VIGILANZA SULLE CONCESSIONARIE AUTOSTRADALI

IL PRESENTE DOCUMENTO NON POTRA' ESSERE COPIATO, RIPRODOTTO O ALTRIMENTI PUBBLICATO, IN TUTTO O IN PARTE, SENZA IL CONSENSO SCRITTO DELLA SOC. AUTOSTRADE PER L'ITALIA S.P.A.. OGNI UTILIZZO NON AUTORIZZATO SARA' PERSEGUITO A NORMA DI LEGGE.
THIS DOCUMENT MAY NOT BE COPIED, REPRODUCED OR PUBLISHED, EITHER IN PART OR IN ITS ENTIRETY, WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION OF SOC. AUTOSTRADE PER L'ITALIA S.P.A.. UNAUTHORIZED USE WILL BE PROSECUTED BY LAW.

Sommario

Sommario 1
1 INTRODUZIONE 4
1.1 PREMESSA 4
1.2 DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO 6
1.2.1 NORMATIVA TECNICA 6
1.2.2 DOCUMENTAZIONE PROGETTUALE 6
1.2.3 PARERI AUTORIZZATIVI 6
1.2.4 ADEMPIMENTI AMBIENTALI 7
1.2.5 PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE 9
2 CARATTERIZZAZIONE DELLâAREA DîINTERVENTO E DEGLI ELEMENTI PROPEDEUTICI ALLA DEFINIZIONE DELLE OPERE 11
2.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE E AMMINISTRATIVO 11
2.2 IL CANALE DI CALMA 14
2.3 VINCOLI PORTUALI E AEREOPORTUALI 16
2.4 RILIEVO TOPOGRAFICO 17
2.5 RILIEVO BATIMETRICO 18
2.5.1 Descrizione delle attività di rilievo batimetrico 18
2.5.2 Strumentazione utilizzata 22
2.6 INQUADRAMENTO GEOLOGICO 23
2.7 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA 25
2.7.1 Caratterizzazione dei terreni di fondazione 25
2.7.2 Caratterizzazione dei materiali di riempimento 27
2.7.3 Caratterizzazione dei materiali per costruzione 28
2.8 CARATTERIZZAZIONE SISMICA 29
2.9 CARATTERIZZAZIONE METEOMARINA 30
2.10 CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE 32
2.11 GESTIONE DEI MATERIALI E DELLE TERRE DA SCAVO 40
2.11.1 Il Piano di Utilizzo delle terre ai sensi del DM 161/2012 41
2.11.2 Dichiarazione Avvenuto Utilizzo 42
3 CRITERI DI PROGETTO 44
3.1 CRITERI AMBIENTALI 44
3.2 CRITERI STATICO-FUNZIONALI 46
3.3 CRITERI METEOMARINI 47
4 ITER AUTORIZZATIVO PROGETTO DEFINITIVO E PRESCRIZIONI AUTORIZZATIVE 51

4.1 ITER AUTORIZZATIVO 51
4.2 SINTESI DELLE PRESCRIZIONI RICEVUTE SUL PROGETTO DEFINITIVO DELLôOPERA A MARE 52
5 DESCRIZIONE GENERALE DEGLI INTERVENTI 54
6 RISOLUZIONE INTEFERENZE TRA LOTTO 5 E RIO SECCO E RONCALLO 62
7 CONSOLIDAMENTO DEL FONDALE DI IMBASAMENTO DELLôOPERA DI CONTERMINAZIONE E DEGLI ARGINI INTERNI 65
7.1 OPERE DI CONTERMINAZIONE ARGINI VASCA W2 65
7.2 ARGINI VASCA W1 E ARGINI RIO SECCO 67
8 SCANNO DI IMBASAMENTO 71
8.1 PROGETTO GEOTECNICO 72
8.2 PROGETTO IDRAULICO 73
9 CASSONI CELLULARI 75
9.1 TIPOLOGIE PRESENTI 75
9.2 RISPOSTA IDRAULICA DEI CASSONI 80
9.2.1 Coefficiente di riflessione 81
9.2.2 Coefficiente di porosità 83
9.3 PROGETTO IDRAULICO DEI CASSONI 84
9.3.1 Le condizioni meteomarine di riferimento 84
9.3.2 I carichi indotti dalle condizioni meteomarine sui cassoni 85
9.4 PROGETTO GEOTECNICO DEI CASSONI 86
9.5 PROGETTO STRUTTURALE DEI CASSONI 89
9.6 RISOLUZIONE DELLE INTERFERENZE CON IL RETICOLO IDRAULICO 91
10 MASSI DI SERRAGLIA 93
10.1 TIPOLOGIE PRESENTI 93
10.1.1 Opera di conterminazione 93
10.1.2 Vasca W1 96
10.1.3 Vasca W2 98
10.2 PROGETTO IDRAULICO 100
10.2.1 Le condizioni meteomarine di riferimento 100
10.2.2 I carichi indotti dalle condizioni meteomarine 101
10.3 PROGETTO GEOTECNICO DEI MASSI DI SERRAGLIA 101
11 SOVRASTRUTTURA 105
11.1 DESCRIZIONE DELLE LAVORAZIONI 105
11.2 VERIFICA A TRACIMAZIONE 105
12 RINFIANCO E IMPERMEABILIZZAZIONE 107
13 BILANCIO MATERIALI 110
14 FASI REALIZZATIVE E TEMPISTICHE 112

15 CANTIERIZZAZIONE 115
15.1 INTRODUZIONE 115
15.2 DESCRIZIONE AREA CI04A 115
15.3 PRINCIPALI INTERFERENZE ESTERNE AL CANTIERE 121
15.4 CANTIERE INDUSTRIALE (AREE CI04A e CI04C) 122
15.5 AREA DI INTERVENTO A MARE 125
16 MONITORAGGIO DURANTE LA FASE DI COSTRUZIONE 127
17 CONFRONTO TRA PROGETTO DEFINITIVO ED ESECUTIVO 131
18 FORNITURA DEI MATERIALI 138
19 IL QUADRO ECONOMICO 140

APPENDICE A: PARERI AUTORIZZATIVI PROGETTO DEFINITIVO
APPENDICE B: QUADRO OTTEMPERANZE PARERI AUTORIZZATIVI LOTTO 5
APPENDICE C: STUDIO MORFODINAMICO DELL'IMPATTO DELL'OPERA A MARE SULLA SEDIMENTAZIONE NEL PORTO DI GENOVA, DOC N° IDR0003

1 INTRODUZIONE

1.1 PREMESSA

Lôopera a Mare rientra nel complesso di opere propedeutiche alladeguamento del nodo stradale e autostradale di Genova (sistema A7 ï A10 ï A12), meglio definito come ñGronda di Ponenteò. Nello specifico lôOpera a Mare è costituita da una cassa di colmata che sarà realizzata allôinterno del Porto di Genova, più precisamente nella porzione di specchio portuale identificato come ñCanale di Calmaò, delimitato a nord dalla pista aeroportuale dellôAeroporto di Genova e a sud dalla Diga Foranea.

Lôopera viene suddivisa nei tre lotti di seguito descritti:

- Lotto 1B: canale di gronda realizzato sulla superficie del rilevato aeroportuale esistente a servizio delle opere di scarico delle acque dei piazzali dell'aeroporto;
- Lotto 5: opere di conterminazione e suddivisione della cassa di colmata;
- Lotto 10B: riempimento della conterminazione e opere di sistemazione superficiale, realizzazione del rinfianco e della scogliera di protezione dei cassoni cellulari delle opere di conterminazione.

Il Lotto 5 presenta un marginamento esterno (opere di conterminazione), di lunghezza complessiva pari a 3847 m, che viene realizzato con la posa in opera di un allineamento di cassoni cellulari e massi di serraglia prefabbricati imbasati su uno scanno di pietrame selezionato. Gli argini propedeutici alla suddivisione interna della cassa di colmata sono cinque; presentano ciascuno lunghezza di 150 m e sono costituiti da allineamenti di cassoni cellulari e massi di serraglia prefabbricati, completati da porzioni di argine in tout venant.

Lôopera a Mare risulta così suddivisa in tre vasche principali (A1, A2, A3) e due vasche minori (W1 e W2).

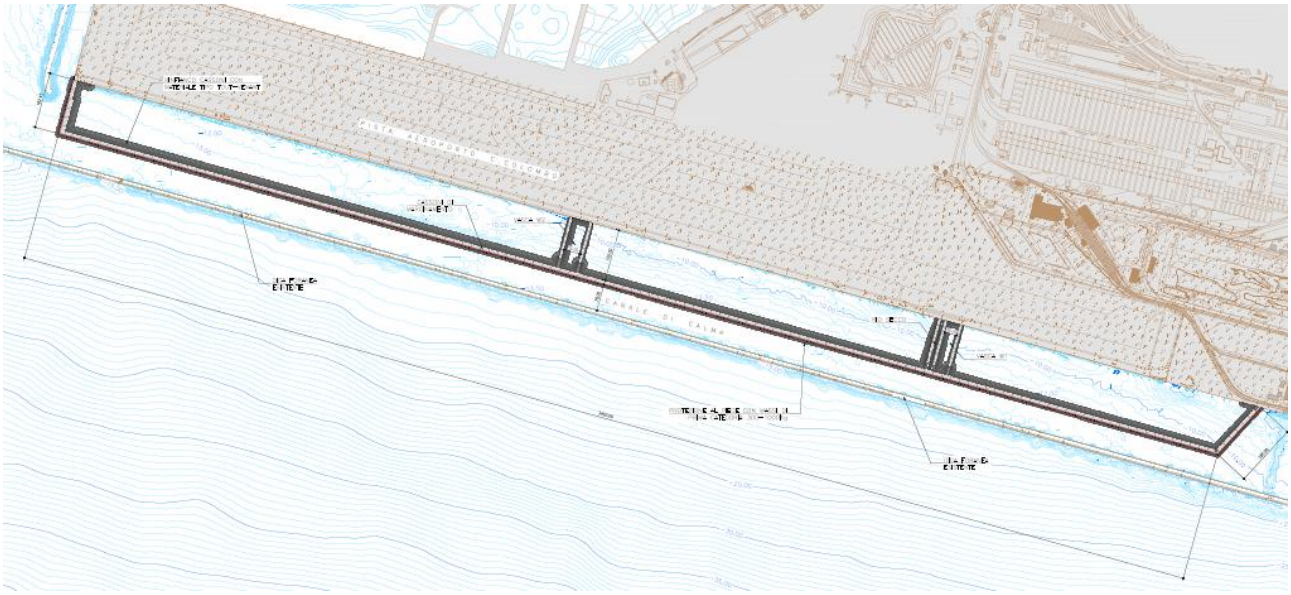


Figura 1-1 - Planimetria generale Lotto 5

Il Lotto 5 risulta così funzionale alla suddivisione dellôOpera a Mare in vasche, propedeuticamente, quindi, alla fase di riempimento che avverrà nel successivo lotto (suddivide lôarea in vasche soggette a riempimento ed in vasche necessarie alla gestione idraulica della fase di riempimento stessa). Risulta inoltre funzionale alla creazione di una viabilità di cantiere (lôestradosso delle opere di conterminazione ospita una viabilità di servizio e lôalloggiamento delle componenti impiantistiche necessarie per il riempimento della vasca) che sarà utilizzata nel successivo lotto per gestire le operazioni di riempimento.

Nellôambito dello sviluppo della documentazione di Progetto Esecutivo, la presente Relazione Generale descrive ed illustra le opere marittime e le lavorazioni rientranti nel Lotto 5.

Il Progetto Esecutivo si pone in continuità con le precedenti fasi di progettazione, introducendo rispetto al Progetto Definitivo alcune modifiche di dettaglio ed ottimizzazioni, e ne costituisce lôingegnerizzazione e lo sviluppo al livello necessario per la cantierizzazione delle opere.

La presente relazione, redatta nel rispetto delle indicazioni del Codice Appalti D. Lgs. 50/2016 e s.m.i. e del Regolamento Attuativo D.P.R. 207/2010 e s.m.i. (cfr. art.34), presenta i seguenti contenuti:

- La descrizione dellôarea dôintervento e la caratterizzazione della stessa per quanto concerne lôaspetto urbanistico, dei vincoli aeroportuali, morfologico, geologico, geotecnico, sismico, meteomarino e ambientale (Capitolo 2);
- I criteri di progetto adottati e seguiti per la definizione e la progettazione delle opere ricadenti nel Lotto 5 (Capitolo 3);
- Lôiter autorizzativo seguito dal Progetto Definitivo e la sintesi delle prescrizioni pervenute durante tale fase dagli Enti (Capitolo 4);
- La descrizione di dettaglio, con specifico riferimento agli elaborati grafici e alle prescrizioni del capitolato speciale dôappalto, delle opere marittime rientranti nel Lotto 5 (da Capitolo 5 a Capitolo 12);
- Lôanalisi delle fasi realizzative con cui si è articolata la costruzione del Lotto 5 e la definizione delle relative tempistiche (Capitolo 13);
- La descrizione delle lavorazioni e degli aspetti associati alla cantierizzazione del Lotto 5 (Capitolo 14);
- Lôindividuazione e la descrizione delle attività di monitoraggio da mettere in atto durante la fase costruttiva (Capitolo 15);
- Il confronto tra quanto variato e integrato dal Progetto Esecutivo, rispetto ai contenuti del Progetto Definitivo (Capitolo 16).

Si rimanda per ulteriori dettagli agli elaborati specialistici e alle tavole grafiche, indicate nellôElenco Elaborati (doc. n° GEN0001).

1.2 DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

Il presente paragrafo definisce ed illustra la documentazione normativa, tecnica ed autorizzativa presa a riferimento per la redazione del Progetto Esecutivo.

1.2.1 NORMATIVA TECNICA

- Associazione Geotecnica Italiana, 2005, Aspetti Geotecnici della Progettazione in Zona Sismica ï Linee guida;
- BS 6349 Part 4, 2014, Maritime works. Code of practice for design of fendering and mooring systems;
- Istruzioni Tecniche per la progettazione delle dighe frangiflutti, 1996, Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici;
- Ministero delle Infrastrutture, 2008, Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008: ñApprovazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioniò, G.U. n.29 del 04.2.2008, Supplemento Ordinario n.30 (denominate N.T.C. 2008 nel presente documento);
- Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per lôapplicazione delle ñNuove norme tecniche per le costruzioniòdi cui al D.M. 14 gennaio 2008;
- Ordinanza N. 3274 del Presidente del Consiglio Dei Ministri 20 marzo 2003, Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica;
- UNI EN 1992-1 2001: Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo;
- UNI EN 1997-1: Eurocodice 7 ï Progettazione geotecnica ï Parte 1: Regole generali;
- UNI EN 1998-5: Eurocodice 8 ï Progettazione delle strutture per la resistenza sismica ï Parte 5: fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.

1.2.2 DOCUMENTAZIONE PROGETTUALE

- Nodo Stradale e Autostradale di Genova, Adeguamento del sistema A7-A10-A12, Opera a Mare nel Canale di Calma, Progetto Definitivo, Relazione Generale, Doc N° APG9030;
- Nodo Stradale e Autostradale di Genova, Adeguamento del sistema A7-A10-A12, Opera a Mare nel Canale di Calma, Progetto Definitivo, Planimetria generale degli interventi, Doc N° APG9064;
- Nodo Stradale e Autostradale di Genova, Adeguamento del sistema A7-A10-A12, Opera a Mare nel Canale di Calma, Progetto Definitivo, Sezioni Trasversali da Parte 1 a Parte 5, Doc N° da APG9070 a APG9074;
- Nodo Stradale e Autostradale di Genova, Adeguamento del sistema A7-A10-A12, Opera a Mare nel Canale di Calma, Progetto Definitivo, Relazione Generale, Doc N° APG9030;
- Nodo Stradale e Autostradale di Genova, Adeguamento del sistema A7-A10-A12, Opera a Mare nel Canale di Calma, Progetto Definitivo, Relazione simulazioni di manovra nel Canale di Calma, Doc N° IDR9051;
- Nodo Stradale e Autostradale di Genova, Adeguamento del sistema A7-A10-A12, Opera a Mare nel Canale di Calma, Progetto Definitivo, Studio Morfodinamico dellôImpatto dellôOpera a Mare sulla sedimentazione nel Porto di Genova, Doc N° IDR003.

1.2.3 PARERI AUTORIZZATIVI

- Decreto di Via N°28, MATTM, 23 Gennaio 2014;

- Deliberazione del Comitato Portuale Protocollo n.93 /10/2011, Proposta di Adeguamento Tecnico Funzionale al Vigente Piano Regolatore Portuale;
- Piano di Utilizzo ai sensi dellôArt 5, comma 3 del DM 161/2012 ï Progetto Nodo Stradale e Autostradale di Genova, adeguamento del sistema A7-A10-A12- Provvedimento di approvazione;
- Accordo di Programma, per la realizzazione dellôOpera a Mare nel Canale di Calma, sottoscritto il 14/04/2015 tra Autostrade per lôItalia SpA, Ente Nazionale per lôAviazione Civile, Autorità Portuale di Genova, Aeroporto di Genova SpA;
- ñParere Autorizzativo circa la Validità del Piano di Utilizzo delle Terre del Progetto della Nodo stradale e autostradale di Genova ñ, MATTM N°1239, 24 Maggio 2013;
- Concessione di proroga della validità del Piano di Utilizzo (inizio lavori entro il 31/12/2018) con DVA 6816.11-03-2016 e successiva richiesta di ulteriore proroga al dicembre 2020, presentata in data 12/11/2018;
- Nota Autorità Portuale di Genova, ñTrasmissione al Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici Stralcio Progetto Definitivo e Pareriò, 9 Agosto 2012;
- Voto 68/2012 del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, emesso in data 21/01/2013, integrante la nota dellôAutorità Portuale di Genova prot. N° 0019246/P del 09/08/2012 e il parere della Capitaneria di Porto di Genova n° 1067 del 16/08/2012;
- Conferenza dei Servizi del 17/10/2014, recante i pareri specifici di Comitato Portuale, Autorità Portuale di Genova, Capitaneria di Porto di Genova, Aeroporto di Genova, ENAC, ENAV;
- Parere confermativo 45/2015 del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, emesso in data 15/03/2016;
- Parere ENAV, Conferenza dei servizi per lôadeguamento autostradale A7-A10-A12. Gronda di Ponente, Prot 2014/0210922.

1.2.4 ADEMPIMENTI AMBIENTALI

Il Capitolato Ambientale (rif. el. MAM0100) definisce un insieme di disposizioni, integrative rispetto alla normativa vigente e basate sul concetto di prevenzione allôinquinamento ambientale, nonché derivanti dalle prescrizioni contenute nel Decreto VIA n. 28 del 23/01/2014, a cui lôAppaltatore dovrà rigorosamente attenersi nel corso dellôesecuzione dei lavori previsti nel presente appalto, per ogni attività di cantiere e per le operazioni di ripristino dei luoghi.

In fase di esecuzione, attraverso lo strumento dei PCQ integrati, resi operativi dallôAppaltatore, e allôapplicazione delle prescrizioni delineate allôinterno del Capitolato Ambientale (rif. el. MAM100), sarà possibile garantire il rispetto degli adempimenti ambientali derivanti dal Progetto Esecutivo, dal Piano di Monitoraggio Ambientale (MAM0001), dal Piano di Utilizzo delle Terre (AGP0010) e da tutte le prescrizioni contenute nelle autorizzazioni conseguite, per lôinstallazione e lôesercizio delle attività di cantiere al fine di minimizzare gli eventuali impatti ambientali che le opere potrebbero creare in fase realizzativa.

Fatte salve le responsabilità civili e penali previste dalla vigente normativa, con particolare riferimento allôinquinamento ambientale, al fine di prevenire al massimo le possibilità di incorrere in tali situazioni eventualmente connesse alle attività dei cantieri, lôAppaltatore è tenuto ad attuare tutti gli adempimenti nel rispetto della normativa ambientale e ad acquisire tutte le autorizzazioni necessarie allo svolgimento delle attività, rispettando le prescrizioni contenute negli atti autorizzativi.

Lôappaltatore ha lôobbligo di procedere alla richiesta di tutte le autorizzazioni e alle eventuali comunicazioni necessarie per lôesecuzione dellôintervento e delle proprie attività.

LôAppaltatore, inoltre, dovrà attenersi a tutte le ulteriori disposizioni vigenti per la prevenzione e tutela allôinquinamento emanate dagli Enti Competenti, ed è tenuto a redigere, preventivamente allôinstallazione del cantiere, tutta la documentazione informativa che verrà richiesta dalla Committente e/o dagli Enti di controllo attraverso la Direzione Lavori.

Le prescrizioni derivanti dallôapplicazione del Capitolato Ambientale (rif. el. MAM100) sono essenzialmente di 3 tipologie:

- Adempimenti organizzativi: viene richiesto allôAppaltatore di organizzare una struttura dedicata ed un sistema di gestione ambientale specifico
- Adempimenti documentali: viene richiesto allôAppaltatore di produrre, preventivamente rispetto allôingresso in cantiere, di produrre idonea ed esaustiva documentazione, che analizzi le componenti ambientali che possono essere interessate dalle singole attività e permetta di verificare il rispetto di quanto previsto a progetto e nello specifico dal Capitolato Ambientale (rif. el. MAM100).
- Prescrizioni operative: derivanti dallôottemperanza alle prescrizioni deli provvedimenti approvativi.

Per una descrizione di dettaglio si rimanda al capitolato ambientale (rif. el. MAM100) ed in particolare allôAllegato 2, nel quale vengono riassunte le microlavorazioni che vanno a comporre ciascuna WBS al fine di evidenziare le attività possibilmente impattanti su ciascuna componente ambientale.
Le prescrizioni operative indicate in capitolato ambientale (rif. el. MAM100) non esulano lôappaltatore dallôimplementazione di tutte le azioni necessarie ai fini della tutela dellôambiente, del rispetto della normativa vigente e più attuale e dellôottemperanza a tutte le prescrizioni derivanti dallôiter autorizzativo cui il progetto della ñGronda Autostradale di Ponenteò è stato sottoposto, ancorché qui non espressamente richiamate.

Tutti i lavoratori (compresi i conducenti dei mezzi), subappaltatori e fornitori dovranno essere edotti preventivamente in merito alle buone pratiche ai fini della protezione ambientale, alle misure di gestione ambientale del cantiere e alla gestione delle relative emergenze.

LôAppaltatore deve assicurare la comunicazione interna tra diverse funzioni e livelli e soprattutto le modalità operative per ricevere, documentare e rispondere alle richieste delle parti interessate, siano esse interne od esterne. Le comunicazioni devono riguardare sia segnalazioni di fenomeni che abbiano impatto negativo sullôambiente, sia proposte di miglioramento.

Prima di avviare le attività di ciascun cantiere (anche per i lavori di adeguamento di viabilità esistenti o di piste di accesso) dovranno essere realizzate le opere di regimazione delle acque superficiali nell'ambito del cantiere stesso (fossi di guardia, canalette, pozzetti o vasche di sedimentazione) e le sistemazioni ambientali, atte ad escludere la formazione di fenomeni erosivi e dissesti ed evitare l'incremento del trasporto solido ed eventuali diffusioni di inquinanti.

LôAppaltatore, nel corso dei lavori, è tenuto alla corretta manutenzione e gestione di tutti gli impianti, dotazioni, apprestamenti, etc.. necessari per la corretta gestione ambientale dei cantieri. In particolare dovrà assicurare a propria cura e spese la corretta gestione e il corretto funzionamento di tutti gli impianti per lo smaltimento controllato degli inquinanti, garantendo la capacità e lôefficacia del trattamento e dello smaltimento nel tempo. Ove lôosservanza di tale disposizione fosse causa di fenomeni di inquinamento, accidentale o continuativo, la relativa responsabilità civile e penale sarà a carico dellôAppaltatore.

Per la corretta gestione ambientale del singolo cantiere lôAppaltatore è tenuto a pianificare il livello minimo dei controlli ambientali di campo, da effettuarsi nel corso dei lavori. I controlli ambientali delle aree e delle piste di cantiere sono finalizzati a rilevare visivamente le disfunzioni dei sistemi per la tutela dellôinquinamento ovvero allôindividuazione delle situazioni anomale e

alla definizione e attuazione dei necessari interventi correttivi. Il Piano dei controlli ambientali deve, pertanto, intendersi integrativo, ma non sostitutivo, dei controlli che lôAppaltatore è tenuto a implementare, per buona pratica e ai sensi della normativa vigente, sui propri sistemi/impianti per la tutela dallôinquinamento e per la gestione degli adempimenti connessi.

1.2.5 PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

In ottemperanza alle prescrizioni del Ministero dellôAmbiente emanate nellôambito della procedura VIA, la realizzazione dellôopera è soggetta ad un Monitoraggio Ambientale esteso e a tutte le componenti ambientali nelle fasi ante ï corso ï post operam, i cui dettagli sono riportati nellôestratto del Piano di Monitoraggio Ambientale allegato al progetto come documentazione informativa pregressa (rif. el. MAM0001).

Scopo fondamentale del Piano di Monitoraggio Ambientale è quello di operare unôazione di controllo sul territorio al fine di valutare gli effetti della costruzione delle opere autostradali fino alla loro entrata in esercizio, nonché lôefficacia delle opere di mitigazione.

In dettaglio, il Piano di Monitoraggio Ambientale si prefigge i seguenti obiettivi:

- analizzare le condizioni ante operam al fine di comprendere le dinamiche ambientali esistenti;
- garantire il controllo di situazioni specifiche, affinché sia possibile adeguare la conduzione dei lavori a particolari esigenze ambientali e sociali;
- verificare le interferenze ambientali che si possono manifestare per effetto della realizzazione dell'opera, distinguendole dalle alterazioni indotte da altri fattori naturali o legati alle attività antropiche del territorio estranee ai lavori autostradali;
- segnalare il manifestarsi di eventuali emergenze in modo da evitare lo sviluppo di eventi gravemente compromettenti per la qualità ambientale della zona;
- verificare lôefficacia dei provvedimenti adottati per la mitigazione degli eventuali impatti indotti dai lavori autostradali;
- controllare la fase di entrata in esercizio delle opere.

Prerogativa fondamentale del Piano di Monitoraggio è inoltre quella di configurarsi come strumento flessibile in grado di adattarsi, durante la fase di corso dôopera, ad una eventuale riprogrammazione delle attività di monitoraggio (frequenze di campionamento, parametri da misurare, siti da monitorare, ecc.), a seconda delle specifiche esigenze e necessità che si potranno determinare nel corso dellôavanzamento dei lavori autostradali.

LôAppaltatore è tenuto a consentire ed agevolare le attività di rilevamento ambientale e, sulla base dei monitoraggi previsti, a potenziare gli interventi di mitigazione secondo le indicazioni che verranno fornite dai soggetti preposti (DL, Osservatorio Ambientale, Committente), apportando i necessari adeguamenti per la riduzione preventiva degli impatti.

Nellôambito delle attività di monitoraggio ambientale è compresa anche la ñgestione delle emergenze ambientaliòche si dovessero verificare nel corso dei lavori (rif. el. SGT0010).

LôAppaltatore è tenuto ad attuare a propria cura e spese e nei tempi che verranno prescritti:

- le disposizioni e gli interventi correttivi finalizzati alla prevenzione e il contenimento degli impatti ambientali
- la produzione di specifica documentazione tecnico/informativa
- la gestione degli adempimenti relativi a permessi ed autorizzazioni ambientali nel rispetto della normativa vigente

- lôeventuale sospensione dellôattività causa dellôanomalia, per evitare il raggiungimento dei valori limite o il perdurare di una situazione critica.

Tali prescrizioni potranno essere disposte dal Gestore del Monitoraggio Ambientale, attraverso la Direzione Lavori, ovvero dallô*Osservatorio ambientale* e dagli organi istituzionali di Vigilanza e Controllo Ambientale, anche in ragione delle risultanze delle misure strumentali del monitoraggio ambientale.

In linea generale tale gestione prevede il confronto tra i dati rilevati dal monitoraggio e gli eventuali limiti normativi esistenti o livelli di soglia, che saranno definiti prima dellôinizio dei lavori (al termine della fase ante operam) e che saranno soggetti ad approvazione da parte dallô *Osservatorio ambientale* o del tavolo tecnico di riferimento.

LôAppaltatore è tenuto ad attuare, a propria cura e spese e nei tempi che verranno prescritti, gli interventi necessari, ivi compresa lôeventuale sospensione dellôattività causa dellôanomalia, per evitare il raggiungimento dei valori limite o il perdurare di una situazione critica.

2 CARATTERIZZAZIONE DELLôAREA DôINTERVENTO E DEGLI ELEMENTI PROPEDEUTICI ALLA DEFINIZIONE DELLE OPERE

Il Progetto Esecutivo si basa sul quadro conoscitivo acquisito nel Progetto Definitivo ed integrato preliminarmente allôavvio della fase di progettazione esecutiva. Gli elementi che compongono tale quadro risultano essere:

- Rilievo topografico di dettaglio delle aree limitrofe allôarea del Canale di Calma;
- Rilievi batimetrici del Canale di Calma per la porzione compresa tra la foce Polcevera e lôimbocco Porto Petroli;
- Acquisizione di sondaggi ricadenti nello specchio portuale e sul sedime dellôAeroporto di Genova con relative stratigrafie, analisi granulometriche, etc.;
- Identificazione delle caratteristiche meccaniche del materiale di smarino proveniente dallo scavo delle gallerie della Gronda e che verrà depositato allôinterno dellôOpera a Mare.

Propedeuticamente al Progetto Esecutivo sono stati inoltre redatti e rielaborati i seguenti studi specialistici:

- Studi meteo-marini propedeutici caratterizzazione del clima ondoso dellôarea;
- Caratterizzazione geotecnica a seguito della campagna geognostica svolta nellôambito del progetto definitivo;
- Caratterizzazione sismica con riferimento alle vigenti normative;
- Caratterizzazione geotecnica del materiale di smarino che sarà ricollocato nellôOpera a Mare.

Durante la fase di Progetto Definitivo sono stati redatti inoltre i seguenti studi di supporto alla progettazione, che sono stati presi a riferimento anche per la fase di Progetto Esecutivo:

- Studi morfodinamici dellôimpatto dellôOpera a Mare sulla sedimentazione nel porto di Genova (Doc N°IDR003);
- Relazione idrodinamica e dispersiva;
- Caratterizzazione Ambientale dellôArea dôintervento.

Di seguito si descrivono sinteticamente le caratteristiche dellôarea dôintervento.

2.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE E AMMINISTRATIVO

Lôarea oggetto di intervento ricade a Cornigliano, quartiere periferico situato sulla fascia costiera ad ovest di Genova, a circa 7 chilometri dal centro del capoluogo ligure, compresa tra le delegazioni di Sampierdarena e Sestri Ponente.

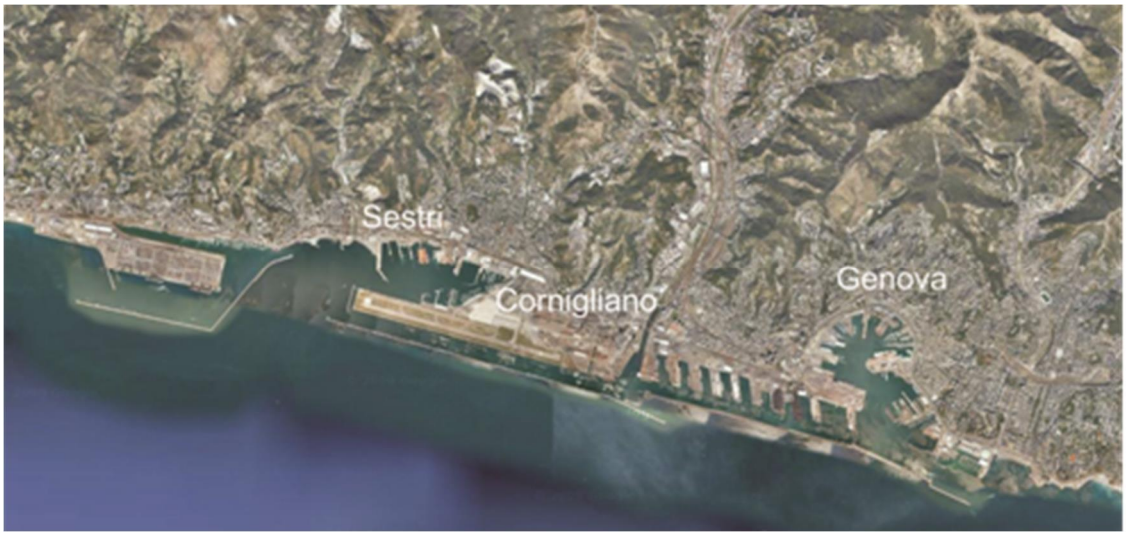


Figura 2-1 - Inquadramento Territoriale

Il territorio si presenta prevalentemente scosceso con quattro crinali principali che digradano al mare da unâaltezza iniziale di 100 - 200 metri, fatta eccezione per la zona pianeggiante adiacente alla costa e allargata a mare dai riempimenti che si effettuarono nel dopoguerra proprio per far spazio a quegli impianti siderurgici che trasformarono Cornigliano in uno dei primi quartieri industriali edificati in Italia.

Il crescente sviluppo degli insediamenti industriali e delle infrastrutture in prossimità della costa ha comportato infatti lâalterazione e la distruzione del tessuto storico esistente e la stessa compressione orografica della fascia costiera ha condizionato la costruzione del paesaggio antropico a tal punto da creare delle forti contaminazioni tra la grande industria, considerata il meccanismo territoriale propulsore per la produzione della zona, e la mera città, generando così aree cosiddette di frontiera perché in balia dei contrasti derivanti dai differenti processi evolutivi industria - città.



Figura 2-2 - Panorama del quartiere di Cornigliano - Sullo sfondo le industrie e lâaeroporto che trasformarono pesantemente il territorio

Il quartiere di Cornigliano, dal punto di vista amministrativo, appartiene al Municipio VI Medio Ponente (vedasi figura seguente).

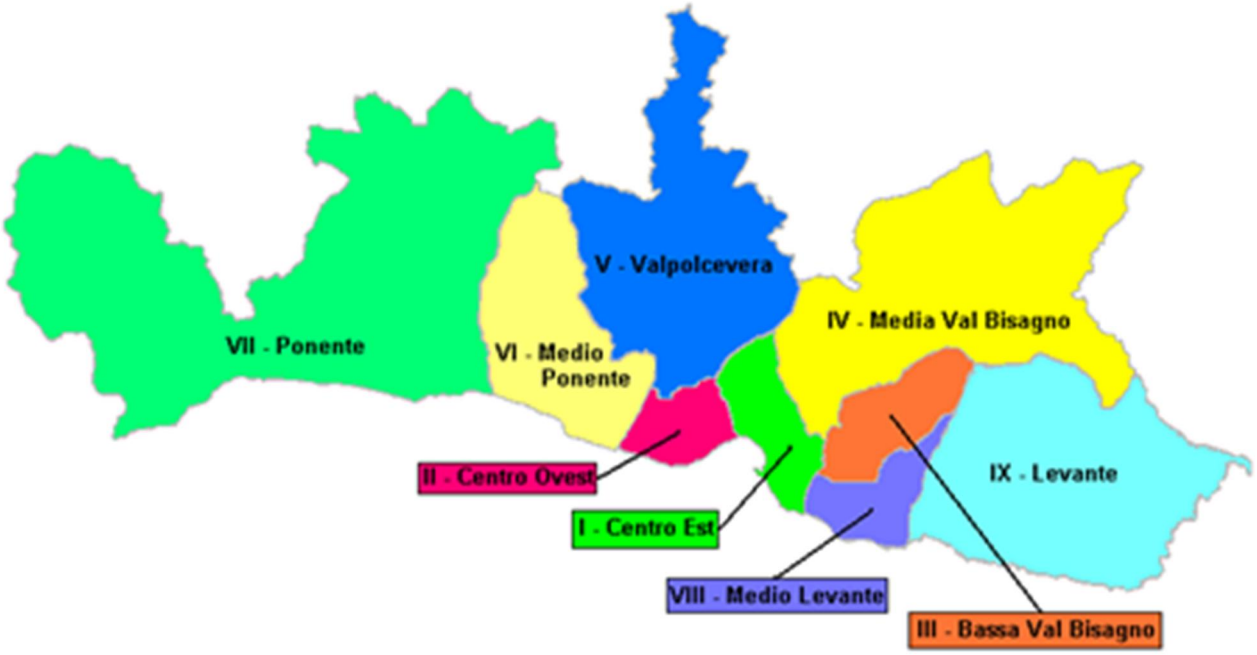


Figura 2-3 - Mappa dei municipi di Genova

Il comune di Genova è infatti amministrativamente suddiviso in nove municipi secondo la regolamentazione intitolata ñRegolamento per il decentramento e la partecipazione municipaleò approvata dal Consiglio Comunale del 6 febbraio 2007 dove si stabilì la trasformazione dei consigli di circoscrizione in municipi. I suddetti municipi elencati entrarono così in vigore dopo le elezioni amministrative del 27 e 28 maggio 2007.

Ciascun municipio risulta suddiviso in unità urbanistiche definite sulla base di specifiche analisi urbanistiche ed edilizie; in particolare sono comprese in Cornigliano le unità di Cornigliano, Coronata, Erzelli e Campi, situato quest'ultimo sulle sponde del Polcevera, che insieme hanno una popolazione di circa 60.000 abitanti secondo il censimento del 31 dicembre 2006.

Tabella 2-1 - Municipalità VI - Medio Ponente

N°	Denominazione	Residenti	Superficie	Presidente	Unità urbanistiche comprese
VI	***Medio Ponente***	61.810 (10,1%)	1885,13 di cui 723,60 di centro abitato	Stefano Bernini	Sestri, San Giovanni Battista, Calcinara, Borzoli Ovest, Cornigliano, Campi

Ai 9 Municipi si deve aggiungere la zona del porto con un'estensione di 845,48 ettari di cui 234,97 di centro abitato, per una popolazione di soli 83 residenti.

2.2 IL CANALE DI CALMA

Il Canale di Calma è lo specchio portuale compreso fra la Diga Foranea e il rilevato dellôAeroporto di Genova, che si estende dal bacino di Multedo a ponente alla foce del Torrente Polcevera a levante.

La configurazione originaria delle opere è desumibile da disegni di archivio risalenti al 1961, forniti dallôAutorità Portuale di Genova, di cui nelle figure seguenti si riportano un estratto planimetrico e alcune sezioni significative.

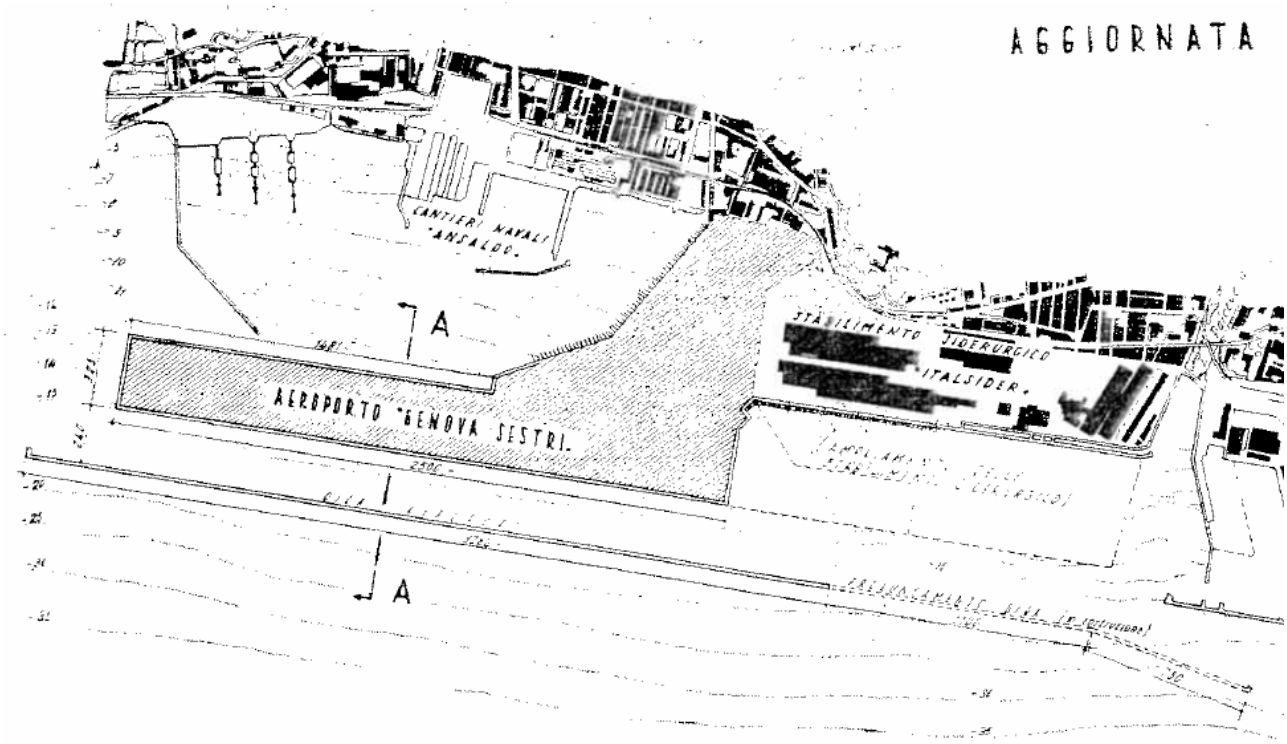


Figura 2-4 - Configurazione planimetrica Canale di Calma nel Dicembre 1961

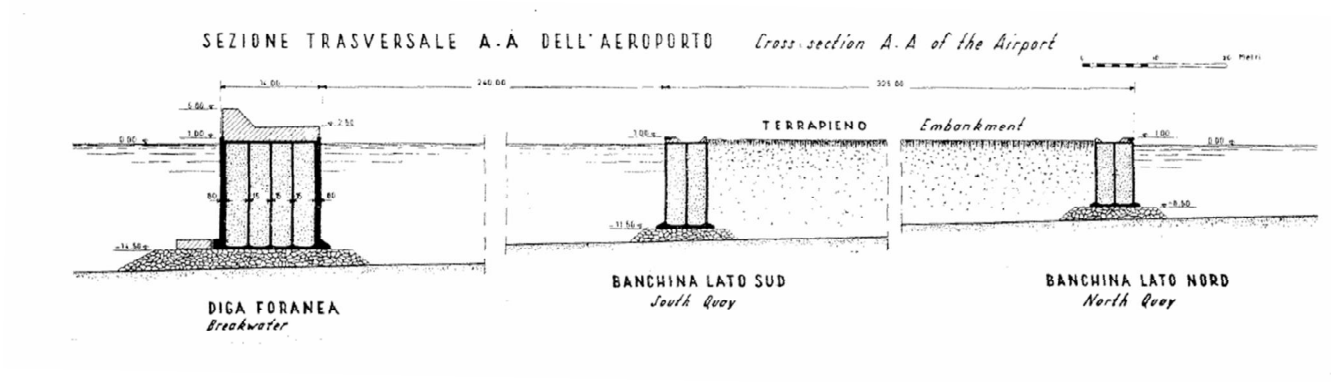


Figura 2-5 - Sezione tipo Canale di Calma / Rilevato Aeroporto nel Dicembre 1961

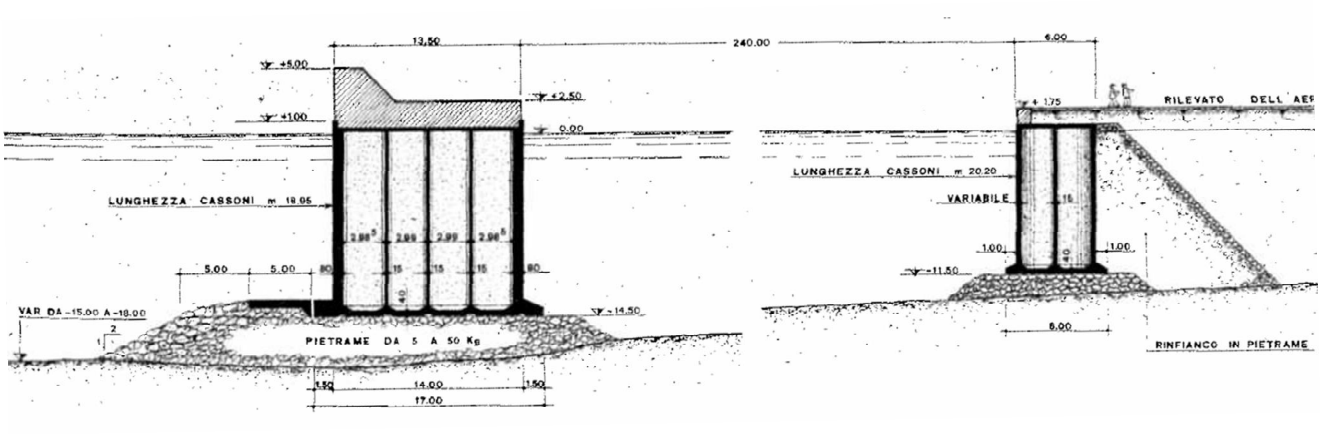


Figura 2-6 - Sezione tipo Diga Foranea e Banchina Aeroporto di Genova

La banchina dellôaeroporto e la diga foranea sono entrambe realizzate mediante cassoni cellulari in c.a., posati su uno scanno di imbasamento in pietrame selezionato.

La banchina è costituita da cassoni cellulari a due celle, di dimensioni 6x20,20 m e caratterizzati da altezze comprese tra 8 e 12 metri. Lôimbasamento presente altezza variabile a seconda della profondità del fondale e della tipologia di cassoni cellulari impiegati (nella sezione tipologica presenti nei documenti di riferimento la sommità dello scanno è a quota -11,50 m s.l.m.). Il masso di sovrastruttura è caratterizzato da un elemento in conglomerato cementizio armato, di larghezza inferiore al cassone, e presenta una quota di coronamento pari a +1,75 m s.l.m. A tergo della banchina è presente un cuneo di rinfianco in pietrame.

La diga foranea è costituita da cassoni a quattro celle, di dimensioni 13,50x18,95x15,50H metri, imbasati a quota -14,50 m s.l.m. sulla sommità dello scanno di imbasamento. I cassoni sono sormontati da un masso di sovrastruttura in calcestruzzo, con coronamento a quota +2,50 m s.l.m. e muro paraonde sul lato esterno la cui sommità raggiunge la quota +5,00 m s.l.m.

Nel tratto esterno a levante prospiciente la banchina dellôarea ILVA (vedere figura seguente), la diga foranea è costituita da cassoni a 5 celle; la quota di coronamento del muro paraonde è di +6,00 m s.l.m. Le scarpate dello scanno di imbasamento, di maggiore potenza rispetto alla sezione tipologica descritta in precedenza, sono rivestite da scogliere di protezione.

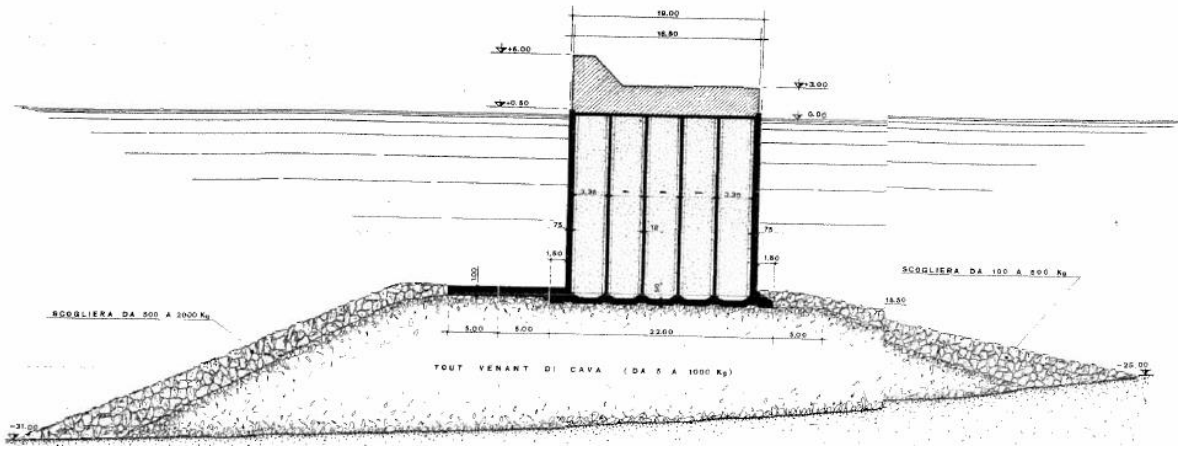


Figura 2-7 - Sezione tipo Diga Foranea

2.3 VINCOLI PORTUALI E AEREOPORTUALI

Lôarea oggetto di intervento è attualmente ubicata in una porzione del Porto di Genova soggetta a vincoli associati alle attività portuali ed aereoportuali.

Dal punto di vista portuale, il Canale di Calma, attualmente di larghezza pari a 240 m, assolve la funzione di area di transito tra il bacino portuale di Sampierdarena e quello di Multedo. La redazione del Progetto Definitivo e la fase autorizzativa che ne è derivata hanno affrontato ed analizzato nello specifico gli impatti che la presenza dellôOpera a Mare genera sul traffico marittimo in transito nel Canale di Calma. Nella fattispecie, la redazione di uno studio specialistico (Relazione simulazioni di manovra nel Canale di Calma) ha portato ad individuare la larghezza funzionale residua atta a garantire lôattuale fruibilità del Canale di Calma. La fase autorizzativa presso gli enti competenti ha così portato a stabilire per il Canale di Calma una larghezza residua finale pari a 75 m (e conseguentemente una larghezza per lôOpera a Mare pari a 165 m).

Per quanto riguarda lôattività aeroportuale, lôArea di Intervento risulta limitrofa alla pista aereoportuale esistente e ricade per il suo intero ingombro allôinterno dellôñ*Obstacle Free Zone*ò e alle ñ*Superfici di Transizione*ò dellôAeroporto. Tali aspetti comportano quindi i seguenti principali vincoli:

- La superficie dellôOpera a Mare dovrà rispettare quanto previsto per le aree limitrofe alle piste aereoportuali (tale aspetto sarà principalmente affrontato nel successivo Lotto; nel presente Lotto 5 vengono presi a riferimento solo i carichi aereoportuali nel progetto di parte delle opere di conterminazione);
- I mezzi operativi, che in fase costruttiva, operano nellôarea dovranno rispettare rigorosamente i vincoli aeroportuali relativi allo spazio aereo circostante.

Per quanto riguarda la fase costruttiva, dovranno essere rispettati gli spazi di sicurezza per il decollo ed atterraggio degli aerei, organizzando il cantiere in modo tale da eseguire in assenza di traffico le lavorazioni che ricadono nelle aree che presentano significative limitazioni.

Le modalità operative definite per il cantiere sono calibrate con lôobiettivo di rispettare rigorosamente i suddetti limiti.

Qualora in fase realizzativa dovessero rendersi necessarie modalità esecutive differenti con altezze operative maggiori di quelle imposte dal vincolo aeroportuale, ENAC dovrà preventivamente dare la propria autorizzazione.

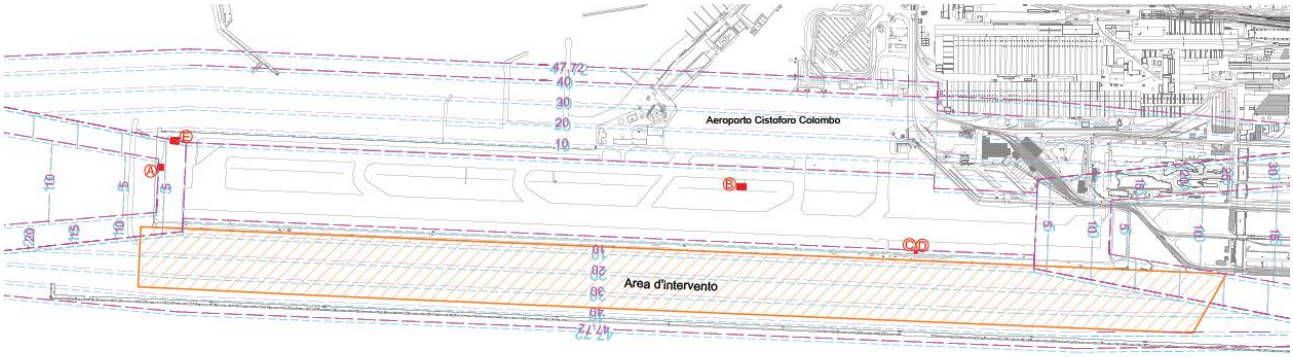


Figura 2-8 - Planimetria vincoli aereoportuali (Tratta da Elaborato CAP0100)

Costituisce fonte dôinterferenza anche parte della strumentazione elettronica di terra dellôAeroporto. Nello specifico, per ogni strumentazione si individua un volume (BRA - Building Restricted Areas) dove la presenza di edifici può generare unôinterferenza non accettabile con il segnale associato al volume di funzionamento della singola apparecchiatura.

Nello specifico le radioassistenze che sono caratterizzate da presenza di BRA sono le seguenti:

- LOC Thales Mod. 411: Localizzatore operante sulla frequenza 109.300 MHz, costituito da apparati in configurazione ridondata (primario/riserva con scambio automatico) e unôantenna composta da 13 elementi, posizionata a destra del prolungamento della pista, a circa 200 m dallôasse pista (coordinate 44°24ô59.8òN - 08°49ô22òE). Il Localizzatore è dotato di un sistema di monitoraggio a garanzia della correttezza del segnale irradiato, la cui antenna è posizionata a circa 60 m dallôantenna LOC;
- SISTEMA RADAR APP: Sistema Radar per la rilevazione dei movimenti nellôarea di avvicinamento aeroportuale, i cui dispositivi irradianti sono posti su una palazzina collocata tra il raccordo E e il raccordo F, allôincirca a metà tra la pista e la taxiway (coordinate 44°24'43.9"N - 08°50'47.5"E);
- SISTEMA ILS/DME RWY 28 Sistema di avvicinamento strumentale di precisione asservito alla testata ï28ò operante in Categoria I ICAO;
- GP Thales Mod. 412 Guida di Planata operante sulla frequenza 332.000 MHz associata al localizzatore, costituita da apparati in configurazione ridondata (primario/riserva con scambio automatico) e unôantenna composta da 3 dipoli, posizionata a sinistra della direzione di avvicinamento per pista 28 a circa 75 m dallôasse pista, in corrispondenza del touch down point (coordinate 44°24ô32.5òN - 8°51ô11.6òE);
- DME-P Thales Mod. 415 Distance Measuring Equipment di precisione operante sul canale 30X associato al sistema GP e costituito da apparati in configurazione ridondata (primario/riserva con scambio automatico) e unôantenna a dipolo (coordinate 44°24'32.3"N - 08°51'11.5"E);
- SISTEMA VOR/DME ïSESò Equipaggiamenti posti sulla destra del fine pista 28 a circa 400 metri dallôasse pista;
- VOR Thales Mod. 432: VHF Omnidirectional Range operante sulla frequenza 108.600 MHz costituito da apparati in configurazione ridondata (primario/riserva con scambio automatico) ed antenna (coordinate 44°25'02.4"N - 08°49'25.1"E) composta da 50 dipoli disposti in modo circolare più uno centrale. Il sistema è dotato di batterie in tampone che garantiscono una minima autonomia nellôalimentazione del sistema in caso di mancanza dellôenergia elettrica.

Lôelaborato GEN0013 descrive e riporta la rappresentazione grafica delle BRA individuate per le singole strumentazioni.

Prima dellôinizio della fase di costruzione, lôAppaltatore dovrà verificare lôinterferenza dei mezzi utilizzati con le BRA ed effettuare incontri specifici con ENAC (Ente Nazionale dellôAviazione Civile) ed ENAV (Ente Nazionale Assistenza al Volo) al fine di concordare ed ottenere specifiche indicazioni e vincoli operativi.

2.4 RILIEVO TOPOGRAFICO

Il presente progetto è basato su un rilievo topografico del 2009, eseguito a supporto della precedente fase progettuale. Le informazioni celerimetriche riguardano principalmente il rilevato aereoportuale e la Diga Foranea; informazioni associate ai sotto servizi presenti nellôarea (principalmente identificati come scarichi delle reti di drenaggio e del reticolo idrografico) sono

dettagliate ed identificate mediante elaborati progettuali di riferimento. Limitatamente alle aree su terraferma contigue allôopera a mare non si sono ritenuti necessari approfondimenti del rilievo topografico per la fase di progettazione esecutiva.

2.5 RILIEVO BATIMETRICO

Per quanto riguarda il rilievo batimetrico, nella precedente fase progettuale sono state eseguite due differenti campagne:

- Attività periodo 2010: comprende un rilievo batimetrico ñmultibeamò esteso dallôarea compresa tra la foce del Torrente Polcevera ed il canale di accesso al bacino portuale di Multedo;
- Attività periodo 2012: rilievo multibeam della banchina aeroportuale esistente con identificazione dellôubicazione e delle caratteristiche degli scarichi esistenti.

Si è ritenuto necessario approfondire il livello di dettaglio del rilievo batimetrico per un corretto sviluppo e dimensionamento delle opere in fase di progetto esecutivo. Nel mese di Marzo 2017 sono stati eseguiti dalla Drafinsub Survey S.r.l. di Genova rilievi batimetrici ad elevato dettaglio mediante sistema MBES dei fondali compresi nel tratto di canale di calma prospiciente lôaeroporto di Genova ï Sestri Ponente, per una superficie totale di circa 91 ettari (vedere figura seguente).

Lôarea di rilievo è delimitata a Nord dalla banchina esterna dellôAeroporto, a Sud dalla diga foranea, a Est dalla condotta di scarico presente sul fondale antistante le aree dellôItalsider, a Ovest dalla scogliera a protezione della pista aeroportuale.

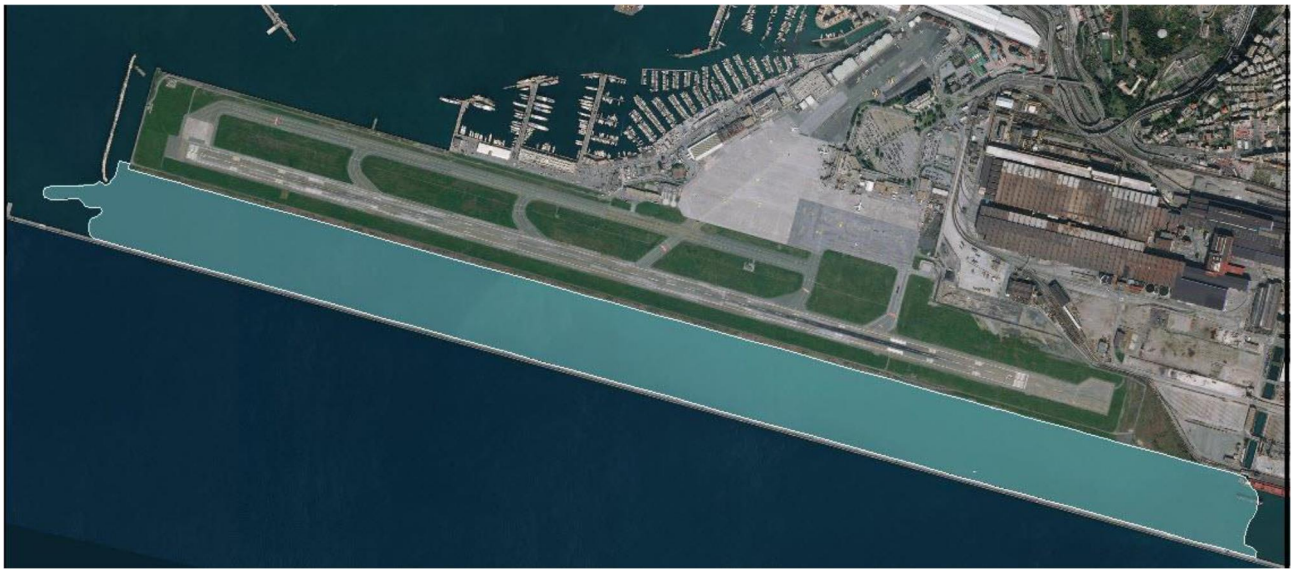


Figura 2-9 - Area dôindagine

2.5.1 Descrizione delle attività di rilievo batimetrico

Per il rilievo morfobatimetrico è stato utilizzato il sistema allo stato dellôarte Multibeam R2SONIC mod.2024. Lôecoscandaglio multifascio (multibeam) è un dispositivo estremamente risolutivo ed adatto ai rilievi idrografici che consente di rilevare contemporaneamente profondità e natura di larghe porzioni di fondale marino. Lo strumento emette simultaneamente più segnali acustici

(256 nel caso del sistema utilizzato per questo lavoro) e riceve lôeco di ritorno di una fascia di fondale di ampiezza variabile in base alle caratteristiche dello strumento utilizzato, della profondità dellôarea investigata e delle impostazioni durante lôacquisizione. Data lôinfluenza dei parametri di temperatura, salinità e pressione sulla propagazione del suono in mare, prima del rilievo multibeam deve essere effettuata una profilatura verticale della velocità del suono attraverso la colonna dôacqua, oltre alla registrazione in continuo di quella a livello superficiale.

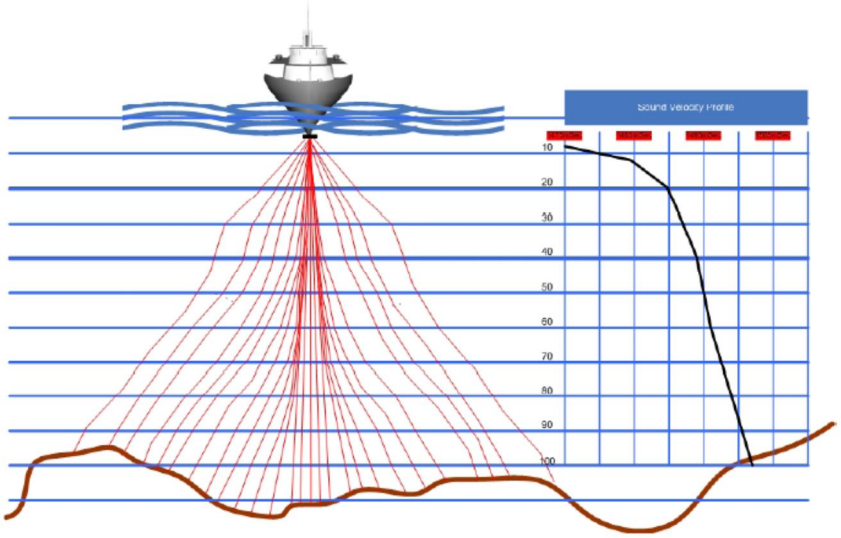


Figura 2-10 - Schema dii funzionamento delloôecoscandaglio multibeam ed esempio di profilatura verticale della velocità del suono

Questi, uniti alle posizioni GPS (Global Positioning System) e a quelli provenienti dallôunità di compensazione del moto IMU (Inertial Measurement Unit), opportunamente corretti mediante misurazione degli offset delle stesse strumentazioni montate a bordo rispetto ad un punto comune di riferimento, sono i dati di input da inserire nel software di navigazione e acquisizione, il quale provvede alla creazione in tempo reale di un modello tridimensionale a copertura totale della porzione di fondale da indagare.

I risultati della ricerca sono stati restituiti secondo la riquadratura rappresentata nella figura seguente.

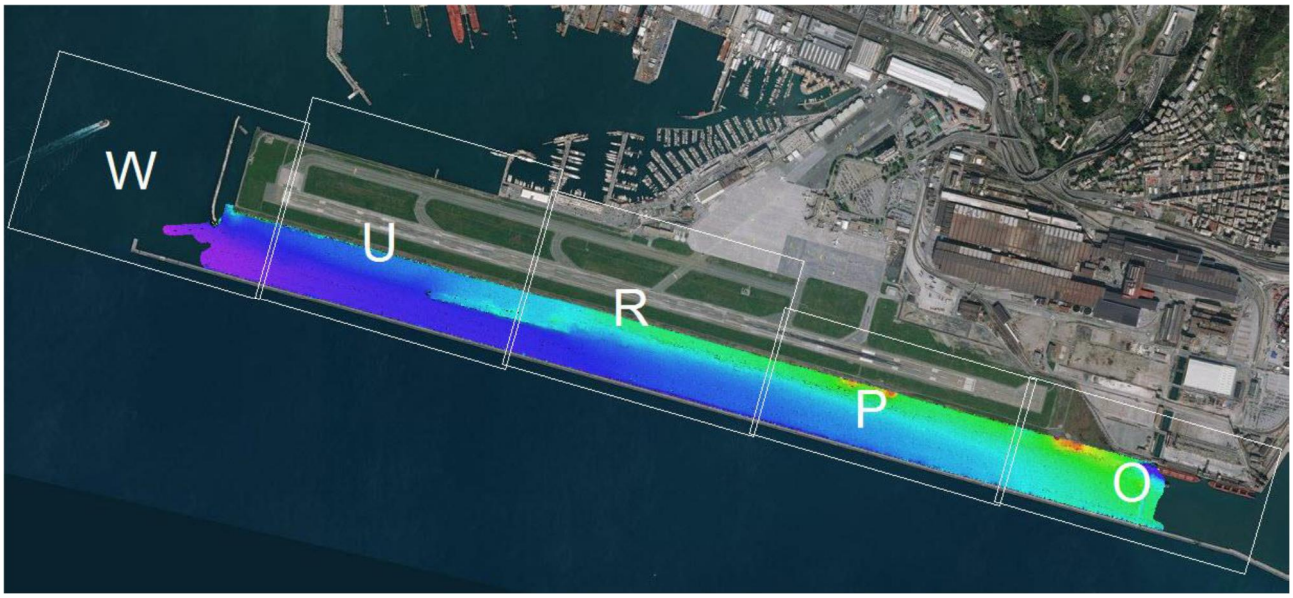


Figura 2-11 - Squadri tavole per la restituzione cartografica

Precedentemente al rilievo è stato effettuato lôinquadramento geodetico e il controllo plano-altimetrico dellôarea, affinché sia le posizioni durante la navigazione sia i dati acquisiti durante lôattività di survey marino fossero coerenti con la cartografia ufficiale.

Tabella 2-2 - Parametri geodetici utilizzati per il rilievo

Ellissoide GPS - **WGS84**	
Semiasse maggiore [m]	6 378 137
Schiacciamento	1/298.257
Ellissoide di acquisizione - **Hayford 1924 International**	
Semiasse maggiore [m]	6 378 388
Schiacciamento	1/297
Datum Shift (da WGS84) – **Genova mappa 14**	
X shift [m]	222.72
Y shift [m]	62.97
Z shift [m]	-4.03
Proiezione Cartografica - **Gauss Boaga Fuso Ovest**	
Tipo proiezione	Trasversa Mercatore
Latitudine di origine	0°
Meridiano Centrale	9°00'00"E
Falso Est [m]	1 500 000
Falso Nord [m]	0
Fattore di scala	0.9996

Il posizionamento è stato rilevato tramite tecnica RTK (Real Time Kinematic). Lôantenna di riferimento per la correzione differenziale in tempo reale (reference station) è stata posizionata su un chiodo della rete IGM, ubicato sulla diga del porto di Genova, nel tratto antistante il ponte Nino Ronco.

Tutte le quote batimetriche rilevate possono sono da considerarsi riferite al livello medio mare e già corrette dellôerrore di marea.

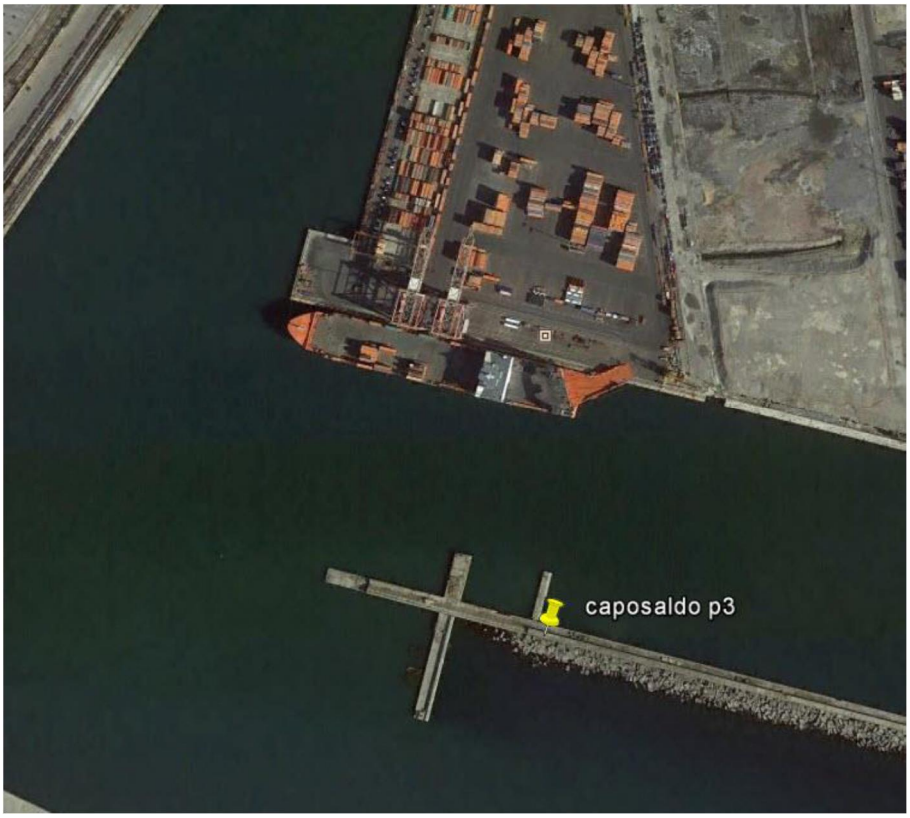


Figura 2-12 - Ubicazione caposaldo P3, punto di installazione della reference station

Prima dellôinizio delle operazioni, sono state eseguite, in prossimità dellôarea da indagare, i seguenti test e calibrazioni strumentali:

- Misurazioni Offset strumentazioni con riferimento al punto comune di riferimento, CRP (Common Reference point);
- Controllo e taratura dellôallineamento della girobussola necessario alla navigazione e misurazione del vero Nord (angolo di Heading prua imbarcazione);
- Controllo, taratura e correzione sia degli errori temporali (sincronizzazione sistemi) sia degli errori angolari derivati dal montaggio fisico degli strumenti IMU e MBES sullôimbarcazione di rilievo, in sequenza: Latency (Time), Pitch, Roll, Yaw;
- Profilatura della velocità del suono in acqua di mare;
- Test funzionali a secco, in acqua e sintonizzazione del sistema MBES;
- Calibrazione del sistema MBES.

Nelle figure seguenti si riporta la restituzione del rilievo eseguito.

Si osserva che il fondale degrada da Est verso Ovest; al centro del canale è ben visibile una zona con materiale di riporto e relitti.

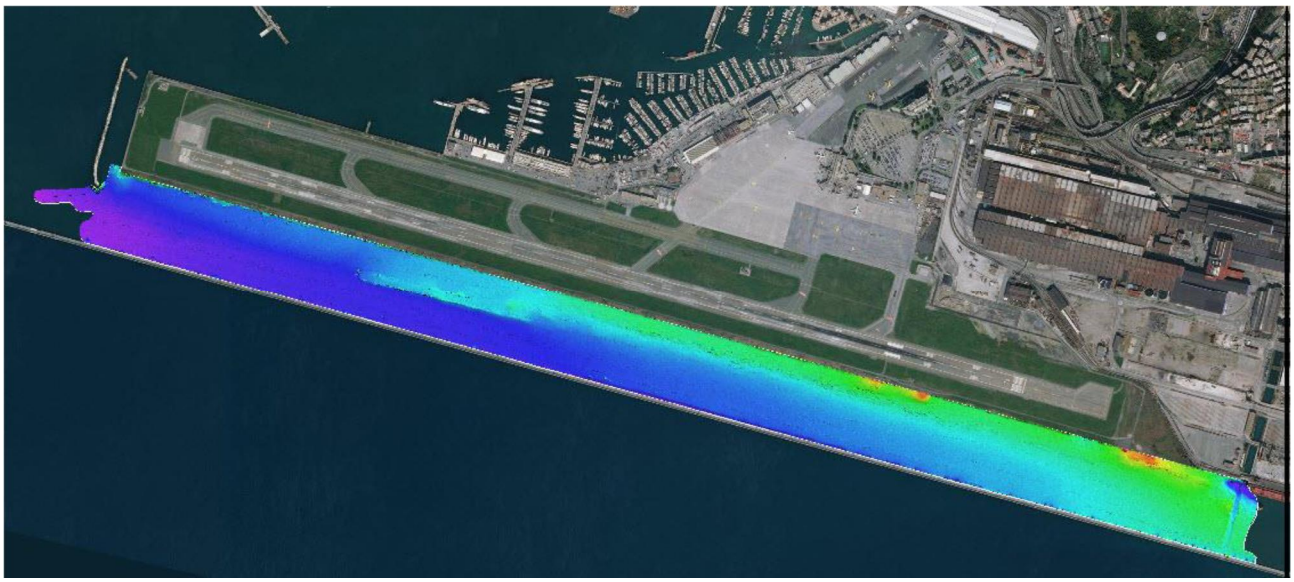


Figura 2-13 - Area dôindagine: DTM su foto satellitare

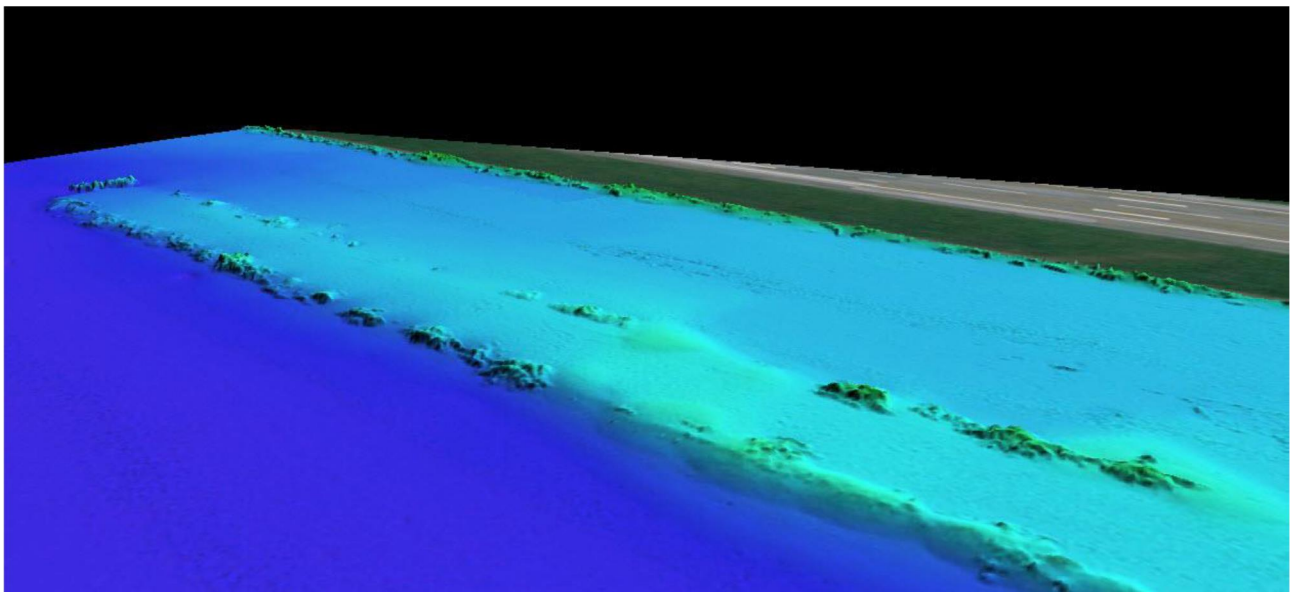


Figura 2-14 - Area dôindagine: 3D model

2.5.2 Strumentazione utilizzata

Le caratteristiche del sistema utilizzato per lôesecuzione del rilievo sono le seguenti:

- Sistema di posizionamento RTK OTF;
- Sistema di acquisizione ed elaborazione dati hardware/software generalmente dedicati a questo scopo;
- Girobussola;
- Compensatore dôonda per la correzione delle profondità rilevate in relazione al moto ondoso;
- Compensatore di moto per la correzione delle profondità rilevate in funzione dei movimenti di onda, rollio e beccheggio della piattaforma di installazione del sistema multibeam;

- Sonda di velocità del suono in acqua di mare;
- MBES 8125:
  - Frequenza di lavoro: 455 KHz
  - Risoluzione: da 1 a 2 cm dipendente dal fondale
  - Campo di apertura: fascio ultrasonoro a 120°
  - Range massimo: 120 m
  - N° fasci ultrasonori: 240
  - Focalizzazione del singolo fascio: 0.5° x 1°
  - Ampiezza fondale rilevata: 3.5 x profondità

Sono stati utilizzati i seguenti mezzi ed apparecchiature:

- N° 1 Pilotina in VTR dotata di motore fuoribordo e pozzetto a centro barca per immersione trasduttori multibeam e singlebeam;
- Sistema GPS RTK OTF TRIMBLE 5700 costituito da n°1 unità navigatore e n°1 unità reference posta su caposaldo ricavato della rete dôinquadramento IGM95;
- N°2 Radiomodem per le correzioni di posizione;
- N°1 Sound Velocity profiler (Sonda per taratura velocità ultrasuoni in acqua di mare);
- N°1 sistema profilatore multibeam RESON 8125 a 455KHz x 240 ecoscandagli focalizzati 0.5° x 1°;
- N°1 Sistema di navigazione inerziale composto da girobussola completo di compensazione pitch-roll-heave-attitude TSS o APPLANIX;
- N°1 Computer PANASONIC TOUGHBOOK CF-31 per acquisizione dati GPS;
- N°1 Computer Laptop Industriale Pentium QUAD Core per acquisizione dati MBES;
- Registrazione dati batimetrici, controllo in tempo reale della navigazione su rotte pre-impostate e gestione di tutti gli strumenti interfacciati con software idrografico RESON PDS2000 in ambiente Windows 7 Pro;
- Sistema dôalimentazione delle apparecchiature composto di: Generatore 220V, Inverter sinusoidale elettronico, sistema in tampone costituito da batterie piombo acide al gel DRYFIT da 12V e 24V di diverse capacità.

Per lôesecuzione dei rilievi e la post-elaborazione finale dati è stato utilizzato il seguente software specialistico:

- Software post-elaborazione dati geodetici e topografici TRIMBLE TG Office;
- Post-elaborazione e unione dei dati topo-morfologici e batimetrici registrati mediante software idrografico PDS2000, Fledermaus;
- Sound Velocity Profiler software;
- Software per la pianificazione delle rotte;
- Software per la trasformazione delle coordinate.

2.6 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Dal punto di vista geologico lôarea in esame si inserisce in un settore di grande complessità strutturale, che tradizionalmente giustappone il dominio orogenico alpino a quello appenninico, descritto in letteratura come ñmodo collisionale ligureò (Laubscher at. al., 1992).

Procedendo da ovest verso est, sono riconoscibili tre settori con caratteristiche geologiche e strutturali peculiari:

- il Gruppo di Voltri;
- la Zona Sestri Voltaggio;

- Il Dominio dei Flysch Appenninici, costituito da differenti unità tettoniche e tettonometamorfiche impilate con vergenza europea (circa E-W allo stato attuale).

Lôarea di progetto è interessata principalmente dalla presenza di formazioni appartenenti al Gruppo di Voltri, con unità costituite da prevalenti calcescisti e prasiniti (metabasiti), ma anche da subordinate rocce di origine mantellica quali serpentiniti e peridotiti (Unità Alpicella, Unità Ortiglieto, Unità Palmaro-Caffarella, Unità Voltri-Rossiglione). Nella zona orientale si riscontrano invece formazioni appartenenti al Gruppo Sestri ï Voltaggio, con le Unità Tettonometamorfiche Gazzo - Isoverde e Figogna, oltre a depositi tardo e post orogenici.

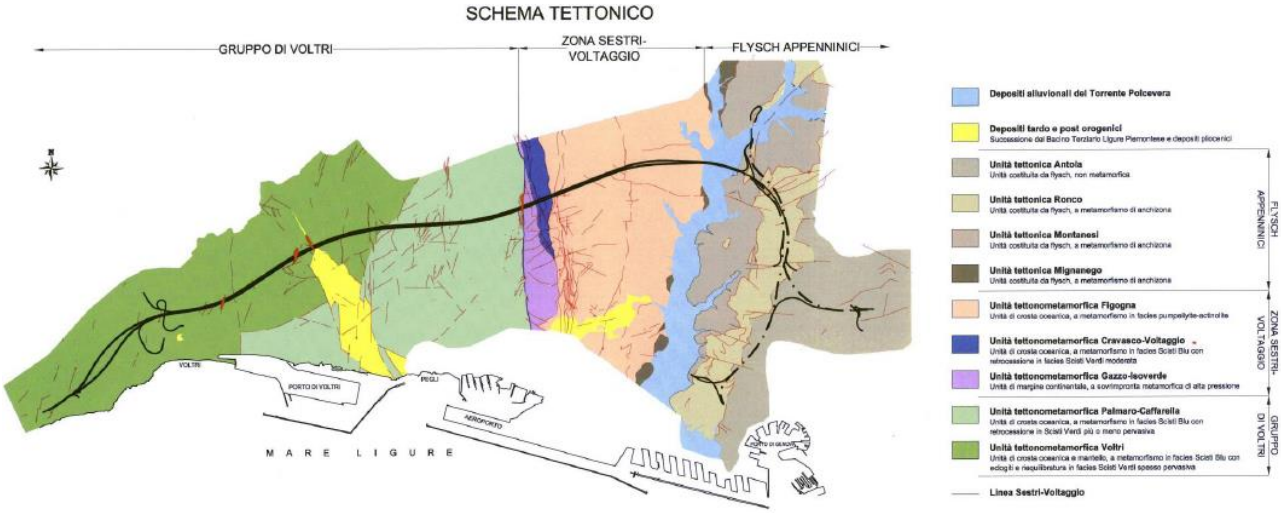


Figura 2-15 - Schema tettonico dellôarea di studio (da Progetto CARG modificato)

Nellôambito dellôarea oggetto del presente intervento è stata riconosciuta una sola formazione geologica di substrato, rappresentata dai Metabasalti del Monte Figogna; al di sopra di tale formazione sono stati rinvenuti depositi alluvionali e marini, costituiti da materiale a granulometria eterogenea.

Si riporta di seguito una breve descrizione delle singole formazioni, rimandando alla ñRelazione Geologicaò (cfr. elaborato GEO0001) per lôinquadramento completo

Metabasalti del Monte Figogna

Metabasalti massivi ed a cuscini, con orizzonti di brecce basaltiche a tessitura fluidale, più raramente si rinvengono filoni massicci a tessitura doleritica. Localmente sono presenti metadioriti in filoni, di spessore da decimetrico a metrico, a tessitura granulare, con fenomeni di autoclastesi ai bordi. I metabasalti si presentano poco deformati; un accenno di scistosità è più evidente dove si osserva lo stiramento dei pillow, che però solo raramente risulta accentuato. Età ipotizzata dal CARG: Malm

Depositi Alluvionali

Le alluvioni presenti nellôambito dellôarea indagata sono attribuibili al torrente Polcevera, che sfocia direttamente in mare proprio in questa zona; i depositi sono costituiti principalmente da ghiaie medie e grossolane a matrice sabbiosa.

Depositi Marini

Sono caratterizzati da assetti litostratigrafici e da composizione granulometrica estremamente eterogenea: superficialmente i depositi hanno granulometria variabile da sabbie a limi, con percentuali variabili di ghiaia e con consistenza tipicamente da sciolta a mediamente

addensata. Questi depositi sovrastano i già descritti Metabasalti ed i depositi alluvionali. Nella porzione occidentale del canale di calma, a profondità variabile da 34 a 41 m, i depositi marini sono costituiti da argille consistenti. Tali depositi si interdigitano nella porzione orientale ai depositi alluvionali ascrivibili al torrente Polcevera.

Materiale di Riporto

Il riempimento antropico, costituito da materiale di svariata natura e pezzatura, si riscontra principalmente in prossimità del rilevato aeroportuale, che è stato costruito anche mediante lôimpiego di cassoni; uno spessore ridotto di materiale antropico è comunque presente anche al di fuori delle pertinenze aeroportuali ed in particolare proprio allôinterno del canale di calma. Lo spessore del riporto in corrispondenza del rilevato aeroportuale si attesta tra i 16 ed i 17 metri circa, mentre nel canale di calma, ove presente, il materiale antropico raggiunge spessori massimi nellôordine dei 5 metri.

2.7 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

2.7.1 Caratterizzazione dei terreni di fondazione

La caratterizzazione dei terreni di fondazione dellôarea è stata eseguita utilizzando:

- Le indagini geotecniche eseguite nellôarea propedeuticamente alla redazione del Progetto Definitivo (periodo 2010);
- Le indagini geotecniche eseguite negli anni precedenti, in un arco temporale compreso tra il 1960 ed il 2013.

Preliminarmente allo sviluppo del Progetto Definitivo è stata eseguita una campagna di indagine geognostica comprendente sia sondaggi a carotaggio continuo sia prove in foro classiche (SPT e CPT) e sismiche (CrossHole). Lôindagine ha investigato sia i terreni ubicati in prossimità del sedime di fondazione dellôopera a mare e anche lungo la pista aeroportuale esistente.

Il quadro conoscitivo è stato completato dalla disponibilità di ulteriori dati pregressi e di archivio sullôarea, riferiti a progetti sviluppati nellôarea in un periodo compreso tra il 1960 ed il 2013, ubicate principalmente in corrispondenza dellôedificio aeroportuale, dellôattuale darsena per nautica da diporto, del terminale petroli entrambi ubicati a nord dellôattuale pista aeroportuale e limitrofamente al canale di Calma. Le verticali dôindagine disponibili, pari complessivamente a circa 80 punti, sono costituite sia da sondaggi a carotaggio continuo (caratterizzati da profondità comprese tra i 10 m ed i 60 m) sia da prove in sito che di laboratorio. Pregio delle informazioni disponibili è anche quello di fornire una caratterizzazione dei terreni costituenti i fondali in condizioni vergini, oltre a quello di identificare le proprietà del riempimento costituente la pista aeroportuale ed i terreni di fondazione.

Per quanto riguarda la caratterizzazione stratigrafica, in accordo ai contenuti dellôelaborato di Progetto Esecutivo, Relazione geotecnica e sismica (APE0001), si distinguono le seguenti unità geotecniche per i terreni presenti in sito:

- Unità A: rappresenta il materiale di fondale; essa è costituita da sabbie (57% in media) limose (34% in media) a debole componente argillosa (6% in media) e ghiaiosa (2% in media) con contenuto dôacqua compreso tra 17% e 46% e peso di volume compreso tra 17.6 kN/m^3 e 19.9 kN/m^3 (con media pari a 18.8 kN/m^3);
- Unità B: è costituita da alternanze di sabbie fini limose e limi sabbiosi e si presenta mediamente addensata; lôalternanza è osservabile dallôanalisi del contenuto di fine (120 risultati dalle prove di laboratorio) che presenta una variabilità compresa tra 6% e 89% senza particolare dipendenza dalla profondità. Lôanalisi descrittiva mostra che il valore più frequente del contenuto di fine si attesta intorno al 39%. Il contenuto dôacqua risulta

compreso tra 4% e 74% mentre il peso di volume risulta compreso tra 17.3 kN/m^3 e 21.3 kN/m^3 (con media pari a 18.75 kN/m^3). Lôunità B è caratterizzata da una elevata variabilità dei parametri di deformabilità, si considera per tale unità una matrice prevalentemente sabbiosa, caratterizzata da un valore medio caratteristico del modulo di Young di 42 MPa. Allôinterno dellôunità sono presenti tuttavia sottostrati di natura maggiormente limosa, che non condizionano il comportamento generale drenato dellôunità geotecnica B; in ottica cautelativa si considera per il calcolo dei cedimenti anche uno scenario caratterizzato dal valore minimo dovuto alla deviazione standard, corrispondente a un modulo di Young di 15 MPa.

- Unità C: è costituita da una sabbia media con percentuale di fine compresa tra 4% e 57%; il valore più frequente di CF è 25% ed è prevalentemente costituito dalla frazione limosa. Il contenuto dôacqua è compreso tra 15% e 32% e peso di volume compreso tra 18.3 kN/m^3 e 21.9 kN/m^3 (con media pari a 19.4 kN/m^3);
- Unità D: è costituita da una ghiaia e sabbia con percentuale di fine compresa tra 5% ed il 10%; il valore medio di CF è 8%. Il contenuto dôacqua è compreso tra 9% e 37% e peso di volume compreso tra 18.4 kN/m^3 e 23.5 kN/m^3 (con media pari a 20 kN/m^3);
- Unità E: è costituita da un limo (60%) ed argilla (20%) in percentuali variabili a seconda della profondità e della posizione planimetrica; la frazione di fine complessiva è compresa tra 43% e 100% con media pari a 85%. Il limite liquido è compreso tra 23 e 55 con media pari a 42, il limite plastico è compreso tra 18 e 30 con media pari a 25 e lôindice di plasticità è compreso tra 4 e 26 con media pari a 16. Il contenuto dôacqua è compreso tra 20% e 46% e peso di volume compreso tra 17.6 kN/m^3 e 21.1 kN/m^3 (con media pari a 19.5 kN/m^3);
- Unità F: è costituita da rocce meta basaltiche ed è stata rinvenuta solamente presso il sondaggio SJ5 lungo la sezione stratigrafica G-G. Tale unità è individuata a una profondità di circa 27 m dal fondale;
- Unità G: è costituita da un limo (65%) sabbioso (20%) con argilla (10%) in percentuali variabili a seconda della profondità e della posizione planimetrica; la frazione di fine complessiva è compresa tra 52% e 98% con media pari a 76%. Il contenuto dôacqua è compreso tra 16% e 49% e peso di volume compreso tra 17.3 kN/m^3 e 19.6 kN/m^3 (con media pari a 18.3 kN/m^3).

Di seguito si riepilogano i principali risultati della caratterizzazione geotecnica e dei profili stratigrafici ottenuti.

Tabella 2-3 Parametri caratterizzazione geotecnica

Unità stratigrafica	γ (kN/m^3)	φ (°)	E (MPa)	DR (%)	Cu (kPa)	c' (kPa)
A	18.8	32	5	33		
B	18.7	34	15-42	46		
C	19.4	34	78	47		
D	20.0	35	95	51		
E	19.5	35	47	48	102	10
G	18.3	32	41	31	80	8
R	20	36	71	50		

2.7.2 Caratterizzazione dei materiali di riempimento

Il materiale di smarino viene conferito nellôopera o mediante utilizzo di slurrydotto o attraverso lôutilizzo di mezzi di movimentazione terrestre (camion).

La movimentazione con slurrydotto interessa principalmente il materiale caratterizzato dalla presenza di amianto sotto i limiti e le concentrazioni di legge, mentre la movimentazione con mezzi terrestri interessa il materiale senza presenza di amianto.

Per quanto riguarda la caratterizzazione del materiale di smarino proveniente dallo slurrydotto e quindi sotto forma di fanghi, la seguente Tabella 2-4 riporta la sintesi dei parametri ottenuti per la caratterizzazione.

Tabella 2-4 - Caratterizzazione del materiale di smarino.

Parametro	**Valore**
Peso di volume a breve termine	13.5 kN/m^3
Peso di volume dopo la sedimentazione	14 kN/m^3
Peso di volume a lungo termine	18 kN/m^3
Angolo di taglio a breve termine	20°
Anglo di taglio a lungo termine	28°
Indice dei vuoti a breve termine	3.62
Indice dei vuoti a lungo termine	1.91

Tale materiale viene disposto a partire dal fondale e viene eseguito il riempimento dellôarea interna alla conterminazione fino a una quota di -1.00 m s.l.m..

Sullôestradosso del materiale caratterizzato da presenza di amianto, viene posto in opera un capping con materiale di smarino selezionato, non amiantifero. Lo stesso materiale viene impiegato anche per eseguire il riempimento dei cassoni e il rinfianco disposto sul lato interno dei cassoni, lungo tutto lo sviluppo dellôopera di conterminazione. Si riportano di seguito i parametri geotecnici assegnati a questo materiale per le verifiche e che dovranno pertanto essere garantiti durante lôesecuzione delle opere.

- γ = 18 kN/m^3
- ű ô= 38°
- cô= 0 kPa
- E = 40 MPa

2.7.3 Caratterizzazione dei materiali per costruzione

Nel progetto del Lotto 5 sono impiegati anche materiali selezionati da cava utilizzati per corpi dôopera quali scanno dôimbasamento, riempimento dei cassoni e rinfianchi.

Il materiale costituente lo scanno di imbasamento è classificabile come scapolame realizzato con materiali di peso compreso tra 5 kg e 50 kg, dalle seguenti proprietà minime.

- γ = 20 kN/m^3
- ű ô= 40°
- cô= 0 kPa
- E = 60 MPa

Per quanto riguarda il rinfianco, esso è classificabile come un materiale granulare tipo tout venant, puramente attritivo, dalle seguenti proprietà minime.

- γ = 18 kN/m^3
- ű ô= 38°
- cô= 0 kPa
- E = 40 MPa

Come materiale da costruzione può essere utilizzata anche la frazione di smarino non amiantifero, purché rispetti le caratteristiche chimico-fisiche idonee per tale impiego. Allôinterno del Capitolato Tecnico Dôappalto (Doc N°NT0001) e nelle pagine successive della presente relazione sono identificate le caratteristiche geotecniche e chimico fisiche necessarie per un reimpiego dei materiali senza amianto.

Preliminarmente allôesecuzione delle opere di conterminazione si prevede lôesecuzione di un intervento di consolidamento tramite vibroflottazione con apporto di materiale del terreno di fondazione ubicato sotto il sedime degli argini e delle opere di conterminazione dellôOpera a mare.

Preliminarmente allôintervento di consolidamento, si prevede la stesa in opera sul fondale di uno strato di materiale di inerte caratterizzato da una pezzatura compresa tra 30 e 100 mm, per uno spessore di m 1,50. Al termine del trattamento si prevedono possibili fenomeni di subsidenza del fondale, per uno spessore di circa 50 cm. Per questa ragione si prevede la messa in opera, a seguito dellôintervento di vibroflottazione, di uno strato di 50 cm di materiale analogo a quello impiegato per la vibroflottazione, sempre caratterizzato da pezzatura compresa tra 30 mm e 100 mm, al fine di ripristinare la quota del fondale naturale.

2.8 CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Con riferimento al paragrafo 2.4.3 del D.M. 14 gennaio 2008, le azioni sismiche sulla costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento, VR, che si ricava moltiplicando la vita nominale, VN, per il coefficiente dôuso, CU, secondo la seguente relazione:

$$VR = VN * CU$$

dove:

- CU = 2,0 essendo lôopera in Classe IV (costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti);
- VN = 100 anni essendo lôopera infrastrutturale, ascrivibile alla tipologia di gradi opere.

Con riferimento alla (2) il periodo di riferimento per lôazione sismica vale:

$$VR = 100 \text{ anni} * 2,0 = 200 \text{ anni}.$$

Per le verifiche in condizioni provvisorie in fase di cantiere si considera la durata prevista del cantiere, dellôordine di 10 anni, a cui si associa una vita nominale di 10 anni e di conseguenza un periodo di riferimento per le verifiche di 20 anni.

La verifica sismica considerata è quella di stato limite di conservazione della vita (SLV) la cui probabilità di superamento PVR risulta pari al 10% (Tab. 3.2.I del D.M. 14/01/2008):

La determinazione dellôazione sismica di riferimento è stata eseguita tramite lôausilio del foglio excel ñSpettri-NTC, versione 1.03ò, rilasciato dal Consiglio Superiore del Lavori Pubblici.

Per lôanalisi dellôazione sismica si sono considerate le seguenti coordinate del sito:

- Latitudine: 44,41037°;
- Longitudine: 8,84156°.

Si riporta di seguito la tabella dei parametri di accelerazione associati ai differenti stati limite previsti da normativa.

Tabella 2-5 - Tabella parametri sismici T = 200 anni

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	120	0,039	2,551	0,250
SLD	201	0,047	2,527	0,273
SLV	1898	0,098	2,583	0,314
SLC	2475	0,106	2,588	0,317

Tabella 2-6: Tabella parametri sismici T = 20 anni

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	30	0.022	2.558	0.180
SLD	35	0.024	2.548	0.187
SLV	332	0.056	2.546	0.283
SLC	682	0.070	2.564	0.298

Nel caso in esame, il coefficiente di amplificazione topografica S_T è stato assunto unitario.
Per quanto riguarda il coefficiente di amplificazione stratigrafica S_S, si adotta una categoria di suolo D con applicazione di un coefficiente di amplificazione stratigrafica S_S pari a 1.8.

Alla luce dellôimportanza dellôopera, si è ritenuto necessario eseguire le verifiche di suscettibilità alla liquefazione dei terreni di fondazione, che non hanno evidenziato criticità.

2.9 CARATTERIZZAZIONE METEOMARINA

La caratterizzazione meteomarina dellôarea di studio è stata realizzata mediante lo sviluppo di uno studio meteomarino dedicato, Doc. N. IDR0001.

In particolare lo studio meteomarino sviluppato nellôambito del progetto definitivo è stato aggiornato/integrato mediante il reperimento, lôelaborazione e lôanalisi di dati meteomarini aggiornati rappresentativi dei fenomeni meteomarini e climatici verificatisi negli anni più recenti.

Sulla base dei nuovi dati reperiti è stato quindi caratterizzato il clima ondoso al largo di Genova in termini sia di regime tipico annuale (analisi nel medio termine) sia di eventi estremi (analisi nel lungo termine). Mediante lôapplicazione di modelli numerici allo stato dellôarte, e tenendo conto delle caratteristiche morfologiche dei fondali, si stima il clima ondoso a costa, le caratteristiche direzionali e i parametri principali dei valori estremi a costa utili ai fini della progettazione.

Nel definire i parametri meteomarini di progetto si è tenuto conto delle osservazioni delle Autorità Competenti sulle precedenti fasi progettuali.

In Figura 2-16 è riportato lo schema batimetrico utilizzato per la propagazione dei dati di moto ondoso dal largo verso costa mediate il modello spettrale di terza generazione SWAN, i cui dettagli e risultati completi vengono riportati nello óStudio Meteomarinoò Doc. N. IDR0001. Nella stessa figura è stato anche evidenziata la geometria del nuovo rilevato, e la posizione dei punti A, B e C in prossimità dei quali nel seguito vengono stimati i valori estremi di moto ondoso.

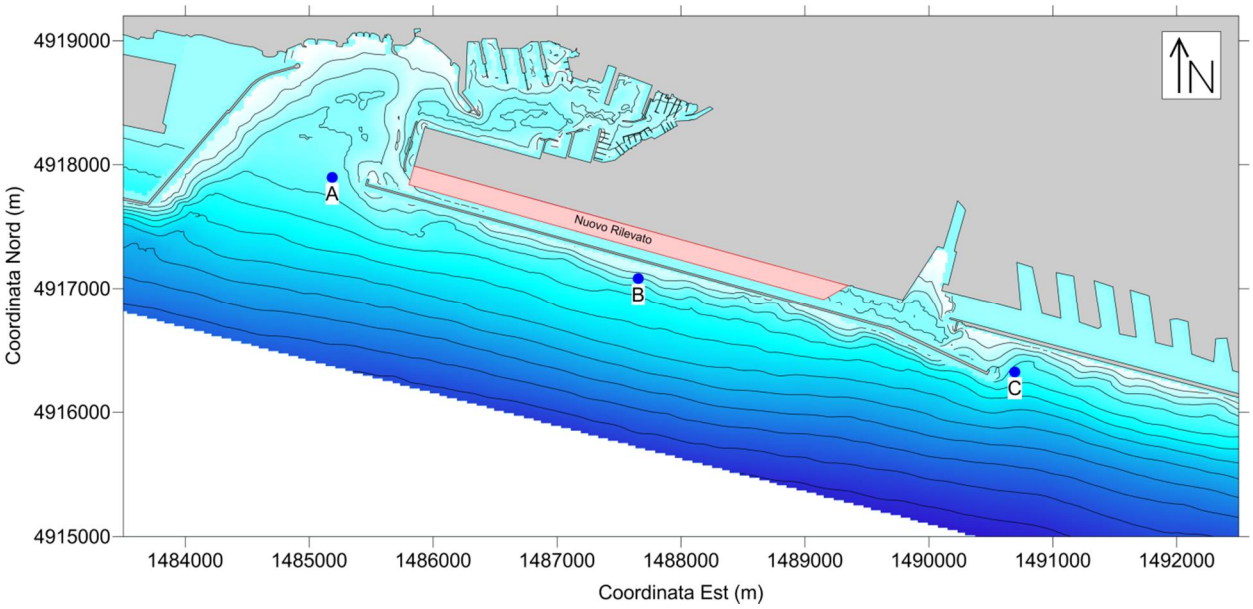


Figura 2-16. Schema Batimetrico Modello SWAN

Nelle tabelle seguenti vengono riportati rispettivamente i valori estremi per i periodi di ritorno 1, 5, 10 anni e 20, 200 anni ottenuti ai punti A, B e C di Figura 2-16.

Tabella 2-7. Valori Estremi di Moto Ondoso Sottocosta ï Periodi di Ritorno 1, 5, 10 anni

	Valori Estremi Sottocosta Moto Ondoso												
	Dir. Provenienza (°N)	Periodo Ritorno (Anni)											
		1				5				10			
		Hs (m)	Tp (s)	Ts (s)	Dir. Punto (°N)	Hs (m)	Tp (s)	Ts (s)	Dir. Punto (°N)	Hs (m)	Tp (s)	Ts (s)	Dir. Punto (°N)
Punto A	150	1.47	5.8	5.5	162	2.13	7.4	6.7	167	2.42	8.0	7.3	169
	180	1.77	6.2	5.7	184	2.78	8.1	7.3	188	3.24	8.8	7.9	188
	210	3.63	9.3	8.2	207	4.32	10.0	8.9	207	4.63	10.3	9.1	207
Punto B	150	1.54	5.8	5.5	159	2.25	7.4	6.7	164	2.56	8.0	7.3	166
	180	1.79	6.2	5.7	183	2.83	8.1	7.3	185	3.31	8.8	7.9	185
	210	3.60	9.3	8.2	205	4.27	10.0	8.9	204	4.57	10.3	9.1	204
Punto C	150	1.63	5.8	5.5	155	2.38	7.4	6.7	158	2.69	8.0	7.3	159
	180	1.86	6.2	5.7	180	2.90	8.1	7.3	181	3.35	8.8	7.9	181
	210	3.58	9.2	8.2	203	4.20	10.0	8.9	202	4.47	10.2	9.1	202

Tabella 2-8 - Valori Estremi di Moto Ondoso Sottocosta ï Periodi di Ritorno 20 e 200 anni

	Valori Estremi Sottocosta Moto Ondoso								
	Dir. Provenienza (°N)	Periodo Ritorno (Anni)							
		20				200			
		Hs (m)	Tp (s)	Ts (s)	Dir. Punto (°N)	Hs (m)	Tp (s)	Ts (s)	Dir. Punto (°N)
Punto A	150	2.71	8.6	7.7	171	3.77	10.2	9.0	174
	180	3.73	9.4	8.4	189	5.56	11.2	10.0	190
	210	4.96	10.5	9.4	207	6.14	11.4	10.2	206
Punto B	150	2.88	8.6	7.7	167	4.04	10.2	9.0	170
	180	3.81	9.4	8.4	186	5.63	11.2	10.0	187
	210	4.87	10.5	9.4	204	5.97	11.4	10.2	203
Punto C	150	3.01	8.6	7.7	160	4.09	10.2	9.0	163
	180	3.82	9.4	8.4	181	5.43	11.2	10.0	182
	210	4.75	10.5	9.4	201	5.71	11.4	10.2	201

Con riferimento alle condizioni estreme con periodo di ritorno di 1, 5, 10, 20 e 200 anni, lôagitazione ondosa residua nel canale di calma e nelle aree limitrofe è stata ricostruita per mezzo del modello numerico di diffrazione PORTOS i cui dettagli e risultati vengono riportati nello óStudio Meteomarinoò Doc. N. IDR0001. Sulla base di tale aggiornamento è possibile consolidare i dati di input per il dimensionamento idraulico delle opere.

Lôinnalzamento del mare per il prossimo secolo previsto dagli istituti internazionali di ricerca non è stato preso in considerazione nella progettazione, visto il contesto in cui si colloca lôopera (opere esistenti limitrofe che non soddisferebbero comunque i requisiti del futuro scenario) e visto che gli studi scientifici sullôargomento non forniscono valori oggettivi ma solo range estremamente indicativi di innalzamento del mare.

Le analisi condotte nellôambito dello Studio Meteomarino (IDR0001) a corredo del Progetto Esecutivo mostrano che lôaggiornamento dei dati meteomarini non determina sostanziali differenze rispetto a quanto già valutato nelle fasi precedenti, in termini di condizioni sia tipiche che estreme. Motivo per cui, per la descrizione di dettaglio delle correnti nel canale di calma sono stati ritenuti ancora validi e rappresentativi della configurazione di progetto esecutivo, i risultati della óRelazione idrodinamica e dispersivaô (doc. N. Doc. No. IDR9030-2, allegata in Appendice allo óStudio Meteomarinoô, IDR0001).

Non si è invece provveduto allôaggiornamento dello studio morfodinamico, dato il livello di dettaglio già conseguito nel Progetto Definitivo e dato lôinvarianza dei dati di input tra il Progetto Definitivo e il Progetto Esecutivo. Per completezza lo studio morfodinamico eseguito nel periodo 2013 è stato allegato alla presente relazione (Appendice C). Nel 2015 lôAutorità Portuale ha realizzato uno studio morfodinamico relativo alla foce del Polcevera (allegato alla documentazione di progetto ri-presentata nel 2015 al Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici), che però non porta ad analisi o considerazioni confrontabili con quelle riportate nello studio redatto nel 2013 (lo studio del 2015 esprime considerazioni solo sul Polcevera e non analizza il Canale di Calma e gli effetti dellôOpera a Mare).

Lo scopo della relazione ñ*Studio del trasporto solido del torrente Polcevera con particolare riferimento al tratto terminale*ò (nel seguito SP15), è quello di studiare la morfodinamica del Torrente Polcevera con particolare riferimento alla sua parte terminale compresa tra il ponte di Cornigliano e la foce. I dati principali di base dello studio SP15 sono i rilievi topografici, le caratteristiche sedimentologiche e le stimate portate liquide e solide del torrente. Sono stati considerati i seguenti periodi di ritorno per le portate liquide: 1.5, 2, 5, 10, 25, 50 e 200 anni. In particolare, la portata liquida relativa ai 200 anni è pari a 1750 mc/sec alla foce del torrente.

Attraverso simulazioni numeriche di idro-morfodinamica fluviale sono state individuate aree di deposizione e di erosione lungo lôalveo.

Il risultato ultimo dello studio SP15 è stato quello di redigere un progetto di manutenzione del tratto focivo del torrente Polcevera che prevede la gestione dei sedimenti dellôalveo al fine di conservare sezioni utili di deflusso attraverso movimentazione di materiale litoide lungo il torrente stesso.

La *Relazione Idrodinamica Dispersiva* del Progetto Definitivo (maggio 2012, nel seguito RID12) ha invece lo scopo di indagare le caratteristiche idrodinamiche e dispersive del canale di calma nella configurazione attuale e progettuale, al fine di evidenziare potenziali effetti del progetto sulla qualità generale del sistema. Tale studio RID12, basato su modellistica numerica idrodinamica e dispersiva in ambito marino, è basato su dati ambientali quali onde, vento, correnti litoranee e deflussi di acque dolci e di sedimenti dai principali corsi dôacqua che sfociano in prossimità dellôarea di studio. Il principale corso dôacqua risulta essere il torrente Polcevera al quale, nel presente studio RID12, sono state associate portate solide di entità pari a quelle considerate nello studio sopramenzionato di aprile 2015 SP15 (e.i. 1758 mc/sec per periodo di ritorno di 200 anni).

Gli input, e quindi i risultati, della presente relazione RID12 non sono condizionati dallo studio SP15, perchè lo scopo dei due studi è diverso. RID12 si focalizza sullo studio di trasporto solido mediante scenari rappresentativi del comportamento generale del sistema in condizioni non estreme, mentre SP15 si focalizza sul trasporto solido indotto dai soli eventi estremi (limitatamente al tratto focivo del torrente Polcevera).

2.10 CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE

La caratterizzazione del fondale è stata effettuata in fase di progettazione definitiva ed è contenuta nellôelaborato del Progetto Definitivo, APG 0007. Si riassumono di seguito le attività dôindagine condotte ed i principali risultati.

La descrizione delle caratteristiche chimiche dei sedimenti deriva dalle analisi svolte sui campioni prelevati dai sondaggi precedentemente descritti; in Tabella 2-9 per ogni sondaggio vengono presentate le profondità di prelievo dei campioni destinati alle analisi chimiche.

Come si può osservare in tabella, per ogni sondaggio sono stati prelevati 4 campioni a diverse profondità, in modo da caratterizzare i principali orizzonti sedimentari dei fondali. I campioni più

profondi sono relativi ad un orizzonte di circa 8-9 m, ritenuto sufficiente a rappresentare condizioni attribuibili al fondo naturale o comunque a condizioni preindustriali.

I campioni CA1 dei sondaggi situati lungo il margine aeroportuale (SJ1, SJ3 e SJ6) sono rappresentativi degli strati limosi superficiali, con lôeccezione del punto SJ3 ove il campione è stato prelevato nellôorizzonte sabbioso per lôimpossibilità di campionare lo strato sovrastante. Gli altri campioni (CA2, CA3 e CA4) sono tutti riferiti allo strato sabbioso sabbie fini con componenti limose), seppur a differenti profondità.

Nel caso dei sondaggi situati lungo la diga foranea invece solo i campioni superficiali dei sondaggi SJ8 e SJ9 sono rappresentativi dei sedimenti a granulometria fine presenti in superficie, gli altri due essendo collocati allôinterno della struttura di imbasamento della scogliera. I campioni più profondi sono invece ricavati allôinterno di strati sabbiosi o limosi a seconda delle caratteristiche stratigrafiche del sondaggio.

Dallôanalisi visiva lôargilla ed il limo superficiali appaiono di colore ñnerastroò ciò in genere è tipico di sedimenti fini, soggetti ad accumulo di sostanze organiche ove prevalgono condizioni di deficit di ossigeno e quindi la degradazione delle sostanze organiche è essenzialmente svolta da batteri anaerobi obbligati o facoltativi che portano alla formazione di composti ridotti (es. solfuri) È una situazione che si riscontra spesso in ambienti portuali o in zone a debole ricambio.

Il riferimento alla profondità del campione ed alla granulometria dello stesso riveste una notevole importanza nellôinterpretazione dei dati chimici, è infatti noto in letteratura che generalmente i contenuti di elementi in traccia sono più elevati nelle zone ove sono predominanti le frazioni fini, in quanto queste hanno una maggiore capacità di adsorbire le sostanze presenti in soluzione e accumularle nel sedimento.

Tabella 2-9 - Campioni ambientali su cui sono state eseguite le analisi chimiche

Campione ambientale	SJ1	SJ2	SJ3	SJ5	SJ6	SJ8	SJ9
CA1	**0,50-1,0 m** Limo grigio scuro debolmente sabbioso e sabbia fine grigio scura da debolmente limosa a limosa	**0,50-1,0 m** Trovante e ghiaia; scoglio	**1,00-1,40 m** Sabbie, grigio-grigio scuro, da fini a medio fini, localmente limose	**0,50-1,0 m** Trovante e ghiaia scogliera	**0,50-1,0 m** Limo nerastro sabbioso	**0,50-1,0 m** Argilla debolmente limosa nerastra	**0,70-1,00 m** Argilla debolmente limosa nerastra con rari elementi di ghiaia
CA2	**2,70-3,00 m** Sabbia fine grigio scura da debolmente limosa a limosa	**2,80-3,00 m** Trovante e ghiaia; scoglio	**2,80-3,00 m** Sabbie, grigio-grigio scuro, da fini a medio fini, localmente limose	**2,50-2,90 m** Trovante e ghiaia scogliera	**2,70-3,00 m** Sabbie fini grigio scuro debolmente limose	**3,60-4,00 m** Sabbia fine con limo grigia	**2,70-3,00 m** Argilla debolmente limosa nerastra con rari elementi di ghiaia
CA3	**5,50-6,0 m** Sabbia fine grigio scura da debolmente limosa a limosa	**4,50-4,85 m** Sabbie grigie limose	**5,00-5,30 m** Sabbie, grigio-grigio scuro, da fini a medio fini, localmente limose	**5,00-5,20 m** Limi sabbiosi grigi	**5,40-5,60 m** Sabbie fini grigio scuro con aumento della frazione limosa	**5,00-5,40 m** Sabbia fine con limo grigia	**5,50-5,80 m** Sabbia fine grigia con limo
CA4	**8,40-8,80 m** Sabbia fine grigio scura da debolmente limosa a limosa	**8,00-8,50 m** Limi e sabbie limose grigie con raro ghiaino	**8,00-8,30 m** Sabbie, grigio-grigio scuro, da fini a medio fini, localmente limose	**8,00-8,40 m** Limi sabbiosi grigi	**8,40-8,60 m** Sabbie fini grigio scuro con aumento della frazione limosa	**7,00-7,20 m** Limo sabbioso da argilloso a debolmente argilloso, grigio	**8,50-8,80 m** Limo argillo-sabbioso grigio

Per questo motivo spesso gli standard di qualità dei sedimenti vengono messi in relazione al contenuto di pelite (la frazione con granulometria inferiore a 60 micron) o del contenuto di carbonio organico, anchêsso in grado di intrappolare le sostanze organiche di sintesi presenti in soluzione, specialmente quelle non polari, a bassa solubilità in acqua. La profondità del campione invece, come è intuibile, è generalmente un indicatore dellêtà del sedimento e quindi è utile per discriminare i contributi di elementi di origine antropica da quelli di origine naturale; è infatti possibile che alcuni elementi siano presenti con concentrazioni naturali (cui si riferisce abitualmente con il termine ñfondo naturaleò) con valori molto diversi a seconda del luogo e delle loro caratteristiche mineralogiche; tanto che a livello nazionale APAT [1] prevede vengano definiti valori di riferimento locali (Livelli Chimici di Base locali) per i sedimenti delle diverse aree costiere.

I risultati delle indagini condotte nel Canale di Calma sono riportati nella Tabella 2-10.

Per valutare lo stato di qualità dei sedimenti sono state condotte due tipologie di analisi. La prima è finalizzata a valutarne la pericolosità associata allêattività di colmata; la seconda è

[1] APAT ICRAM (2008) Manuale per la movimentazione di sedimenti marini.

finalizzata a confrontare i dati sito specifici con informazioni ricavate in ambiti limitrofi evidenziando lôeventuale presenza di livelli di fondo naturali.

Per valutare la pericolosità i risultati delle indagini svolte sono stati confrontati con il limite normativo indicato dal D.Lgs. 152/2006 (allegato 5 del titolo V della parte quarta) per i suoli destinati ad uso industriale. Benché tale valore si riferisca a terreni emersi è stato ritenuto corretto un suo utilizzo essendo lo stesso da adottare per valutare il materiale da impiegare per la costruzione della colmata, che andrà realizzata sopra i fondali del canale di calma.

Come si può osservare, il superamento dei limiti tabellari riguarda esclusivamente la frazione pesante (C>12) degli idrocarburi. In particolare tali composti sono presenti in modo diffuso lungo tutto lo strato superficiale e raggiungono le concentrazioni più significative nella parte più orientale del canale.

La presenza di tali composti è ragionevolmente attribuibile ad attività antropiche, come per altro riscontrato in molti ambiti portuali, e che le condizioni idrodinamiche, già descritte in precedenza, abbiano favorito lôaccumulo in prossimità della foce del T. Polcevera.

Con lo scopo di confrontare i dati ottenuti dalle analisi del sedimento del canale di calma con informazioni ricavate in ambiti limitrofi, sono stati considerati i risultati delle indagini condotte in tre stazioni:

- Stazione 008 ubicata in ambito portuale in prossimità della sinistra idrografica della foce del T. Polcevera (Figura 2.17). I dati utilizzati si riferiscono al periodo 2008-2009.
- Stazione 802 ubicata alla bocca dellôarea portuale di Multedo (Figura 2.18). I dati utilizzati si riferiscono al periodo 2009.
- Stazione POLS facente parte della rete di monitoraggio regionale dell'ecosistema marino gestita da ARPAL. Tale stazione è ubicata a circa un chilometro dalla costa in direzione sud est rispetto allôarea di intervento (Figura 2.19), e può essere ragionevolmente considerata come indicativa di condizioni naturali essendo distante da potenziali fattori di pressione antropica. I dati utilizzati si riferiscono al periodo 2006-2009.

	Antimonio	*Arsenico*	*Berillio*	*Cadmio*	*Cobalto*	*Cromo totale*	*Mercurio*	*Nichel*	*Piombo*	*Rame*	*Selenio*	*Stagno*	*Vanadio*	*Zinco*	*Idroc. aromatici*	*IPA*	*Idroc. leggeri C<12*	*Idroc. pesanti C>12*
Colonna B (D.Lgs. 152/206)	30	50	10	15	250	800	5	500	1000	600	15	350	250	1500	100	100	250	750
SJ1-CA1	0,580	3,560	0,150	0,010	17,260	124,390	0,390	290,470	30,670	26,970	0,060	4,210	59,030	139,330	<0,01	0,009	<0,01	6,070
SJ1-CA2	0,690	12,480	0,120	0,540	20,610	210,070	0,360	338,940	27,490	18,970	0,100	2,600	85,560	135,350	<0,01	0,001	0,020	2,360
SJ1-CA3	0,830	12,090	0,160	<0,01	14,110	117,610	0,440	199,510	5,910	17,170	0,050	1,590	68,300	131,690	<0,01	<0,001	<0,01	28,710
SJ1-CA4	0,150	10,040	0,160	<0,01	15,750	144,160	0,120	213,120	6,110	18,090	0,070	0,790	65,960	87,880	0,030	<0,001	0,060	1,890
SJ2-CA1	0,400	2,660	0,240	0,040	4,270	20,900	1,650	30,570	20,370	20,430	0,100	0,280	17,380	65,330	<0,01	0,016	<0,01	67,270
SJ2-CA2	0,050	5,770	0,200	0,020	4,060	20,660	0,140	33,670	7,390	24,120	0,110	1,220	4,930	77,090	0,060	<0,001	0,180	7,950
SJ2-CA3	1,080	10,850	0,170	<0,01	17,010	107,020	0,090	219,880	9,720	23,630	0,050	1,900	57,600	132,220	<0,01	<0,001	<0,01	23,050
SJ2-CA4	0,250	15,730	0,130	<0,01	15,150	126,880	0,190	176,810	4,910	17,230	0,070	3,210	64,670	122,110	<0,02	<0,001	0,010	11,390
SJ3-CA1	1,500	6,120	0,180	0,160	6,950	33,840	0,820	54,750	138,980	44,590	0,070	3,940	42,160	140,090	<0,03	0,005	0,020	275,090
SJ3-CA2	1,310	10,150	0,080	<0,01	13,650	57,480	0,090	166,630	8,770	15,950	0,040	0,450	43,040	117,950	<0,04	0,007	<0,01	2,010
SJ3-CA3	0,520	4,620	0,130	<0,01	13,080	80,220	0,200	186,530	7,740	16,190	0,220	0,670	52,920	123,390	<0,05	0,001	0,010	4,210
SJ3-CA4	0,410	11,060	0,190	<0,01	16,070	161,790	0,740	249,710	9,910	16,460	0,080	0,210	71,580	110,950	0,010	<0,001	0,150	21,140
SJ5-CA1	0,460	6,570	0,310	0,100	10,830	10,350	0,360	56,930	17,590	16,020	0,150	1,540	22,600	73,110	<0,01	0,001	<0,01	32,550
SJ5-CA2	0,350	5,220	0,200	0,040	6,520	52,640	0,220	67,460	19,080	16,960	0,140	0,940	32,220	57,090	<0,02	<0,001	0,040	46,350
SJ5-CA3	0,190	8,950	0,080	<0,01	12,010	48,450	0,160	130,130	6,540	16,230	0,040	1,650	38,950	50,310	<0,03	<0,001	<0,01	4,190
SJ5-CA4	0,890	14,670	0,130	<0,01	14,940	119,430	0,130	179,680	5,820	16,710	0,070	0,760	65,690	108,170	0,040	<0,001	0,110	34,550
SJ6-CA1	0,080	14,000	0,290	0,480	13,790	103,970	1,390	146,580	99,570	74,230	0,080	49,350	81,750	95,960	<0,01	0,244	<0,01	**5081,470**
SJ6-CA2	0,460	11,610	0,150	<0,01	12,300	63,530	0,220	127,370	7,810	17,800	0,040	1,690	51,210	66,100	<0,01	<0,001	<0,01	24,160
SJ6-CA3	0,430	11,480	0,210	<0,01	14,590	122,870	0,320	165,060	29,240	24,340	0,080	1,790	67,940	112,050	<0,01	0,001	<0,01	17,680
SJ6-CA4	0,370	12,080	0,120	<0,01	13,880	143,560	0,100	180,660	10,580	15,420	0,060	4,750	71,410	119,310	<0,01	<0,001	<0,01	**88,060**
SJ8-CA1	0,130	8,540	0,270	0,770	10,870	173,060	1,070	122,010	141,580	72,600	0,190	36,100	98,550	145,300	0,030	0,001	0,070	**1971,700**
SJ8-CA2	0,570	5,220	0,150	<0,01	12,290	42,650	0,200	108,570	9,570	23,680	0,050	0,840	47,580	92,300	<0,01	<0,001	<0,01	10,390
SJ8-CA3	0,080	9,660	0,150	<0,01	12,740	49,320	0,110	113,080	8,880	21,280	0,060	0,730	52,990	87,420	<0,01	<0,001	<0,01	25,630
SJ8-CA4	0,460	7,960	0,220	<0,01	13,020	76,340	0,520	135,650	9,350	23,910	0,080	1,280	53,220	79,080	<0,01	<0,001	<0,01	32,160
SJ9-CA1	0,280	5,710	0,260	0,490	12,690	20,310	0,490	69,490	91,370	66,240	0,080	10,140	40,170	74,560	<0,01	<0,001	<0,01	**630,690**
SJ9-CA2	0,480	7,230	0,360	0,540	14,410	82,720	2,780	112,550	122,570	94,370	0,170	1,110	133,100	131,100	<0,01	3,900	0,030	**3039,650**
SJ9-CA3	0,340	9,520	0,230	<0,01	19,070	69,630	0,190	169,920	35,720	38,960	0,110	1,950	56,760	125,270	<0,01	0,001	<0,01	**70,310**
SJ9-CA4	1,320	8,720	0,210	<0,01	18,070	57,360	0,130	144,660	14,840	44,610	0,130	0,770	44,090	89,690	<0,01	<0,001	<0,01	16,030

Tabella 2-10 - Risultati delle analisi dei principali inquinanti inorganici e organici nei sedimenti del canale di calma (mg/kg s.s.) e limiti normativi di riferimento.

I risultati delle indagini in queste stazioni e nelle stazioni proprie del canale di calma, sono state confrontati tra di loro e sono stati confrontati con i valori limite previsti dal D.M. 56/2009 relativo alle acque superficiali e marino costiere e con i livelli chimici di base proposti da ICRAM che pur essendo relativi ad attività di movimentazione costituiscono un utile parametro di riferimento.

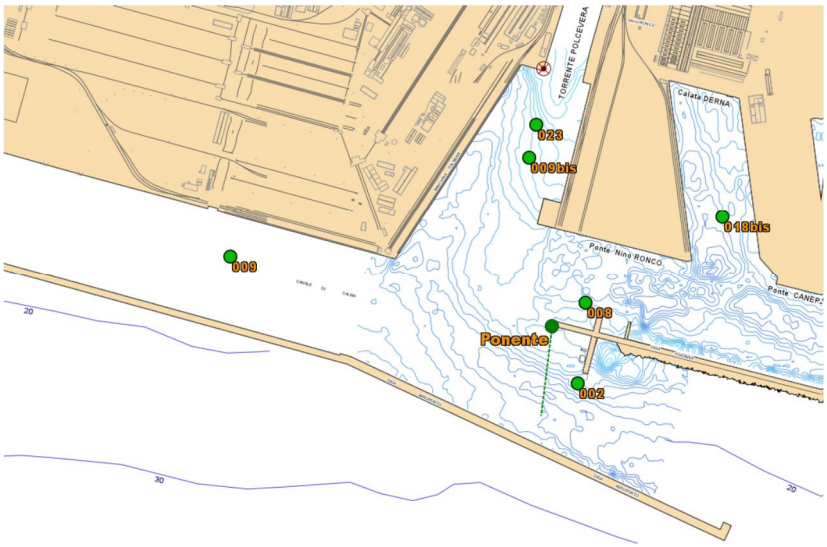


Figura 2.17 - Stazioni di monitoraggio presenti nei pressi del canale di calma, area di levante del porto di Genova

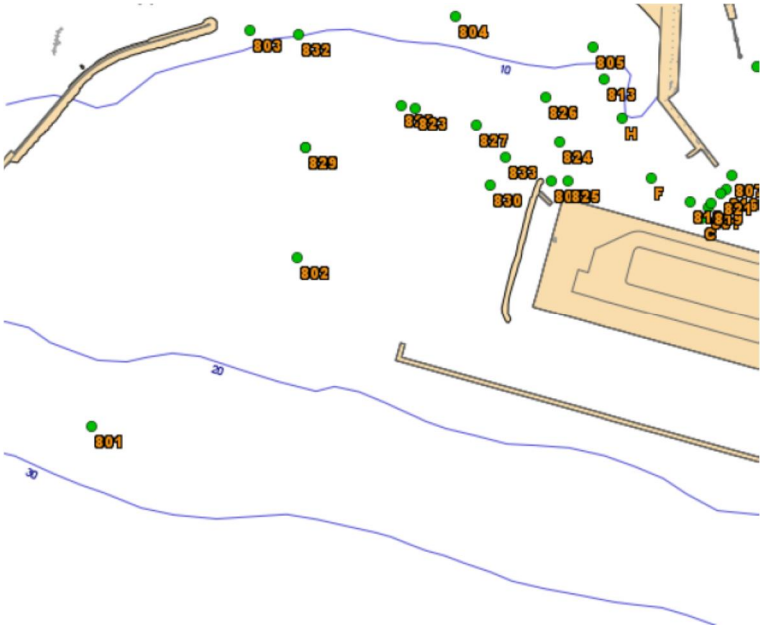


Figura 2.18 - Stazioni di monitoraggio presenti nei pressi del canale di calma, area di ponente del porto di Genova

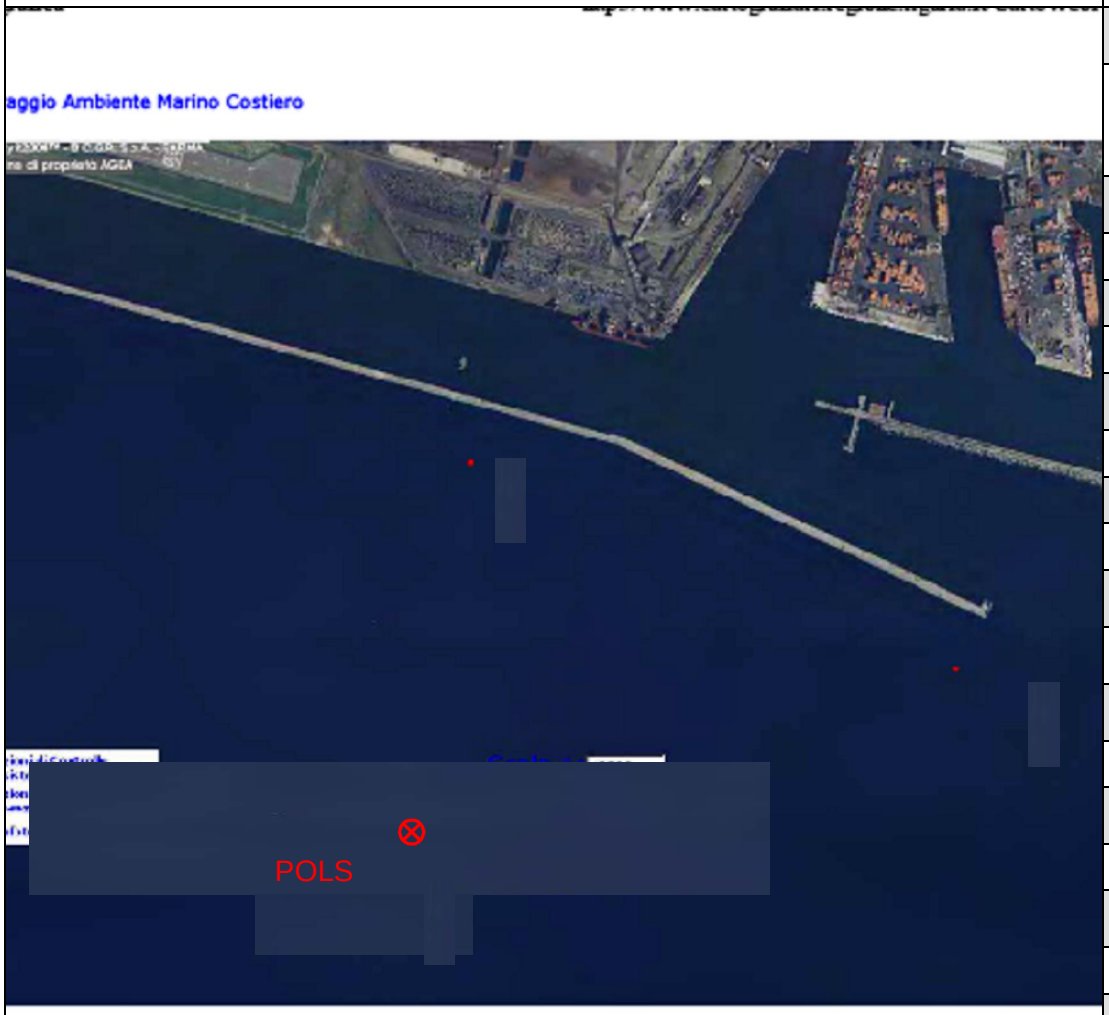
GENOVA - STAZIONI ANTISTANTI ALLA FOCE DEL TORRENTE POLCEVERA	CARATTERISTICHE STAZIONE
	Rete di monitoraggio:
	Rete regionale di monitoraggio dellâecosistema marino;
	Tipo monitoraggio:
	Sedimento
	Identificativo:
	9032
	Codice stazione:
	MA00972
	Ubicazione:
	POLS
	Coordinate Gauss Boaga:
	Y: 4915877; X: 1489138;
	Distanza dalla diga foranea:
	~900 m
	Distanza dalla costa:
	~1170 m
	Quote di prelievo:
	-34 m
	Metodiche di campionamento:
	-

Figura 2.19 - Stazione di monitoraggio della qualità dei sedimenti

In Tabella 2-11 sono riportati i valori medi delle concentrazioni riscontrate e i sopracitati valori di riferimento.

Si può notare come per alcuni parametri i valori medi della stazione POLS superano i limiti previsti dal D.M 56/2009 ed i livelli chimici di base (LCB) proposti da ICRAM. In particolare cromo e nichel risultano particolarmente elevati. Ciò potrebbe indicare un arricchimento naturale dei sedimenti dovuto alle caratteristiche litologiche dei bacini imbriferi dei corsi dâacqua che sfociano nellâarea di studio. Tale ipotesi trova una ragionevole conferma negli studi condotti da ARPAL sulle rocce che formano il Gruppo di Voltri[2]. Tale studio, infatti, ha messo in luce lâelevato contenuto di cromo, nichel e cobalto nei suoli su ultramafiti (principale sorgente geochimica dei metalli pesanti) del Gruppo di Voltri, ed in particolare nelle serpentiniti del Gruppo di Voltri si raggiungono i 1.966 mg/kg s.s. di

[2] Dotti N., Beccaris G., Pucci V., Proposta di metodologia per la determinazione del fondo naturale ed esempio applicativo. Progetto realizzato dal Settore Geologia e Idrogeologia ï Direzione Scientifica in collaborazione con I Dipartimenti ARPAL Provinciali di Genova, La Spezia e il DIP.TE.RIS dellâUniversità di Genova. Atti di convegno: settimana ambientale 2004.

cromo, 2.533 mg/ kg s.s. di nichel e 125 mg/kg s.s. di cobalto. Elevati valori di tali composti sono stati rilevati anche negli ñstream sedimentsòe negli arenili originatisi dallo stesso gruppo litologico in cui si ritrovano fino a 1.731 mg/kg s.s. di cromo, 641 mg/kg s.s. di nichel e 27,6 mg/kg di s.s. di cobalto.

	D.M. 56/09	ICRAM (2006)	POLS (2006-2009)		Stazione portuale 008 (2008-2009)		Stazione portuale 802 (2009)
			media	dev.st.	media	dev.st.	media
Alluminio	-	-	-	-	13641	1546	16491
Arsenico	12	25	10,8	5,26	9,4	3,8	14,4
Cadmio	0,3	0,35	0,19	0,11	0,49	0,07	0,05
Cromo totale	50	100	201	93	115	40	340
Ferro	-	-	-	-	40797	4285	39163
Mercurio	0,3	0,4	0,24	0,06	0,53	0,21	0,11
Nichel	30	70	147	26	119	28	373
Piombo	30	40	199	242	108	9,8	27
Rame	-	40	41	10	85	25,8	24
Vanadio	-	-	40,5	4	39	4,3	42
Zinco	-	100	121	85	228	46	82

Tabella 2-11 - Concentrazione dei principali metalli pesanti nel sedimento (mg/kg s.s.).

Elevate concentrazioni di cromo e nichel sono state trovate anche nelle due stazioni portuali e nel canale di calma con valori, in questôultimo, generalmente più elevati nei campioni profondi (medie di 118,5 mg/kg s.s. di cromo e 182,9 mg/kg s.s. di nichel) rispetto a quelli superficiali (medie di 69,6 mg/kg s.s. di cromo e 110,1 mg/kg s.s. di nichel). Lôanalisi statistica eseguita con un confronto tra le medie (test ñtò di Student con livello di significatività $p<0,05$; Figura 2.20) non ha messo in luce differenze significative tra lo strato superficiale e quello di fondo evidenziando così una buona uniformità nella distribuzione di tali composti nel sedimento, ulteriore conferma dellôorigine naturale di tali composti.

Considerando altri parametri, si osservano differenze tra la stazione POLS e quelle portuali e tra le stesse stazioni portuali. Per questôultime in particolare la differente vivacità idrodinamica sembra essere la principale causa della dispersione di eventuali apporti di inquinanti antropici. È il caso per esempio di cadmio, piombo e rame pur evidenziando che per il piombo il dato ARPAL riportato in tabella risulta alto a causa di un outlayer relativo allôanno 2007.

Anche nei campioni del canale di calma sono state riscontrate concentrazioni superiori alla stazione POLS e comunque superiori ai valori limite considerati.

È osservabile inoltre che le concentrazioni maggiori sono distribuite nei campiono superficiali; la distribuzione difforme tra strato superficiale e profondo (ancorché solo ipotizzabile visto il limitato numero di campioni) porta ad ipotizzare che ci sia un significativo contributo di origine antropica e dunque legata ad attività deposizionali recenti.

A supporto dei ragionamenti sopraesposti è stata eseguita unôanalisi di correlazione lineare tra le concentrazioni di tutti i composti misurate nel canale di calma.

Alti livelli di correlazione sono stati evidenziati tra gli idrocarburi pesanti (C>12), cadmio, piombo, rame e tra cromo, nichel, cobalto.

Considerando gli idrocarburi pesanti come tracciante della contaminazione di origine antropica, i risultati dellâanalisi costituiscono una conferma della probabile origine antropica non solo degli stessi idrocarburi pesanti ma anche di cadmio, piombo e rame.

La fonte potrebbe essere attribuita allâattività siderurgica e alle attività portuali presenti nellâarea di indagine.

I risultati inoltre sono in linea con quanto ipotizzato sulla base degli studi di ARPAL ovvero la possibile origine mineralogica di cromo, nichel e cobalto.

Questo aspetto assume una certa rilevanza ai fini della valutazione della biodisponibilità degli elementi in traccia poiché gli elementi incorporati nella matrice cristallina tendono a essere poco solubili nelle condizioni ambientali considerate e quindi a non essere rilasciate con facilità nella colonna dâacqua.

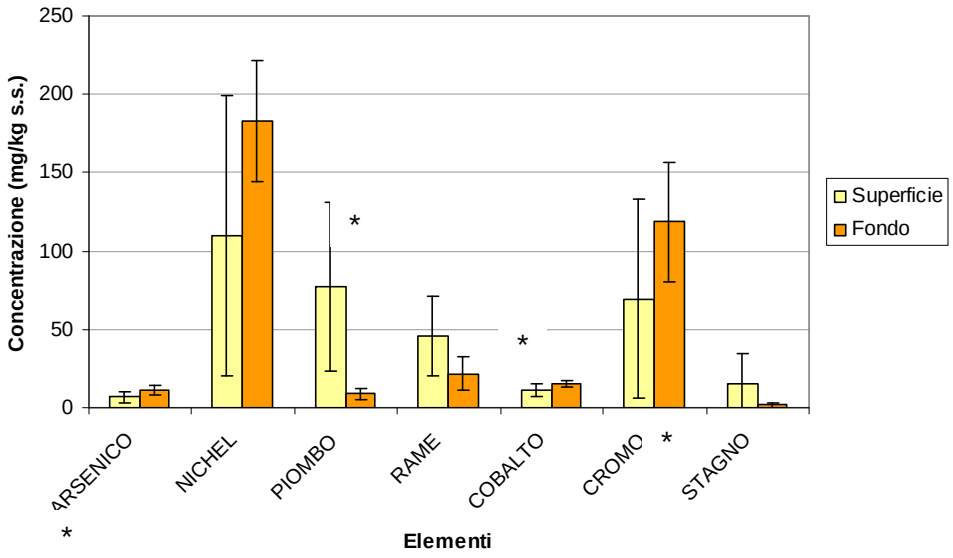


Figura 2.20 - Differenze tra le concentrazioni medie e deviazione standard dei principali metalli pesanti rilevate nello strato superficiale e quelle rilevate nello strato profondo. La significatività statistica della differenza tra i due strati è indicata dallâasterisco (*)

Sebbene quindi la concentrazione media di nichel, cromo, piombo e cadmio superi i livelli chimici di base proposti da ICRAM, si può riconoscere una diversa origine di tali composti.

Infatti, le elevate concentrazioni di cromo e nichel sembrano dovute almeno in parte agli elevati livelli di fondo naturale presenti nellâarea di progetto. Le elevate concentrazioni di piombo, cadmio, rame e idrocarburi pesanti sono invece riconducibili ad unâorigine antropica. Complessivamente comunque tutti questi composti rimangono al di sotto dei limiti previsti dal D.Lgs.152/2006 colonna B ad eccezione degli idrocarburi pesanti (C>12).

2.11 GESTIONE DEI MATERIALI E DELLE TERRE DA SCAVO

In generale la procedura di gestione dei materiali e delle terre da scavo, nellâambito dellâintero intervento della Gronda, è svolta ai sensi del D.M. 161/2012. A seguito delle variazioni legislative, con lâaggiornamento al D.P.R. 120/2017 per la disciplina semplificata delle terre, lo scavo ed il riutilizzo dei materiali restano disciplinati dalla normativa vigente al momento della procedura di valutazione di impatto ambientale (art 27, comma 1 del citato D.P.R.). In tal senso i materiali di scavo sono considerati a tutti gli effetti sottoprodotti, secondo le indicazioni dettate dallâart. 184bis del

D.Lgs. 152/2006 smi e sono gestiti ai sensi del D.M. 161/2012, secondo il decreto di approvazione di compatibilità ambientale, D.M. 28/2014.

2.11.1 Il Piano di Utilizzo delle terre ai sensi del DM 161/2012

Il Proponente ha presentato il Piano di Utilizzo delle Terre da scavo (el. prog. APG0010, di seguito PdU), nel corso della procedura di VIA in data 22.03.2013, con approvazione del CTVIA del Ministero dellôAmbiente con provvedimento n. 14268 del 19 giugno 2013.

Il PdU è elaborato, in ottemperanza a quanto indicato dallôart. 5 del Regolamento per la gestione dei materiali da scavo, adottato dal Ministero dellôAmbiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) di concerto con il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - ai sensi dellôart. 184-bis, comma 2 del decreto legislativo n. 152 del 2006 e s.m.i. e dellôart. 49 del decreto legge 24 gennaio 2012, n. 1 - con Decreto Ministeriale n.161 del 10 agosto 2012.

Il PdU è stato redatto secondo le indicazioni di cui allôAllegato 5 del D.M. 161/2012, e costituisce parte integrante del Progetto:

- descrive le modalità di gestione dei materiali da scavo derivanti dalla realizzazione dellôintervento stradale;
- indica le quantità e le modalità di gestione delle terre e dei materiali che si originano nellôambito delle attività di realizzazione delle opere,
- individua i siti di scavo, di deposito e di riutilizzo secondo fasi di produzione,
- indica le modalità di trasporto e di conferimento in destinazione definitiva di utilizzo,
- specifica il processo di tracciabilità dei materiali dai siti di produzione ai siti di deposito intermedio ed ai siti di destinazione.

Il PdU, pertanto, contiene le informazioni necessarie ad appurare che i materiali derivanti dalle operazioni di scavo eseguite per la realizzazione dellôopera in progetto rispondano ai criteri dettati dal D.M. 161/2012 e stabiliti sulla base delle condizioni previste dallôart. 184bis, comma 1 del decreto legislativo n. 152 del 2006 e s.m.i., in modo da poter essere escluse dal regime normativo dei rifiuti e quindi essere gestite come sottoprodotti ai sensi dellôart. 183, comma 1, lett. qq) del decreto legislativo n. 152 del 2006 e s.m.i..

Il Provvedimento Direttoriale di approvazione del Piano di Utilizzo delle terre e rocce da scavo (DVA-2013-0014268 del 19/06/2013), ha inoltrato delle prescrizioni in parte analizzate e approfondite nellôambito della progettazione definitiva ed esecutiva ed in parte da ottemperare nella fase di cantiere, secondo le disposizioni specifiche dettate nel Capitolato Ambientale.

Le procedure di gestione delle terre e rocce da scavo, messe in atto dallôAppaltatore, dovranno essere conformi agli aspetti attuativi ed operativi esplicitati dal Piano di Utilizzo dei materiali di scavo redatto ai sensi del D.M. 161/2012 ed approvato in fase di procedura di VIA.

Il PdU viene inserito nella documentazione progettuale (vedi allegato APG0010) quale strumento necessario ai fini della corretta gestione da parte dellôImpresa appaltatrice dei materiali che si originano dalle attività di scavo.

Gli ulteriori elementi progettuali presentati a supporto del progetto esecutivo e necessari alla gestione delle terre e rocce da scavo, con le determinazione dei valori di fondo naturale e dei valori soglia di concentrazione sono i seguenti elaborati:

- Linee guida per la gestione delle terre e rocce da scavo, APG0004-1:
- Relazione sulla caratterizzazione ambientale, APG0006-1;
- Relazione sullôanalisi di rischio per il riutilizzo del materiale in opera a mare, APG0007.

Durante la fase di progettazione esecutiva, è stato condiviso con ARPAL il seguente documento, specifico per la fasi di caratterizzazione ambientale in campo ed in laboratorio:

- Protocollo di campionamento ed analisi, AMB0010.

Il PdU indica che i materiali da scavo derivanti dalla realizzazione dellôintervento della Gronda saranno utilizzati allôinterno dello stesso intervento, individuando nellôopera a mare, nel sito di Campursone, CI06, e nelle sistemazioni di imbocco o in rilevato i principali siti di riutilizzo.

Oltre al PdU (APG0010), che regola la gestione dei materiali di scavo a sottoprodotto, si deve far riferimento allôelaborato progettuale APG0007 ò Analisi di rischio per lôimpiego dei materiali di smarino provenienti dallôescavazione delle gallerie per lôampliamento a mare del rilevato aeroportualeò che determina le CSR (ovvero nuove CSC di riferimento e/o di progetto) per il riutilizzo in opera a mare degli scavi.

Nel contesto progettuale lôammissibilità del riutilizzo del materiale scavato nellôopera a mare è supportata, così come delineato dalla normativa nazionale e regionale, da unôAnalisi di Rischio sanitario ambientale (cfr. elaborato APG0007 del PD e Paragrafo 3.4.3 del PdU).

Il materiale di scavo sarà prodotto principalmente nelle opere di scavo in sotterraneo e subordinatamente nelle lavorazioni allôaperto secondo le previsioni di progetto e dagli ambiti individuati nel PdU, evidenziando che i principali riutilizzi in opera sono nelle sistemazione e delle aree di lavorazioni, dei rilevati e nellôopera a mare (rif relazione generale, relazione sulla cantierizzazione e le disposizioni del CSA).

Sulla base dellôart. 12 del D.M. 161/2012, lôimpresa incaricata è individuata come soggetto responsabile del PdU. Con tale inquadramento, pertanto, lôAppaltatore del Lotto è tenuto ad eseguire le disposizioni in conformità a quanto indicato nel Piano di Utilizzo (e riprese nel Capitolato Ambientale).

Sulla base degli artt. 5, 8 e 9 del D.M. 161/2012, lôAppaltatore può presentare al Proponente eventuali modifiche o proposte, previo verifica di modifica sostanziale al PdU approvato che determina pertanto lôottemperanza a quanto previsto nei suddetti articoli del decreto.

In caso di modifica sostanziale delle condizioni di produzione e/o utilizzo delle terre e rocce da scavo riportate nel Piano di Utilizzo, il proponente o lôesecutore hanno facoltà di aggiornare lo stesso Piano. Costituisce modifica sostanziale ai sensi dellôart. 8 del Regolamento:

a) lôaumento del volume in banco oggetto del Piano di Utilizzo in misura superiore al 20%;
b) la destinazione del materiale escavato ad un sito di destinazione o ad un utilizzo diverso da quello indicato nel PdU;
c) la destinazione del materiale escavato ad un sito di deposito intermedio diverso da quello indicato nel PdU;
d) la modifica delle tecnologie di scavo.

LôAppaltatore dovrà considerare obbligatoriamente, nellôambito delle attività relative alla gestione delle terre e rocce da scavo, tutte le indicazioni e prescrizioni che gli Enti ed Organi competenti intenderanno definire.

Per tutte le considerazioni di carattere ambientale sulle rocce da scavo si rimanda, oltre al Piano di Utilizzo, APG0010, alla relazione sulla caratterizzazione di progetto definitivo, APG0006,-1, e ai documenti di Progetto Esecutivo AMB0010, AMB0011 e AMB0012.

2.11.2 Dichiarazione Avvenuto Utilizzo

Nel caso del lotto in esame, risultano essere strategici i rapporti con altri esecutori del Piano di Utilizzo della Gronda che comportano riflessi non solo nei rapporti documentali (si veda capitolato ambientale MAM0100). Sarà implicita una particolare attenzione perché il materiale di scavo, nel passaggio tra lotto produttore e lotto utilizzatore, sia gestito in conformità alle disposizioni del Piano di Utilizzo e del D.M. 161/2012.

Nellâambito delle realizzazioni delle diverse parti del nodo autostradale tra Lotti con differenti appalti, e nelle more della gestione a sottoprodotto delle terre da scavo, nel caso in cui sia previsto nella movimentazione dei materiali una destinazione in siti di destinazione gestiti da soggetti terzi, è obbligatorio gestire il rapporto con lâappaltatore del Lotto interessato in quanto qualificato questo è individuato come soggetto terzo ai sensi del comma 5 dellâart. 12 del D.M. 161/2012 come esecutore del Piano di Utilizzo per il solo riutilizzo dei materiali escavati da altri esecutori.

Nellâipotesi per cui vi sia prevista le gestione tra lotti con differenti appalti, gli Esecutori degli scavi pertanto, confluiranno il materiale in area di cantiere di caratterizzazione in CI04 Cornigliano: prevedendo che parte di questi volumi siano destinati, come previsto nel Piano approvato, allâopera a mare e nel caso ad alcune specifiche lavorazioni.

Gli Esecutori succitati dovranno segnalare nella propria di Dichiarazione di Avvenuto Utilizzo (D.A.U. come da allegato 7 del citato D.M.) il periodo entro il quale il soggetto indicato sul Lotto di appartenenza del sito di destinazione definitivo debba completare lâutilizzo.

Pertanto, lâimpresa realizzatrice del sito di destinazione finale dovrà garantire sulla base di quanto disposto in comma 5 di riutilizzare i materiali di scavo in opera entro i tempi indicati dallâEsecutore degli scavi nella propria D.A.U. Questi tempi di riutilizzo sono comunque dettati dal cronoprogramma dellâopera.

Al termine delle operazioni di riutilizzo, lâAppaltatore individuato come soggetto terzo, dovrà darne comunicazione allâAutorità competente. Allo stesso tempo invierà la medesima comunicazione allâEsecutore degli scavi. Lâomessa dichiarazione di avvenuto utilizzo da parte del soggetto terzo indicato comporta la cessazione, con effetto immediato, della qualifica del materiale escavato come sottoprodotto. E in tal senso lâAppaltatore del Lotto incaricato al riutilizzo sarà individuato come responsabile della variazione di inquadramento da sottoprodotti e delle conseguenze che questa variazione comporta.

Lâesecutore del Lotto di scavo è tenuto su richiesta dellâAppaltatore del Lotto di riutilizzo a fornire la documentazione atta a garantire lâinquadramento a sottoprodotto del materiale di scavo per il suo riutilizzo, dando la possibilità di verificare la provenienza in coerenza con quanto disposto dal Piano di Utilizzo.

3 CRITERI DI PROGETTO

Il presente Progetto Esecutivo è stato redatto nel rispetto del layout di progetto e dellôimpostazione alla base del Progetto Definitivo.

Lôingombro planimetrico e le caratteristiche idraulico marittime dellôOpera a Mare sono state verificate e autorizzate dal Consiglio Superiore del Lavori Pubblici, che ha espresso il proprio parere favore sul Progetto Definitivo con voto n°68 del 28 Novembre 2012 e successivo parere confermativo (Parere 15/2015) in data 15 Dicembre 2015.

Nel Progetto Esecutivo delle opere costituenti il Lotto 5 sono presi a riferimento, oltre al rispetto dei pareri pervenuti durante la fase autorizzativa del Progetto Definitivo, il rispetto dei seguenti criteri di progetto:

- Criteri Ambientali;
- Criteri Statico Funzionali;
- Criteri Marittimi.

Nel seguito sono esposti i criteri ambientali, funzionali e meteomarini implementati nel progetto.

3.1 CRITERI AMBIENTALI

La Gronda di Genova si sviluppa quasi completamente in sotterraneo (per oltre il 95% del suo percorso) e le caratteristiche sia tecnologiche che di tracciato sono nettamente distinte tra le opere poste in sponda destra o sinistra del torrente Polcevera.

Considerando un coefficiente di rigonfiamento così distinto:

- pari al 30% per gli scavi in tradizionale;
- pari al 15% per gli scavi meccanizzati;

la volumetria complessiva del materiale di smarino da gestire è pari a 11.856.430,00 m^3, così suddivisi.

- con possibile contenuto di amianto: pari a 6.002.294,00 m^3;
- non contenenti amianto, sia esso proveniente dallo scavo meccanizzato o da quello tradizionale, destinato in parte alla colmata oggetto di questo progetto, ed in parte ad altri utilizzi: pari a 5.854.136,00 m^3).

Il dettaglio della ripartizione delle volumetrie di smarino disponibili fra le varie destinazioni dôuso è riportato nella seguente tabella.

Come si può osservare, resta da ubicare allôinterno della colmata un volume totale di materiale di smarino pari a circa 8.367.342,00 m^3 di cui:

- 3.393.816,0 m^3 di materiale non contenente amianto;
- 4.973.526,0 m^3 di materiale con contenuto di amianto inferiore ai limiti posti dal D.Lgs. 152/06.

Tabella 3-1 - Suddivisione del materiale di smarino da gestire

		Materiale non contenente amianto	Materiale con possibile contenuto di amianto		Totale Disponibile
		(m^3)	(m^3)		(m^3)
	VOLUME IN BANCO				
	Coefficiente di rigonfiamento				
A	Volume Scavo Meccanizzato	923.664,00	4.700.618,00		5.624.282,00
B	Volume Scavo Tradizionale	4.930.472,00	1.301.676,00		6.232.148,00
C= A+B	**VOLUME RIGONFIATO**	**5.854.136,00**	**6.002.294,00**		**11.856.430,00**
D	Sistemazione Morfologia Sori	0,00	0,00		0,00
E	Sistemazione Morfologica CI06 a GE EST "Campursone"	329.999,00	0,00		329.999,00
F	Riempimento arco rovescio TBM	0,00	730.014,00		730.014,00
G	Riempimento arco rovescio Tradizionale	362.915,00	0,00		362.915,00
H	Riempimento agli imbocchi	1.098.981,00	0,00		1.098.981,00
I	Smaltimento a discarica da scavi	0,00	0,00		0,00
L	Smaltimento a discarica dal separatore TBM HS	0,00	188.106,90		188.106,90
M	Smaltimento a discarica dal depuratore Opera a Mare	0,00	110.647,10		110.647,10
N	Pavimentazioni bianche	272.250,00	0,00		272.250,00
O	Calcestruzzi non strutturali	396.175,00	0,00		396.175,00
P=D+O	**TOTALE DEPOSITO A TERRA**	**2.460.320,00**	**1.028.768,00**		**3.489.088**
Q=C-P	**DISPONIBILITA' RESIDUA**	**3.393.816,00**	**4.973.526,00**		**8.367.342**

Vista la presenza di concentrazioni di amianto, sotto i limiti di normativa, in buona parte dei materiali che saranno utilizzati per realizzare la colmata, in coerenza con le prescrizioni ambientali il principale obiettivo del progetto è quello di evitare ogni rilascio di fibre di amianto verso lôambiente circostante (sia in atmosfera che nelle acque marine) durante tutte le operazioni di realizzazione della colmata e, sul lungo periodo, dopo lôultimazione della colmata stessa.

Un ulteriore aspetto rilevante è rappresentato dai sedimenti presenti nel canale di calma, i quali presentano concentrazioni significative di alcuni analiti, fatto che richiede la adozione di specifiche misure durante la costruzione della colmata, per evitare fenomeni di risospensione e rilascio.

Per quanto riguarda la minimizzazione del rischio di rilascio di fibre di amianto verso lôambiente marino esterno al sito di progetto, i principali criteri adottati sono stati:

- realizzare la struttura di contenimento della colmata in modo da garantire una costante di permeabilità non superiore a 10^{-9} m/s, ritenuta adeguata a bloccare le fibre presenti in sospensione acquosa;
- prevedere che il materiale proveniente dalle tubazioni di mandata sia scaricato solo dopo che il perimetro della colmata sia stato completato;
- man mano che il materiale verrà depositato allôinterno della colmata, inviare tramite una tubazione dedicata, le acque in eccesso ad un impianto di trattamento prima dello scarico in mare, così da garantire il rispetto dei limiti fissati dallôautorità di controllo.

Per quanto riguarda invece il rilascio delle fibre in atmosfera, aspetto di particolare rilevanza non solo ambientale ma anche per la valutazione del rischio per la salute umana, i principali criteri ambientali a base della progettazione sono stati:

- prevedere che le fibre siano sempre mantenute in ambiente acquatico durante tutte le operazioni di versamento del materiale scavato e che non possano mai arrivare allôinterfaccia acqua/aria;
- prevedere che le fibre siano sempre mantenute in ambiente acquatico durante le fasi di trattamento nellôimpianto di depurazione appositamente realizzato;
- prevedere che le fibre si mantengano sempre in ambiente saturo durante lo stoccaggio a lungo termine allôinterno della colmata, una volta completata lôopera.

Infine, nei confronti delle sostanze contenute nei sedimenti del canale di calma, coerentemente con le prescrizioni ambientali si è previsto che durante le fasi di costruzione della colmata e di versamento dei materiali, non avvenissero fenomeni di risospensione tali da provocare un rilascio significativo di sostanze verso lôesterno della colmata. In tal senso la costruzione dello scanno

dôimbasamento, che prevede lo sversamento di materiale da cava sul fondale, sarà adeguatamente confinato con lôuso di panne galleggianti.

3.2 CRITERI STATICO-FUNZIONALI

Contestualmente alla ricollocazione delle volumetrie di materiali di smarino, la realizzazione della nuova opera si propone di assolvere ai seguenti obiettivi tecnico funzionali:

- Adeguamento della Runway strip dellôAeroporto di Genova (fascia di rispetto laterale alla pista aeroportuale) alle prescrizioni dell'Annesso 14 ICAO. LôAeroporto di Genova è operativo sulla base della certificazione rilasciata da ENAC che contiene, tra le altre, una "non conformità" dovuta alla ridotta dimensione della Runway strip. In particolare la strip si dovrebbe estendere simmetricamente da ambo i lati della pista e la sua larghezza è fissata dal Regolamento ENAC in 150 m per lato dallôasse pista. Nel caso di Genova lôattuale runway strip presenta una lunghezza pari a 105 m. Con la realizzazione dellôopera a progetto si otterrebbero i 45 m necessari per il completamento della runway strip lato mare;
- Realizzazione di una strada perimetrale per lôaccesso al lato della pista e alla stessa runway strip;
- Protezione dellôinfrastruttura aeroportuale da eventi meteomarini significativi. Attualmente in occasione di determinati eventi meteo marini (quali ad esempio le mareggiate verificatesi nel 2010) le onde tracimanti la diga foranea esistente hanno interessato direttamente la pista aeroportuale, causando lôinterruzione del servizio ed arrecando danni alle strutture esistenti. La realizzazione di una nuova banchina dotata di muro paraonde e lôaumento della distanza tra lo specchio acqueo e la pista aeroportuale assolve lôobiettivo di garantire una maggiore protezione;
- Adeguamento della rete di drenaggio della piattaforma aeroportuale. Lôattuale rete di drenaggio della pista aeroportuale presenta scarichi con quota sul livello medio mare, con conseguente criticità legate al funzionamento in presenza di determinate condizioni meteo marine. La nuova rete garantisce una capacità di accumulo allôinterno delle strutture tale da ottenere un tirante di invaso massimo che non comporti rigurgito allôinterno delle condotte di scarico esistenti (quota massima +0.20 m s.l.m.). Inoltre la rete di drenaggio esistente può scaricare sempre a ñbocca liberaò, evitando quindi che i rialzi mareali possano mandarla ñsottobattenteò con conseguenti problemi di scarico ed esondazioni a monte.

Ciò premesso, il riempimento parziale del Canale di Calma, realizzando una cassa di colmata in continuità con lôattuale sedime aeroportuale e con superfici trattate in modo idoneo, si configura come un'opera in grado di configurare lôuso dello smarino come "sottoprodotto", ai sensi del D.Lgs 152/06.

La possibilità di utilizzo dellôarea emersa così ottenuta per lôadeguamento alle normative internazionali delle aree di rispetto in fregio alla pista dellôaeroporto ha comportato la scelta della durata della vita utile dellôopera, individuata in 100 anni.

Questa scelta, in conformità a quanto previsto dal D.M. 14 gennaio 2008, riguardante le ñNorme tecniche per le costruzioniò (NTC 2008), e dalla letteratura correntemente utilizzata per le azioni marittime, non comprese nel Decreto del 2008, ha comportato la scelta:

- dei tempi di ritorno per le azioni di tipo sismico, ambientale, meteomarino;
- delle caratteristiche dei materiali e degli stati limite di esercizio (fessurazione ad esempio) utilizzati nel progetto.

Va inoltre garantito che le caratteristiche dello stato di addensamento dei terreni di riempimento costituenti la colmata dellôOpera a Mare siano in accordo alle prescrizioni ENAC (Linee guida per lôadeguamento delle strip aeroportuali - 2008).

3.3 CRITERI METEOMARINI

Il periodo di ritorno dellôonda di progetto è stato definito in conformità alle Istruzioni Tecniche per la progettazione delle dighe frangiflutti edite dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (1996). Il periodo di ritorno dipende dalla vita tecnica dellôopera e dalla massima probabilità di danneggiamento ammissibile nel periodo di vita operativa dellôopera.

La durata minima di vita per le opere è definita nella Tabella 3-2.

Tabella 3-2. Durata minima di vita per opere o strutture di carattere definitivo T_v

Tipologia opera	**Livello di sicurezza richiesto**		
	1	2	3
	Vita di progetto T_v (anni)		
Infrastrutture di uso generale	25	50	100
Infrastrutture ad uso specifico	15	25	50

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 ad uso specifico si intendono le opere di difesa di singole installazioni industriali, di porti industriali, di depositi o piattaforme di carico e scarico, di piattaforme petrolifere, ecc.

Il livello di sicurezza 1 si riferisce ad opere o installazioni di interesse locale ed ausiliario, comportanti un rischio minimo di perdita di vite umane o di danni ambientali in caso di collasso della stessa (difese costiere, opere in porti minori o marina, scarichi a mare, strade litoranee ecc.). Il livello di sicurezza 2 si riferisce ad opere e installazioni di interesse generale, comportanti un moderato rischio di perdita di vite umane o di danni ambientali in caso di collasso dell'opera (opere di grandi porti, scarichi a mare di grandi città, ecc.). Il livello di sicurezza 3 si riferisce ad opere o installazioni per la protezione dall'inondazione o di interesse sopranazionale, comportanti un elevato rischio di perdita di vite umane o di danno ambientale in caso di collasso della stessa (difese di centri urbani o industriali, ecc.).

Per quanto riguarda la probabilità di occorrenza delle condizioni meteomarine di progetto, si assumeranno le probabilità corrispondenti al danneggiamento incipiente o alla distruzione totale in relazione alle deformazioni-modificazioni subite dall'opera in caso di danneggiamento ed alla difficoltà di riparare il danno subito (vedi

Tabella 3-3).

Nel caso in esame **si assume la probabilità corrispondente al danneggiamento incipiente** inteso come il livello di danneggiamento predefinito in relazione al tipo di struttura, al di sopra del quale il danno è apprezzabile e risulta necessario intervenire con lavori di manutenzione.

Tabella 3-3. Massima probabilità di danneggiamento ammissibile nel periodo di vita operativa dell'opera Pf

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	Elevato
Bassa	0.20	0.15
Media	0.15	0.10
Alta	0.10	0.05

Per rischio limitato per la vita umana si intendono i casi in cui a seguito del danneggiamento non è prevista alcuna perdita di vite umane. Quando queste perdite sono preventivabili, il rischio è elevato. Per ripercussione economica bassa, media e alta sôintendono casi in cui il rapporto fra i costi diretti del danneggiamento, sommati a quelli indiretti dovuti alla perdita di funzionalità delle opere protette ed il costo totale per la realizzazione dell'opera è minore di 5, è compreso fra 5 e 20 o è maggiore di 20.

Nel caso in esame **il rischio per la vita umana viene ritenuto limitato**; per quanto riguarda la massima probabilità di danneggiamento ammissibile nel periodo operativo dellôopera, relativamente allo scenario di danneggiamento incipiente **si assume una ripercussione economica medio bassa e quindi una probabilità di 0.4.**

Alle opere presentate in questo progetto si può associare un livello di sicurezza pari a 2. Tutte le opere definitive possono essere considerate come infrastrutture civili ad uso generale, cui corrisponde quindi un tempo di vita di 50 anni. Ciò nonostante su raccomandazione delle Autorità dellôAeroporto di Genova, orientate ad una maggiore cautela, **si è presa in considerazione una vita tecnica dellôopera pari a 100 anni**.

La combinazione del tempo di vita dellôopera T_v e della probabilità di danneggiamento P_f, determina il tempo di ritorno dellôevento di progetto T_{rp}:

$$T_{rp} = -T_v / \ln(1 - P_f)$$

Tabella 3-4. Tempo di ritorno dellôevento di progetto T_{rp}

Tipo di danno	**T_v [anni]**	**P_f [m]**	**T_{rp} teorico [anni]**	**T_{rp} adottato [anni]**
Danneggiamento incipiente	100	0.4	196	200

In definitiva, per il dimensionamento delle opere di progetto, si considerano condizioni meteomarine (ed in particolare unôonda significativa) corrispondente ad un periodo di ritorno di **200 anni**.

Per manufatti soggetti allâazione ondosa solo in configurazioni temporanee durante lôesecuzione dei lavori (cassoni tipo F e massi di serraglia argine ovest vasca W2) si è invece fatto riferimento ad un periodo di ritorno di **5 anni**.

4 ITER AUTORIZZATIVO PROGETTO DEFINITIVO E PRESCRIZIONI AUTORIZZATIVE

4.1 ITER AUTORIZZATIVO

Lôiter autorizzativo del Lotto 5 segue quello del progetto complessivo del Nodo stradale e autostradale di Genova. Di seguito si riassumono brevemente lôiter ed i principali passaggi autorizzativi.

Nel 2002 viene approntato da Autostrade per lôItalia (nel seguito ASPI) uno studio sul Nodo di Genova chiamato ñStudio di Prefattibilitàò che comprende le seguenti opere:

- il raddoppio dellôautostrada A10, tratto Genova Voltri - Genova Ovest, tramite la costruzione di una nuova autostrada parallela allôesistente con uscita per Genova Aeroporto e con lôattraversamento del torrente Polcevera con un nuovo viadotto in affiancamento al ponte Morandi esistente: la cosiddetta Gronda di Ponente;
- il potenziamento della A7 tramite la costruzione della Nuova Carreggiata Nord nel tratto Genova Ovest - Genova Bolzaneto: la cosiddetta nuova carreggiata Nord A7;
- il nodo di San Benigno;
- il tunnel di Rapallo.

Nel 2003 viene elaborato da ASPI uno ñStudio di Area Vastaò e successivamente uno ñStudio di Fattibilitàò, in cui vengono confrontate diverse alternative progettuali. Il 10 Dicembre 2003 il tavolo congiunto attivato da ANAS, con Regione, Provincia, Comune ed ASPI, approva lôitinerario caratterizzato dallôattraversamento della Val Polcevera tramite un tunnel passante al di sotto del letto del torrente, immediatamente a sud di Bolzaneto.

Il Progetto Preliminare, concluso a Marzo 2005, pur fattibile tecnicamente, suscita perplessità sui possibili rischi di inquinamento delle falde acquifere in fase di costruzione del tunnel al di sotto del letto del torrente. Si torna dunque ad ipotizzare lôattraversamento del Polcevera tramite viadotto e nel 2006 viene ñdisegnatoò un nuovo tracciato della Gronda di Ponente.

Sempre nel 2006, i rappresentanti degli Enti Territoriali evidenziano la necessità di scegliere il sito in cui poter smaltire il materiale di risulta (smarino) proveniente dallo scavo delle gallerie, caratterizzato dalla presenza di minerali contenenti amianto. Nel 2008 viene individuato come sito ottimale il Canale di Calma e viene definito un nuovo tracciato, con sposamento dellôattraversamento della Val Polcevera a Bolzaneto.

Nellôambito del Dibattito Pubblico (da febbraio ad aprile 2009) vengono analizzate 5 alternative di tracciato, messe a confronto in termini di miglioramenti che ciascuna soluzione potrebbe apportare al traffico nel 2025, impatto socio-economico di ciascuna alternativa e problemi relativi alla gestione dei cantieri. Al termine del Dibattito Pubblico ASPI ha selezionato il tracciato che è stato ritenuto meno impattante ed ha sviluppato il ñProgetto Preliminareò.

Successivamente è stato sviluppato il ñProgetto Definitivoòe in data 26 luglio 2011 ASPI ha acquisito la validazione tecnica preventiva del progetto da parte di ANAS.

In data 15 giugno 2011 ASPI ha presentato istanza di pronuncia di compatibilità ambientale al Ministero dellôAmbiente.

In data 27 dicembre 2012, il Ministero dellôAmbiente ha richiesto ad ASPI, con nota prot. DVA-2012-2068, una serie di integrazioni allo Studio di Impatto Ambientale (SIA) ed al progetto, articolate in 38 punti, che recepiscono le 244 osservazioni complessive dei diversi enti pubblici interessati e dei cittadini. Nel luglio 2012 ASPI, ha provveduto a pubblicare le integrazioni allo SIA insieme al progetto modificato ed integrato al fine di riprendere lôiter approvativo della Valutazione di Impatto Ambientale (VIA).

In data 23 gennaio 2014 la procedura di VIA si è chiusa positivamente con lôemissione del Decreto di Compatibilità Ambientale (DM n. 28/2014) da parte del Ministero dellôAmbiente di concerto con il Ministero dei Beni Culturali.

In data 22 marzo 2013 ASPI, in ottemperanza al sopraggiunto D.M. 10 agosto 2012 ñRegolamento recante la disciplina dellôutilizzazione delle terre e rocce da scavoò, ha provveduto a trasmettere il Piano di Utilizzo delle terre per il conseguimento dellôapprovazione nellôambito della procedura di VIA, acquisita in data 19 giugno 2013 (DVA-2013-0014268).

In data 15 aprile 2014 il Proponente Autostrade per lôItalia ha richiesto al Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti lôapertura della procedura di verifica di conformità urbanistica, ai fini del perfezionamento dellôintesa Stato-Regione Liguria e per lôapposizione del vincolo preordinato allôesproprio. In data 27 maggio 2015 è stato emanato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti il Provvedimento finale n. 4236 di perfezionamento dell'intesa Stato-Regione Liguria, approvativo del progetto definitivo ai sensi e per gli effetti dellôart.3 del DPR n. 383/1994 e successive modifiche ed integrazioni.

Agli atti della Conferenza di servizi è stato inoltre acquisito lôAccordo di Programma tra Autostrade per lôItalia S.p.A., ENAC ed Autorità Portuale di Genova per la realizzazione dellôopera a mare (sito di destinazione del materiale proveniente dallo scavo delle gallerie), definitivamente validato con Decreto n.4967 del 21.05.15 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

In data 26 aprile 2016 ASPI ha trasmesso al MIT il Progetto Definitivo adeguato alle prescrizioni riportate negli atti finali delle procedure approvative concluse positivamente (compatibilità ambientale; piano di utilizzo; conformità urbanistica).

Il Progetto Definitivo presentato da ASPI in data 26 aprile 2016 ha ottenuto tutte le approvazioni previste dalla normativa.

In data 16 maggio 2016 ASPI ha dato avvio al procedimento finalizzato alla dichiarazione di pubblica utilità dellôopera, ai sensi dellôart. 16 del DPR 327/2001. In data 4 ottobre 2016 ASPI ha dato comunicazione al MIT di avere provveduto ad esaminare e a rispondere a tutte le osservazioni pervenute, concludendo così le procedure propedeutiche alla emissione del decreto di pubblica utilità.

Infine, in data 7 settembre 2017 è stato emanato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti il Decreto n. 15802 di approvazione del progetto definitivo.

4.2 SINTESI DELLE PRESCRIZIONI RICEVUTE SUL PROGETTO DEFINITIVO DELLôOPERA A MARE

Nellôambito dellôiter autorizzativo del Progetto Definitivo del Nodo Stradale e Autostradale di Genova (Adeguamento del Sistema A7-A10-A12), lôOpera a Mare è interessata specificatamente dai seguenti pareri e autorizzazioni:

- Decreto VIA n°28 del 23 Gennaio 2014;
- Parere 68/2012 del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, emesso in data 21/01/2013, integrante la nota dellôAutorità Portuale di Genova prot. N° 0019246/P del 09/08/2012 e il parere della Capitaneria di Porto di Genova n° 1067 del 16/08/2012;
- Parere Conferenza dei Servizi del 17/10/2014, recante i pareri specifici di Comitato Portuale, Autorità Portuale, Capitaneria di Porto, Aeroporto, ENAC, ENAV;
- Accordo di Programma sottoscritto il 14/04/2015 fra Autostrade per lôItalia, Ente Nazionale per lôAviazione Civile, Autorità Portuale di Genova e Aeroporto di Genova;
- Parere confermativo 45/2015 del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, emesso in data 15/03/2016.

Il Progetto Esecutivo dellôOpera a Mare, nella sua edizione finale, recepisce le indicazioni contenute nei pareri sopra elencati, laddove esse non siano già state integrate nellôemissione finale del Progetto Definitivo. Di seguito si evidenziano le prescrizioni considerate nellôelaborazione del Progetto Esecutivo:

- prescrizioni della Capitaneria di Porto in merito ai provvedimenti atti a garantire la sicurezza della navigazione nel Canale di Calma, sia durante la fase di cantiere sia ad opere ultimate;
- prescrizioni e limitazioni dettate da ENAC - Ente Nazionale per lôAviazione Civile per le fasi di cantierizzazione e di realizzazione dellôopera, finalizzate a garantire la continuità operativa dellôaeroporto;
- richieste di approfondimento per la fase di progettazione esecutiva, da parte nuovamente di ENAC, relative alle caratteristiche e dimensioni (minimo sviluppo verticale) dei mezzi di cantiere, alle esigenze di safety e security aeroportuale, alla compatibilità elettromagnetica di mezzi e opere a progetto rispetto alle radio assistenze, al recepimento delle prescrizioni ICAO nella progettazione strutturale e geotecnica.

LôAppendice B analizza e descrive il riscontro alle singole prescrizioni da parte delle attività e opere ricadenti nel Lotto 5.

5 DESCRIZIONE GENERALE DEGLI INTERVENTI

Lô Opera a Mare riguarda in sintesi le seguenti opere:

- le opere di conterminazione della colmata mediante cassoni cellulari, di tipo riflettente e non riflettente, completi di scanno di imbasamento e rinfianchi;
- lôimpermeabilizzazione delló opera di conterminazione;
- la suddivisione della colmata in vasche interne, opportunamente impermeabilizzate, dove sversare lo smarino proveniente dagli scavi delle gallerie e trasportato in sospensione mediante uno "slurrydotto" (questôultimo non oggetto della presente progettazione);
- la predisposizione dellôarea allôinterno della vasca W1 destinata a ospitare lôimpianto di separazione della bentonite;
- gli impianti elettrici a servizio dellôarea (propedeutici sia allôalimentazione delle stazioni di pompaggio che costituiscono il sistema di drenaggio, sia allôilluminazione delle nuove viabilità);
- lôopera di scarico dello slurrydotto nella colmata (diffusore);
- il riempimento della colmata con lo smarino, il completamento in superficie mediante un sistema di capping e la rete di drenaggio superficiale;
- lôimpianto per la captazione dell'acqua di ñoverflowò, per il successivo invio allôimpianto di ricircolo e allôimpianto di depurazione (questi ultimi non oggetto della presente progettazione);
- le opere di scarico delle acque dei piazzali dell'aeroporto, compresi gli impianti meccanici e di comando/controllo degli impianti di sollevamento delle acque;
- i cunicoli per gli scarichi a mare, attraverso la nuova colmata, dei rii Secco e Roncallo;
- la nuova viabilità realizzata sulla superficie della colmata;
- la sistemazione delle aree della colmata per la copertura a verde.

Il progetto esecutivo è sviluppato tenendo conto che lôappalto sarà suddiviso in tre lotti indipendenti e funzionali, così definiti:

- Lotto 1B: canale di gronda realizzato sulla superficie del rilevato aeroportuale esistente a servizio delle opere di scarico delle acque dei piazzali dell'aeroporto;
- Lotto 5: opere di conterminazione e compartimentazione della colmata;
- Lotto 10B: riempimento della conterminazione e opere di sistemazione superficiale, realizzazione del rinfianco e della scogliera di protezione dei cassoni cellulari delle opere di conterminazione.

Si pone infine in evidenza che la Bonifica da Ordigni Bellici e la risoluzione delle interferenze sarà effettuata mediante appalti separati, propedeutici alla realizzazione dellô Opera a Mare.

Più precisamente, sulla base delle esigenze organizzative dellôappalto, il presente Lotto 5 includerà le seguenti parti di opera:

- opere di consolidamento del fondale di imbasamento delló opera di conterminazione e degli argini interni mediante vibroflottazione;
- scanno di imbasamento su cui fondare sia i cassoni che i massi e relativa scogliera di protezione dallôazione del moto ondoso;
- cassoni e massi di serraglia per lô Opera di conterminazione (fornitura a piè dôopera, trasporto e posa);
- cassoni e massi di serraglia per i manufatti di compartimentazione interna della cassa di colmata (fornitura a piè dôopera, trasporto e posa): vasca W1 (levante, contenente anche il manufatto di prolungamento del Rio Secco), e vasca W2 (ponente);
- il cuneo di rinfianco sui lati interni degli argini della Vasca W2, sul lato est dellôargine est della vasca W1 e sui lati esterni degli argini posti lungo il Rio Secco;

- lôimpermeabilizzazione delle vasche W1 e W2, mediante teli in HDPE posati sullo scanno di imbasamento e sul cuneo di rinfianco;
- il getto della sovrastruttura di prima fase con quota di coronamento pari a +1,30.

Invece, verranno realizzate nellôambito del II stralcio funzionale (Lotto 10B) le rimanenti opere, fra cui in particolare:

- il getto di completamento di seconda fase, fino alla quota di campagna finale di +1,75;
- il muro paraonde con quota di coronamento pari a +3,00;
- il cuneo di rinfianco e lôimpermeabilizzazione delle opere di conterminazione;
- lôimpermeabilizzazione delle vasche A1, A2, A3 della colmata mediante teli HDPE;
- il riempimento della cassa di colmata e opere/lavorazioni connesse;
- le opere civili ed impiantistiche legate alla risoluzione delle interferenze e alla gestione delle acque di piattaforma (ad esclusione del Canale di Gronda che rientra nel Lotto 1B);
- le opere civili ed impiantistiche legate alle sistemazioni esterne.

La seguente planimetria illustra i principali corpi dôopera inseriti allôinterno del I stralcio funzionale (Lotto 5).

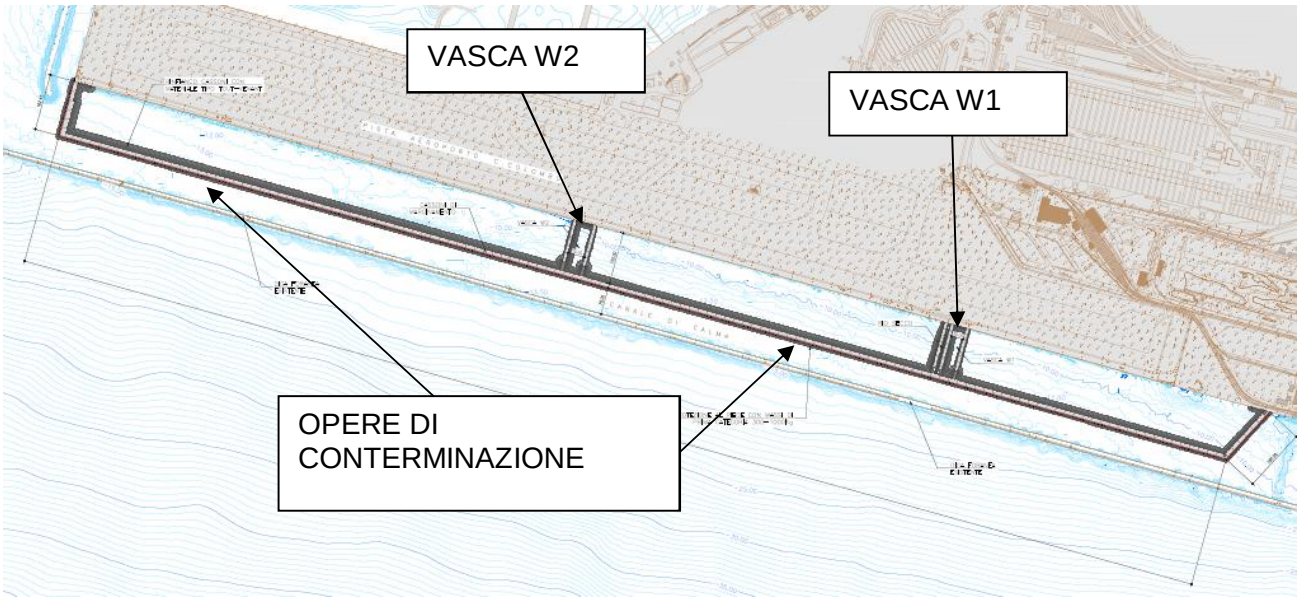


Figura 5-1. Planimetria generale di progetto delle opere del Lotto 5

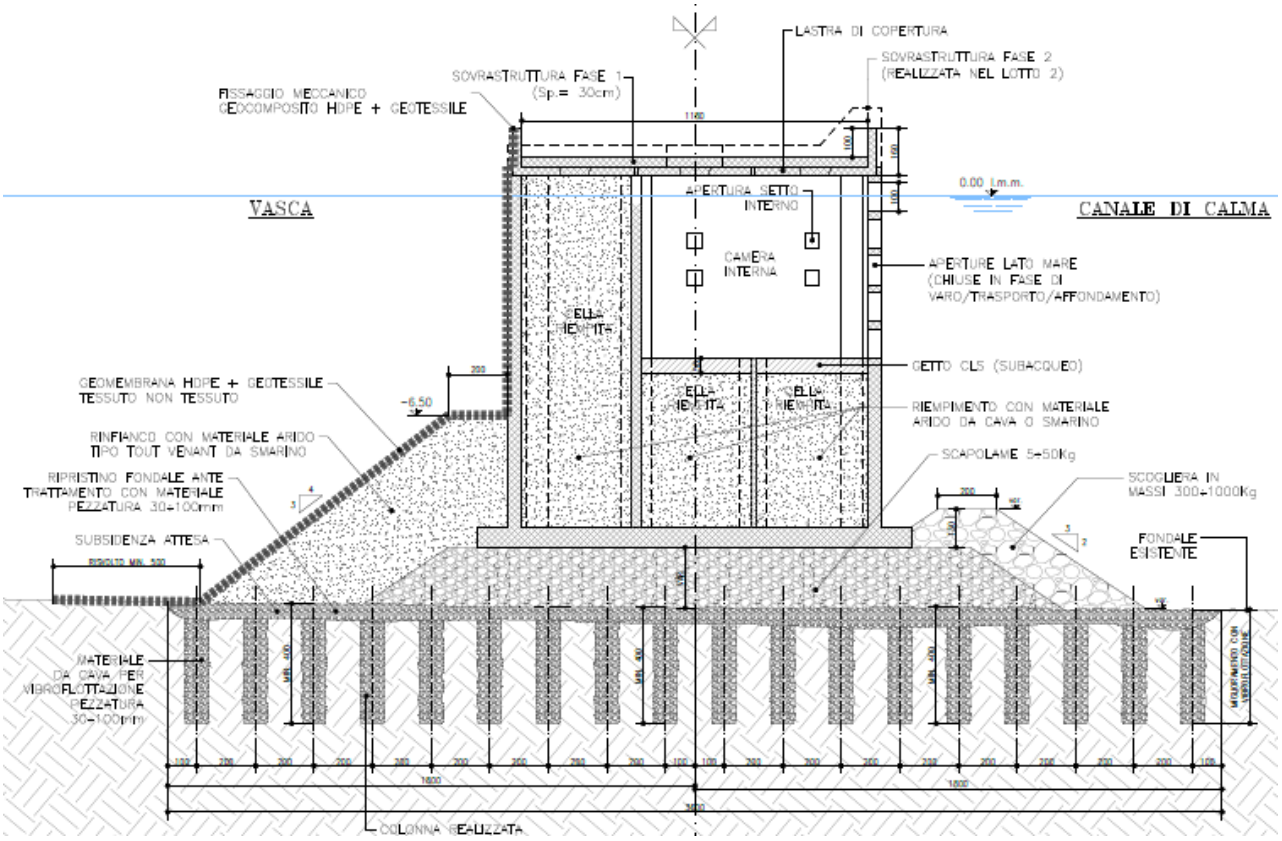


Figura 5-2. Sezione tipo Opere di Conterminazione con Cassoni Cellulari (il rinfianco, la geomembrana +geotessile e la scogliere saranno realizzate nel Lotto 10B)

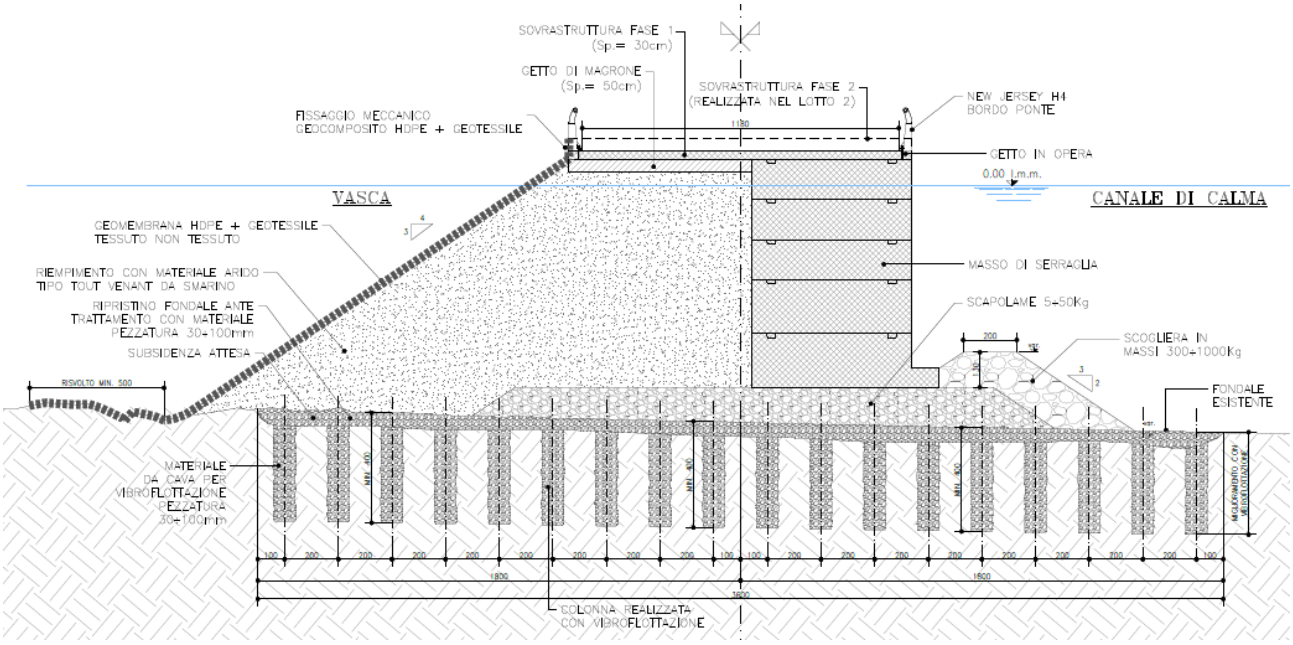


Figura 5-3. Sezione tipo Opere di Conterminazione con Massi di Serraglia (il rinfianco, la geomembrana +geotessile e la scogliere saranno realizzate nel Lotto 10B)

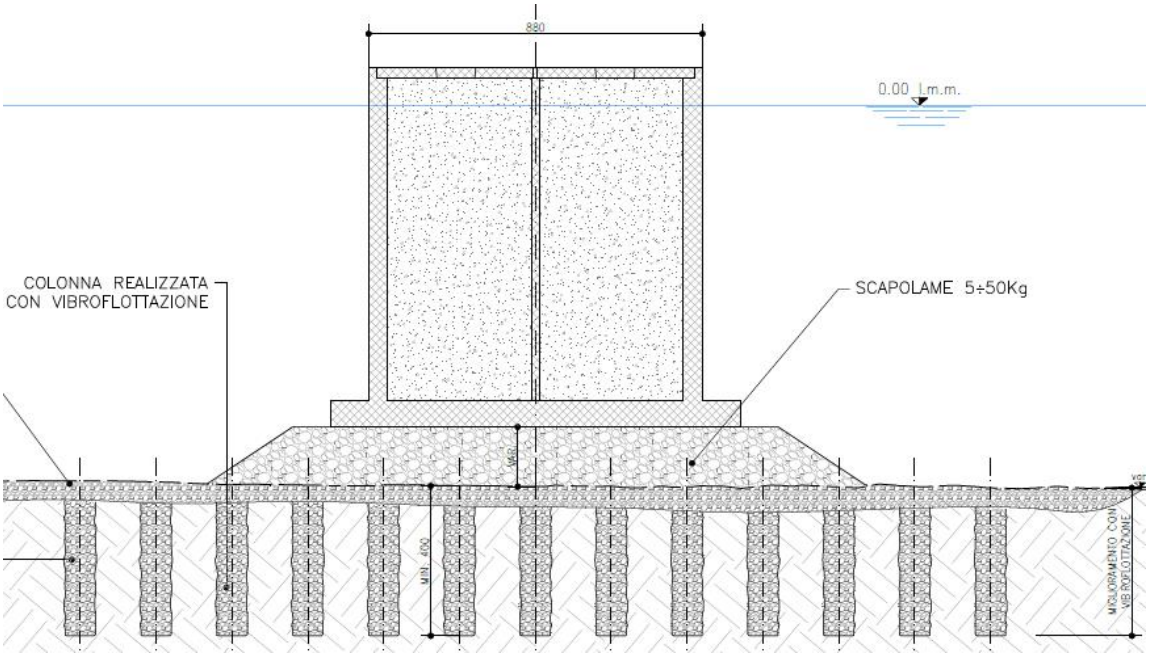


Figura 5-4. Sezione trasversale tipo Argini Vasca W2

Nel dettaglio i corpi dôopera costituenti la vasca W1 sono illustrati nelle seguenti figure, con identificazione sia degli argini che delimitano il Rio Secco sia dellôargine di ponente della vasca W1.

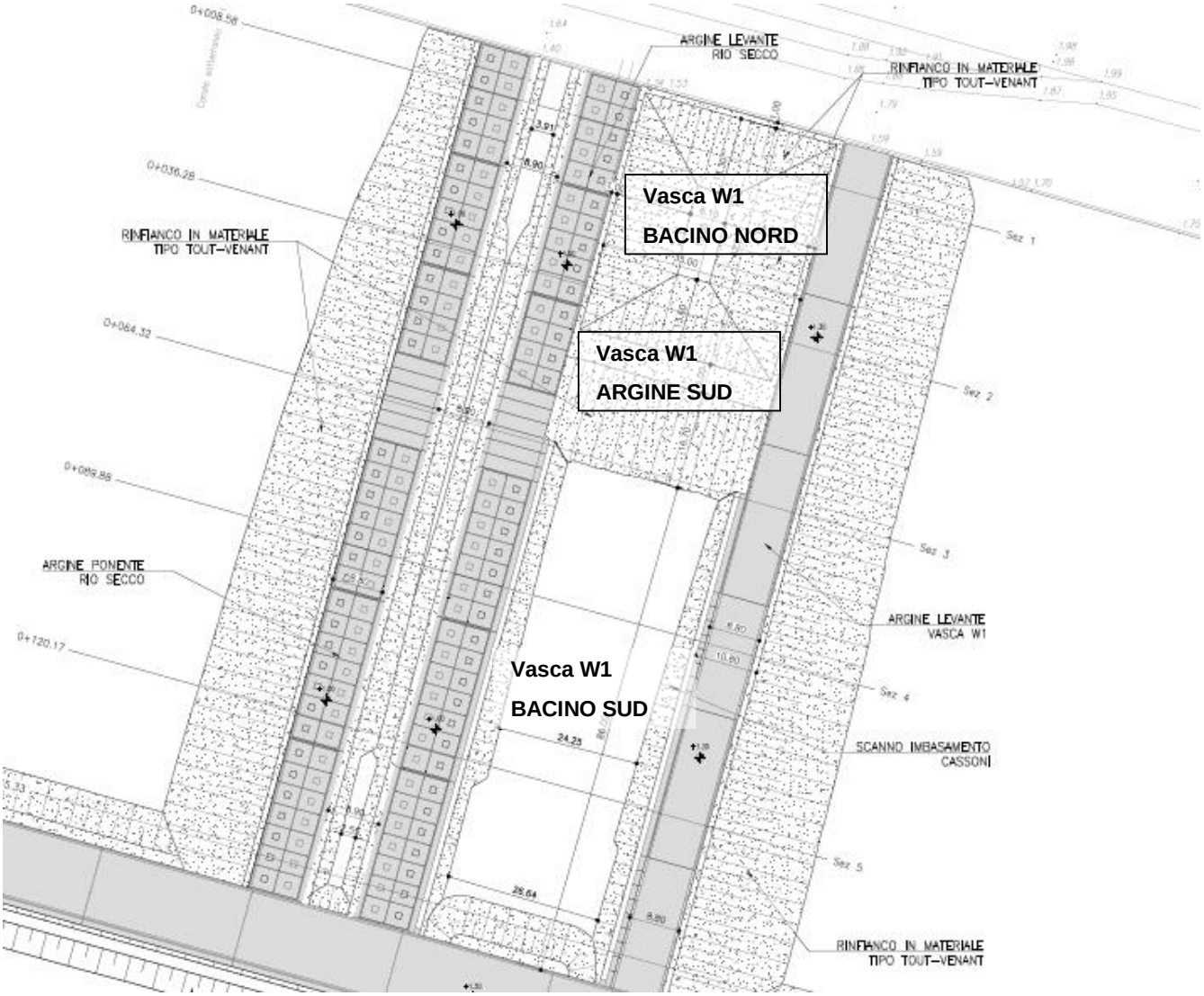


Figura 5-5. Planimetria generale di progetto della Vasca W1

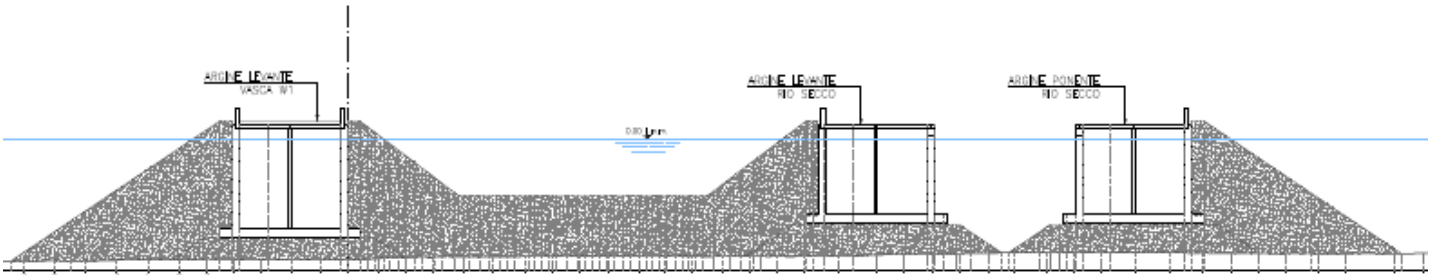


Figura 5-6. Sezione trasversale di progetto della Vasca W1 Bacino Nord e Rio Secco

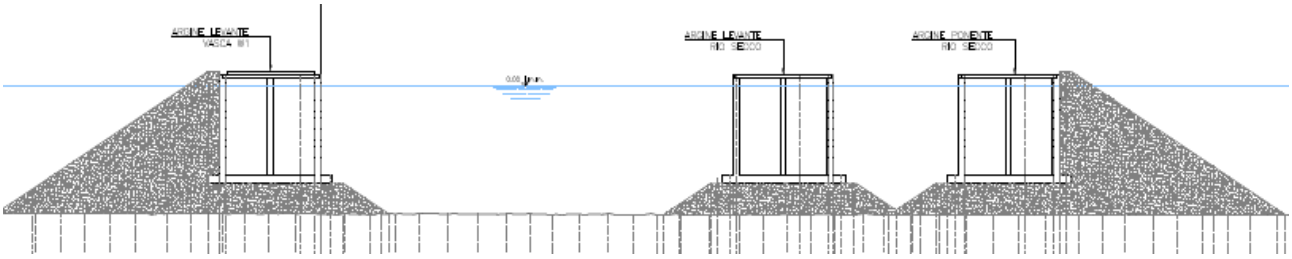


Figura 5-7. Sezione trasversale di progetto della Vasca W1 Bacino Sud e Rio Secco

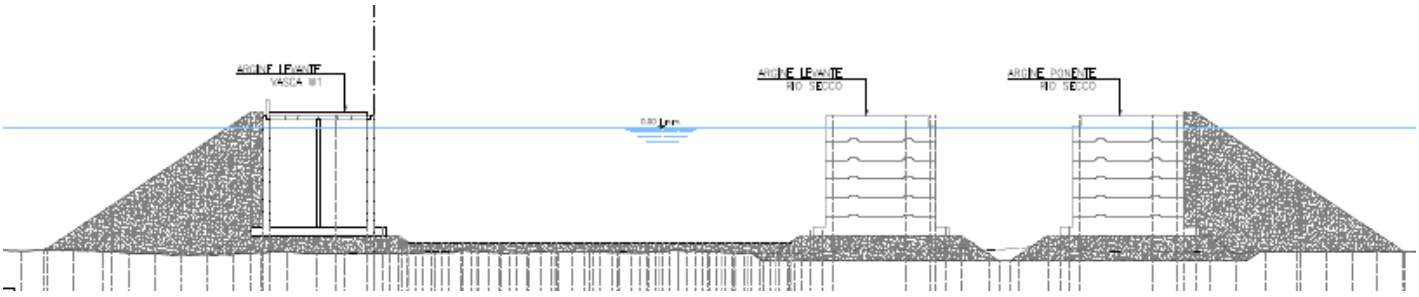


Figura 5-8. Sezione trasversale di progetto della Vasca W1 Bacino Sud e Rio Secco

Gli argini del rio Secco devono essere posti a contatto con le opere di conterminazione al fine di confinare adeguatamente il deflusso del rio.

Lôargine W1, costituito da un allineamento di cassoni cellulari e massi di serraglia imbasati su uno scanno dôimbasamento, delimita a levante lo specchio acqueo della vasca W1. Tale specchio acqueo è suddiviso a sua volta in un bacino nord e uno sud da un argine in tout venant, che si sviluppa perpendicolare allôallineamento dellôargine W1 e si chiude contro lôargine levante del Rio Secco.

A tergo dellôargine W1(Lato Est), dellôargine ponente del Rio Secco (lato ovest) e sui lati dellôargine W1 e argine levante che delimitano il bacino W1 tutto il bacino nord ricavato nella vasca W1 dovrà essere posto in opera un rinfianco su cui posare in opera la geomembrana HDPE ed il geosintetico tessuto non tessuto, volti a garantire una barriera ambientale tra il rio e le vasche dellôopera a mare.

Sia sul lato levante della Vasca W1 sia sulla porzione di argine Rio Secco lato ponente che delimita il bacino Nord della Vasca W1 si prevede la realizzazione di una soletta di completamento sulle lastre prefabbricate di copertura dei cassoni. Tale soletta ha la funzione di rendere carrabile lôestradosso dei cassoni e quindi agevolare le lavorazioni che interesseranno il bacino Nord della vasca W1.

Con riferimento invece alla vasca W2 si riporta di seguito la configurazione planimetrica degli argini.



Figura 5-9. Planimetria generale di progetto della Vasca W2

Lôargine di ponente della vasca W2 presenta un rinfianco su cui sarà messa in opera una geomembrana e geosintetico, volto a garantire una barriera ambientale la vasca A2 e la confinante vasca A3. Tale barriera sarà utile al fine della gestione e fasizzazione dei riempimenti delle vasche con materiale amiantifero.

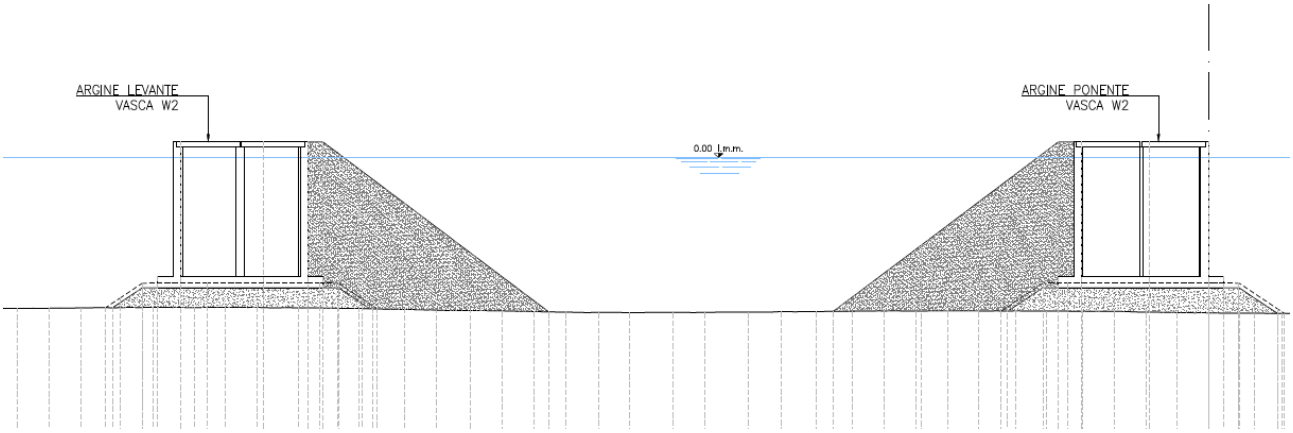


Figura 5-10. Sezione generale di progetto della Vasca W2

Si pone infine in evidenza che la Bonifica da Ordigni Bellici, nonché lôeventuale verifica preventiva dellôinteresse archeologico, saranno effettuate mediante appalti separati, propedeutici alla realizzazione dellôOpera a Mare.

6 RISOLUZIONE INTEFERENZE TRA LOTTO 5 E RIO SECCO E RONCALLO

Lôinterferenza idraulica tra lôOpera a Mare ed i rii Secco e Roncallo è analizzata nel dettaglio nella documentazione di progetto del successivo lotto esecutivo.

La configurazione geometrica delle opere marittime del Lotto 5 (disposizione argini in corrispondenza della vasca W1) e le caratteristiche progettuali delle stesse (forometrie nei cassoni cellulari costituenti la conterminazione) prendono già a riferimento la soluzione di progetto.

Il Rio Secco ha origine a meno di 2 km a monte dellôimpianto ILVA, alle spalle dellôabitato di Cornigliano, a quota 125 m s.m.m. circa. Esso si sviluppa perlopiù in ambiente urbano e, al termine del percorso, sottopassa il sito dellôILVA di Genova Cornigliano e la struttura dellôaeroporto, per poi sboccare a mare nellôattuale canale di calma. Al fine del mantenimento della continuità dello scarico del rio, anche nella configurazione di progetto, è stato previsto un prolungamento del canale costituente il rio stesso al di sotto della nuova colmata.

Ad eccezione della porzione di monte lungo la quale scorre a cielo aperto, il rio si sviluppa quasi completamente in ambito urbanizzato, ove risulta tombinato. Al fine di conoscere le sue attuali condizioni di deflusso allo stato attuale, è stato necessario acquisire informazioni sui percorsi di tali tombamenti e sulle sezioni di deflusso.

A questo scopo già nellôambito del Progetto Definitivo sono stati condotti sopralluoghi nellôarea ILVA, con il supporto del personale che ha messo a disposizione la propria memoria storica; sono stati analizzati i pozzetti esistenti e ricostruita la sezione nei vari tratti fra pozzetto e pozzetto. Appositi rilievi sono stati effettuati a supporto delle valutazioni preliminari, tramite i quali si sono definite le caratteristiche dimensionali dei manufatti esistenti.

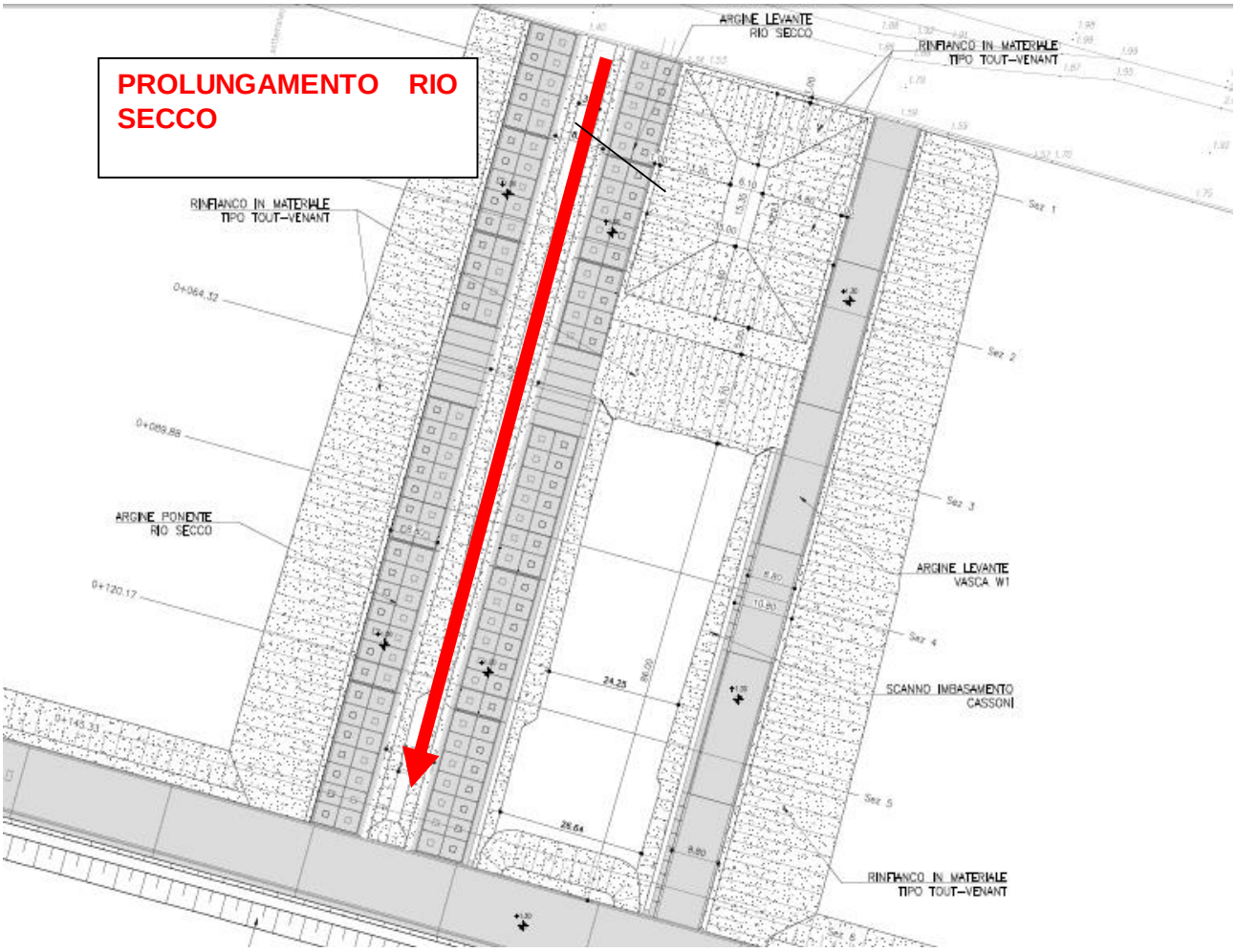


Figura 6-1. Planimetria Vasca W1 ï Prolungamento Rio Secco

Il Rio Secco manterrà il suo tracciato attuale fino al tratto di prolungamento in progetto, al di sotto della nuova colmata. La portata di competenza di tale bacino, attualmente, non può essere completamente smaltita a causa dellôinadeguatezza dimensionale delle sezioni di deflusso.

Nonostante questo, la portata di riferimento per la progettazione del tratto di prolungamento in progetto è stata assunta, cautelativamente, pari alla portata potenzialmente transitabile allo sbocco a mare come se il corso dôacqua fosse completamente adeguato al transito della stessa. I tempi di ritorno di riferimento per la progettazione sono pari a 200 anni per la fase di esercizio e 5 anni per la fase provvisionale.

Il progetto prevede la realizzazione di un corridoio di scarico delimitato da cassoni, che ha origine immediatamente a valle dei cassoni esistenti.

Il canale ha sezione corrente con base 10.90 m ed altezza variabile, in relazione alla pendenza di fondo ed allôestradosso previsto; sul fondo canale è prevista la realizzazione di una sezione trapezia.

Lo scarico a mare, attraverso i nuovi cassoni di conterminazione, avviene con tre scatolari con luce di base 260 cm ed altezza 320 cm disposti con quota di scorrimento -7.80 m s.l.m.

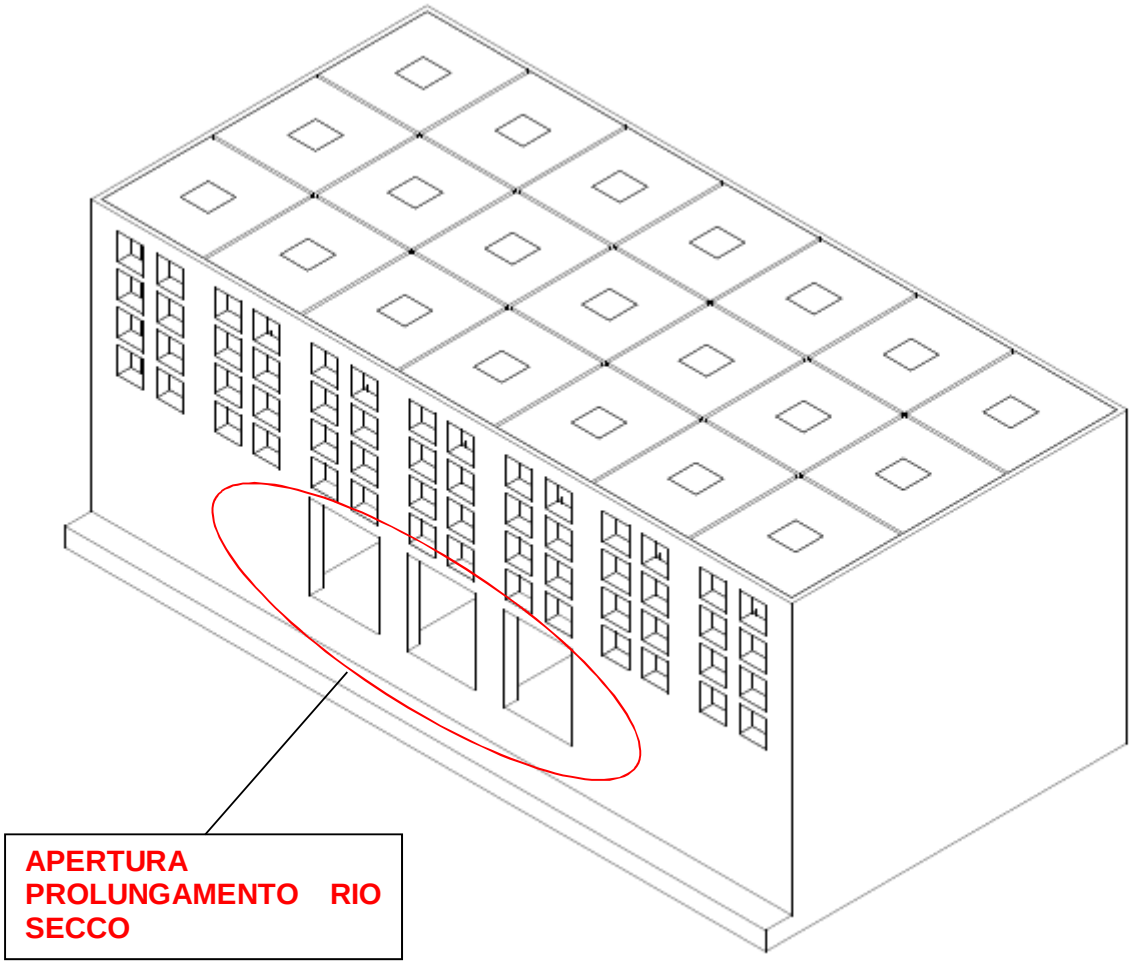


Figura 6-2. Cassone dellôOpera di Conterminazione in prossimità del Prolungamento Rio Secco

Per quanto riguarda il Rio Roncallo è in corso di esecuzione il progetto di sistemazione che prevede la deviazione del rio verso Est, verso il Torrente Polcevera, a monte del sito dellôILVA, pertanto tutti i contributi provenienti dal bacino a monte dellôILVA saranno veicolati verso il nuovo recapito e non transiteranno più nella rete di drenaggio sottostante lôarea ILVA e lôarea aeroporto.

La portata afferente a monte dellôattuale punto di scarico del collettore Roncallo verrà raccolta da una stazione di sollevamento che smaltirà il contributo totale a mare tramite tubazioni in pressione. La messa in opera di tale soluzione progettuale afferisce al successivo lotto esecutivo.

Si evidenzia che la messa in opera del sistema di pompaggio per lo smaltimento della portata residua del Rio Roncallo avverrà preliminarmente al completamento delle opere di conterminazione che costituiscono la vasca A1.

7 CONSOLIDAMENTO DEL FONDALE DI IMBASAMENTO DELLôOPERA DI CONTERMINAZIONE E DEGLI ARGINI INTERNI

7.1 OPERE DI CONTERMINAZIONE ARGINI VASCA W2

La realizzazione dello scanno di imbasamento, la posa dei cassoni e la realizzazione del riempimento a tergo comportano lo sviluppo di cedimenti immediati e di consolidazione variabili in un range compreso tra 0.60 m e 1.80 m, in funzione della tipologia di cassone e delle condizioni stratigrafiche, in assenza di interventi di miglioramento del terreno naturale. Il processo di consolidazione tende ad esaurirsi entro 40 ï 60 mesi dalla posa dellôimbasamento.

Per il terreno di fondazione delle opere di conterminazione e degli argini della vasca W2, al fine di ridurre lôentità di tali cedimenti, dovuti principalmente alla presenza dellôunità geotecnica A più superficiale, è stato previsto un intervento di miglioramento dei primi 4 m di terreno naturale sotto i cassoni ed esternamente ad essi per una larghezza idonea (la larghezza dello scanno di imbasamento, ulteriormente estesa di circa 4 m).

Lôintervento, previsto sotto tutti i cassoni, appartenenti alla conterminazione e alle vasche interne, consiste nella vibroflottazione con apporto di materiale dei primi 4 m di fondale. La maglia di trattamento prevista è pari a 2.0 m x 2.0 m, con diametro delle colonne minime a termine trattamento di 800 mm. A seguito del trattamento di vibroflottazione i cedimenti massimi si attestano su valori intorno a 15-20 cm, e comunque entro i 30 cm considerata la fase di consolidazione.

Tra le tecniche attualmente disponibili per incrementare lo stato di addensamento di un materiale (e quindi ridurre il suo indice dei vuoti) la tecnica di densificazione più opportuna per le specifiche soggezioni di sito è rappresentata dalla vibroflottazione con apporto di materiale eseguita secondo il metodo wet-top feed o Blanket method.

Questa tecnica, eseguita da pontone per applicazioni off shore, consiste nella deposizione sul fondale di uno strato di ghiaia a granulometria selezionata (tipicamente 30 ï 100 mm); al termine della stesa il vibroflot viene abbassato, fatto penetrare nello strato di ghiaia e nel fondale, mantenendo operativa sia la vibrazione che i getti di acqua necessari per il corretto apporto energetico.

Una volta raggiunta la profondità di trattamento, il vibroflot viene messo in risalita e durante questa fase sono eseguite manovre di salita e discesa che hanno lo scopo di incrementare il diametro del trattamento. Sia durante la penetrazione sia durante le manovre il materiale di apporto precedentemente steso sul fondale cadrà per gravità allôinterno dello spazio anulare compreso tra il vibroflot ed il terreno circostante. La combinazione di azione vibratoria ed apporto di materiale consente di raggiungere gli obiettivi di densificazione attesi.

Nelle figure seguenti si riportano uno schema concettuale del funzionamento del trattamento di vibroflottazione ed un esempio tipico di esecuzione da pontone.

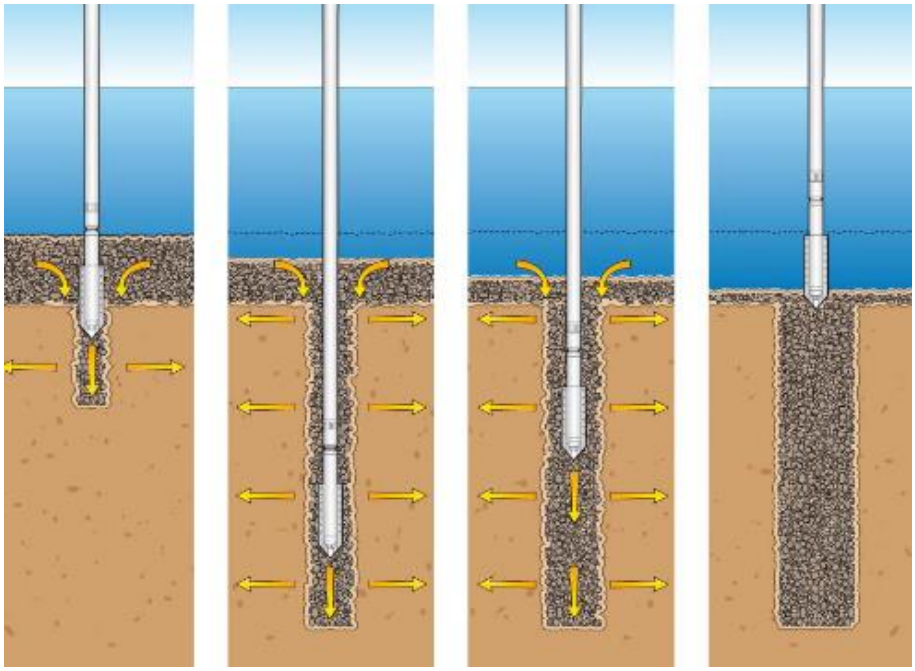


Figura 7-1. Principio di funzionamento della vibroflottazione (metodo Blanket)

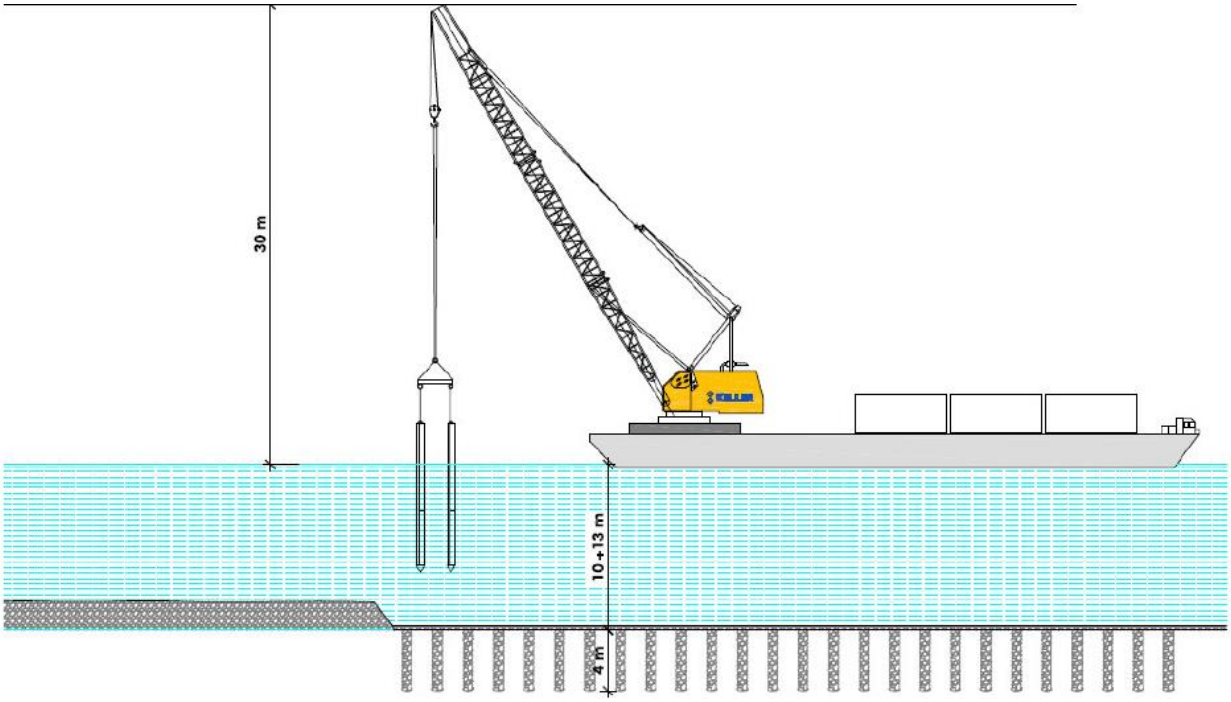


Figura 7-2. Esecuzione di intervento di vibroflottazione da pontone

A monte dellôesecuzione della vibroflottazione dovranno essere eseguiti quattro campi prova lungo lo sviluppo della perimetrazione, al fine di tarare opportunamente le caratteristiche dellôintervento e valutare lôeffettiva efficacia del trattamento. Lôeffettivo raggiungimento della profondità di trattamento desiderata viene convalidato mediante analisi geofisica (Sub bottom profiler), da eseguire lungo tutta lôarea trattata lungo tre allineamenti, prima e dopo il trattamento in campo prova. Lôeffettivo miglioramento dei parametri di resistenza del terreno trattato viene eseguito mediante prove CPT di lunghezza 8 m, da eseguire negli spazi compresi tra una colonna e lôaltra di trattamento, prima e

dopo di trattamento. Il campo prova ha dimensioni 20 m x 20 m ed è costituito da 10 x 10 colonne. Le fasi di ciascun campo prova sono pertanto di seguito riepilogate:

- Esecuzione prove CPT prima della vibroflottazione;
- Esecuzione campo prova;
- Esecuzione prove CPT dopo la vibroflottazione.

7.2 ARGINI VASCA W1 E ARGINI RIO SECCO

Per la vasca W1 e gli argini delimitanti il Rio Secco si prevede lâadozione di due differenti metodologie di trattamento del terreno di fondazione.

Tale differenziazione è funzionale al successivo Lotto 1B che prevede la realizzazione nel bacino sud della vasca W1, previo riempimento dello stesso, di un impianto di gestione facente parte del circuito slurrydotto. Le opere facenti parte di tale impianto ammettono tolleranze nei cedimenti delle opere di fondazione, tali per cui non è possibile mantenere in opera la soluzione di miglioramento del fondale mediante vibroflottazione.

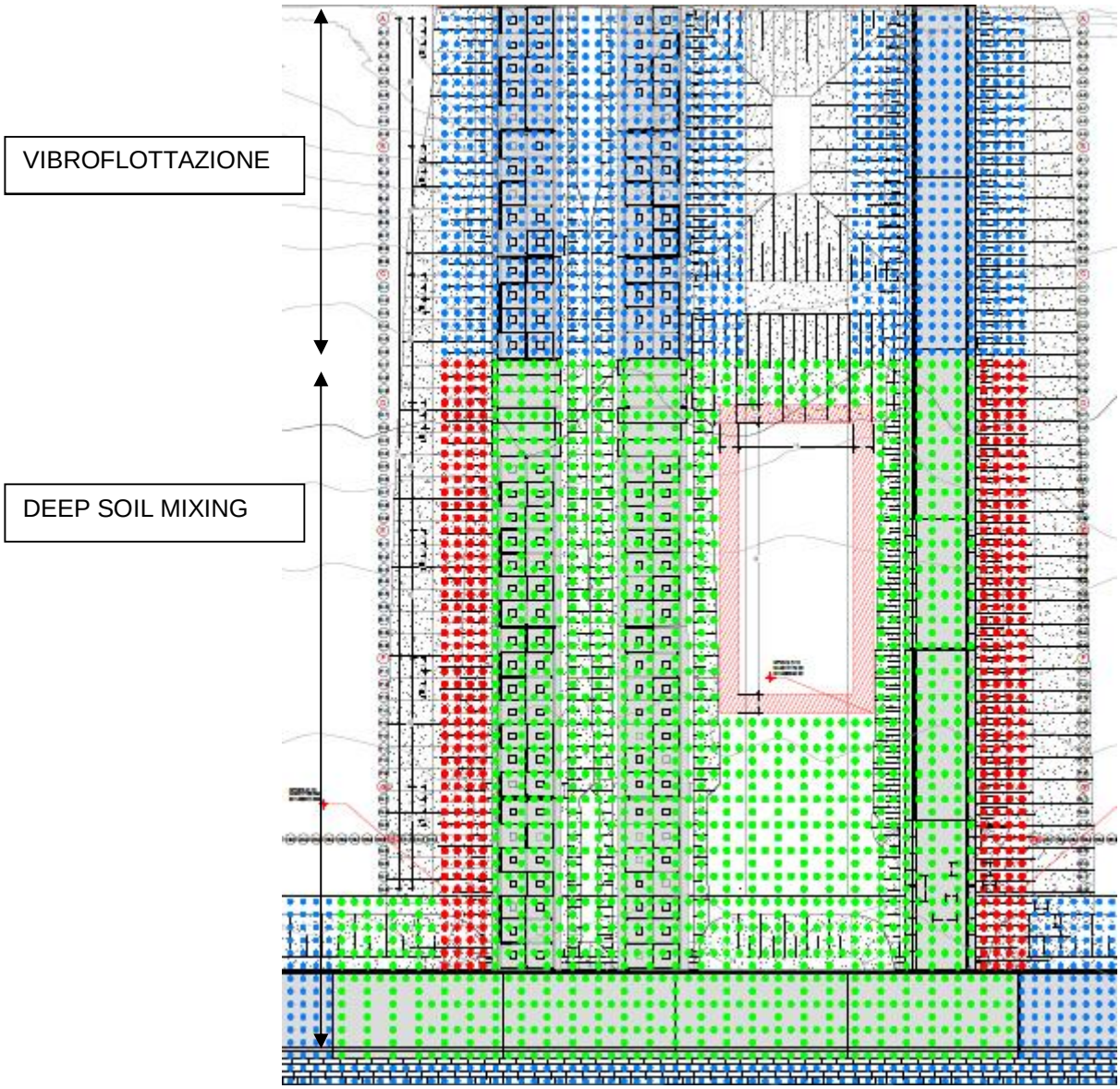


Figura 7-3. Interventi di miglioramento del terreno di fondazione area vasca W1 e Rio Secco

Si prevede quindi lâadozione di due differenti tipologie di trattamento, così suddivise:

- Vasca W1 Bacino Nord: esecuzione trattamento di vibroflottazione;
- Vasca W1 Bacino Sud esecuzione di trattamento di miglioramento del terreno di fondazione mediante deep soil mixing.

La seguente figura illustra la maglia di trattamento tipo identificata per il miglioramento del fondale ricadente in prossimità del bacino sud della Vasca W1.

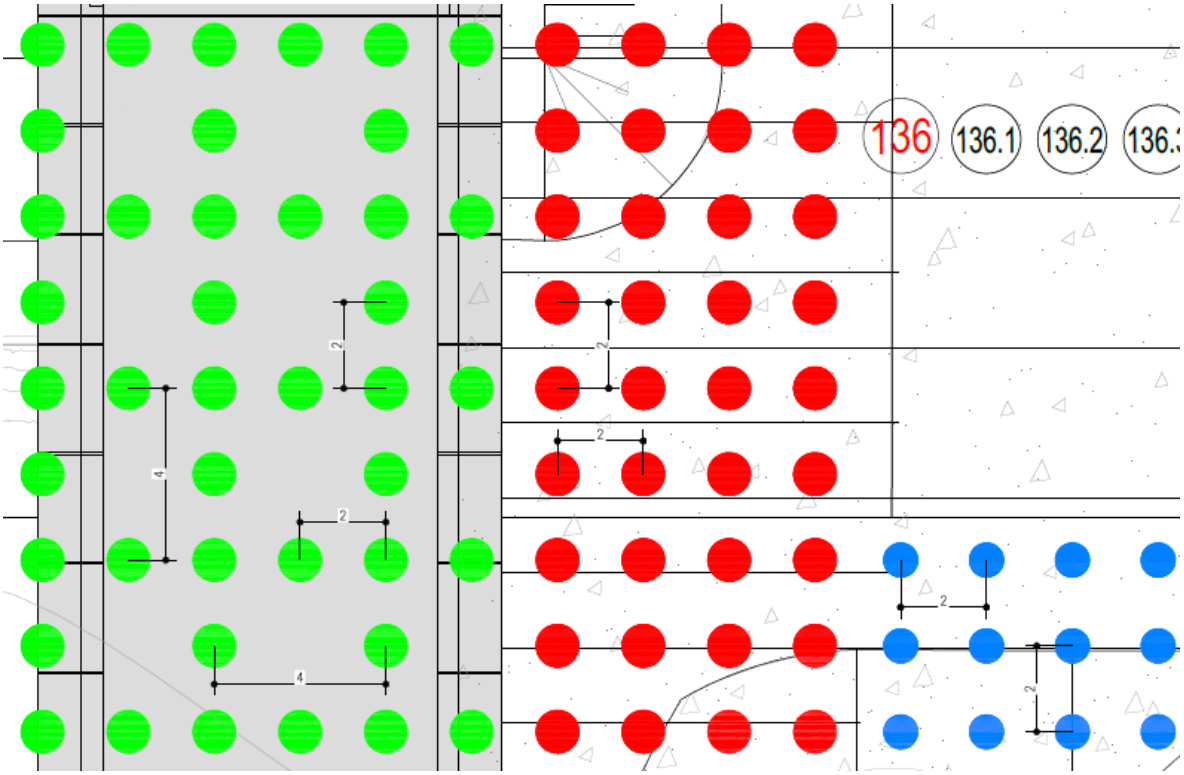


Figura 7-4. Intervento di miglioramento fondale Vasca W1

I simboli in verde evidenziano le colonne di deep soil mixing con interasse 2 m x 4 m, i simboli rossi indicato le colonne di deep soil mixing con interasse 2mx2m, infine i simboli blu indicano le colonne di vibroflottazione con interasse 2mx2m.

Per il terreno di fondazione degli argini del bacino Nord della vasca W1, al fine di ridurre lâentità di tali cedimenti, dovuti principalmente alla presenza dellâunità geotecnica A più superficiale, è stato previsto un intervento di miglioramento dei primi 4 m di terreno naturale sotto i cassoni ed esternamente ad essi per una larghezza idonea (la larghezza dello scanno di imbasamento, ulteriormente estesa di circa 4 m). Tale trattamento segue le stesse modalità e verifiche previste per le opere di conterminazione e gli argini della vasca W2.

Per quanto riguarda il trattamento di miglioramento del terreno del fondale applicato agli argini del rio Secco e della vasca W1 ricadenti nella porzione sud, consiste in un trattamento mediante colonne di Deep Soil Mixing tramite Metodo Wet. Le colonne hanno diametro 1.0 m, lunghezza 15 m (interessando interamente lâUnità A e parzialmente lâUnità B) e sono disposte a interasse 2.0 m x 2.0 m. Con riferimento alla planimetria riportata, tale interasse viene mantenuto nelle zone laterali rispetto ai cassoni della vasca W1 (trattamenti in rosso), mentre in tutta lâarea interna la maglia di trattamento non viene interamente realizzata, ma si considera di non trattare una maglia di

dimensioni 4.0 m x 4.0 m (trattamenti in verde, riducendo in pratica di circa il 25% il numero di colonne).

La tecnica del deep soil mixing è una tecnica di miglioramento giapponese Cement Deep Mixing (CDM), o il metodo ñWetò è stata sviluppata nella metà degli anni ô70 e rappresenta il più grande gruppo di tecniche Wet Mixing. Il Wet Deep Mixing è stato utilizzato in maniera estensiva in Giappone, particolarmente per i progetti in ambiente marino. La tecnica di miscelazione per via umida consiste nella miscelazione in sito del terreno con una miscela di acqua e legante (generalmente cemento) ed eventualmente fillers e additivi, che può essere introdotta nel terreno in varie fasi del trattamento. Un approccio comune è quello di iniettare una parte della miscela durante la fase di penetrazione nel suolo. Quando lo strumento di miscelazione penetra provoca una disgregazione meccanica del terreno e allo stesso tempo lo smuove leggermente per facilitare lôincorporazione del legante. Il resto del legante è iniettato nella fase di risalita dello strumento. I valori tipici dei parametri operativi utilizzati per la realizzazione di interventi di

Lôattrezzatura è costituita da una macchina operatrice con una torre di perforazione composta da una o più aste (fino a 6) attrezzate con porzioni di spirale (terreni incoerenti) o lame (terreni coesivi). Ogni batteria termina con un utensile di perforazione provvisto di ugelli che consentono la fuoriuscita della malta cementizia necessaria. Il legante viene precedentemente miscelato con additivi e acqua e quindi stoccato in opportuni silos. Lôimpianto di confezionamento e pompaggio del legante prevede un agitatore per la realizzazione della malta che successivamente passa alla pompa per lôinvio alle batterie di perforazione. La quantità di legante immesso può essere modificata in funzione della tipologia di terreno incontrato.

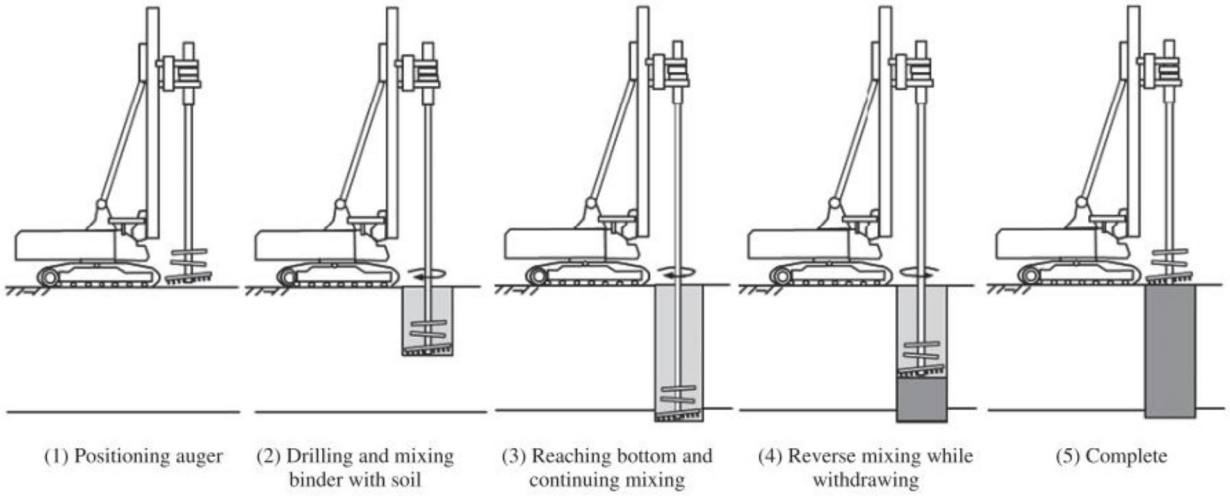


Figura 7-5. Sequenza tipica di esecuzione del trattamento deep soil mixing

La lavorazione avviene da pontone il quale dovrà ospitare oltre alla macchina operatrice anche i silos di stoccaggio della miscela.

Al fine di evitare potenziali dispersioni di miscela sul fondale marino, è necessario porre in opera durante le operazioni una camicia di rivestimento che colleghi la sommità del pontone con il fondale e si infigga allôinterno del fondale stesso per circa due metri.

Preliminarmente allôesecuzione del trattamento sarà necessario eseguire dei campionamenti dei terreni in situ (soggetti a trattamento) al fine dôindentificare in laboratorio la corretta miscela da utilizzarsi durante la lavorazione. Il trattamento eseguito sarà poi verificato mediante lôesecuzione di carotaggi continui su colonne di deep soil mixing campione al fine di prelevare campioni da sottoporre a prove di laboratorio.

In analogia a quanto previsto per il trattamento di vibroflottazione si prevede di delimitare lâarea soggetta a trattamento con panne antinquinamento.

8 SCANNO DI IMBASAMENTO

I cassoni e i massi di serraglia dellôopera di conterminazione poggiano su uno scanno di imbasamento, di larghezza di progetto maggiore rispetto allôimpronta del cassone alla base, di 2.0 m lato mare e di 1.0 m lato terra, per una larghezza totale di 17.8 m (cassone a tre celle) e di 21.8 m (cassone a quattro celle). Lôinclinazione delle scarpate è 2:3. Lungo il lato mare è presente inoltre una scogliera a protezione del piede dello scanno di imbasamento, avente estensione in sommità pari a 2 m ed uno spessore pari a 1.3 m. Lôaltezza dello scanno di imbasamento definitivo è variabile e in tutti i casi superiore a 1.0 m. Si identificano in particolare i seguenti valori minimi:

- Cassone Tipo A, A1, A2, A3: 1.70 m;
- Cassone Tipo B, B1: 1.50 m;
- Cassone Tipo C, D, E, E1: 1.00 m;
- Massi di serraglia sud-est, est: 1.00 m;
- Massi di serraglia ovest: 2.90 m.

Si riporta nella figura seguente una sezione tipo di scanno di imbasamento dei cassoni di conterminazione.

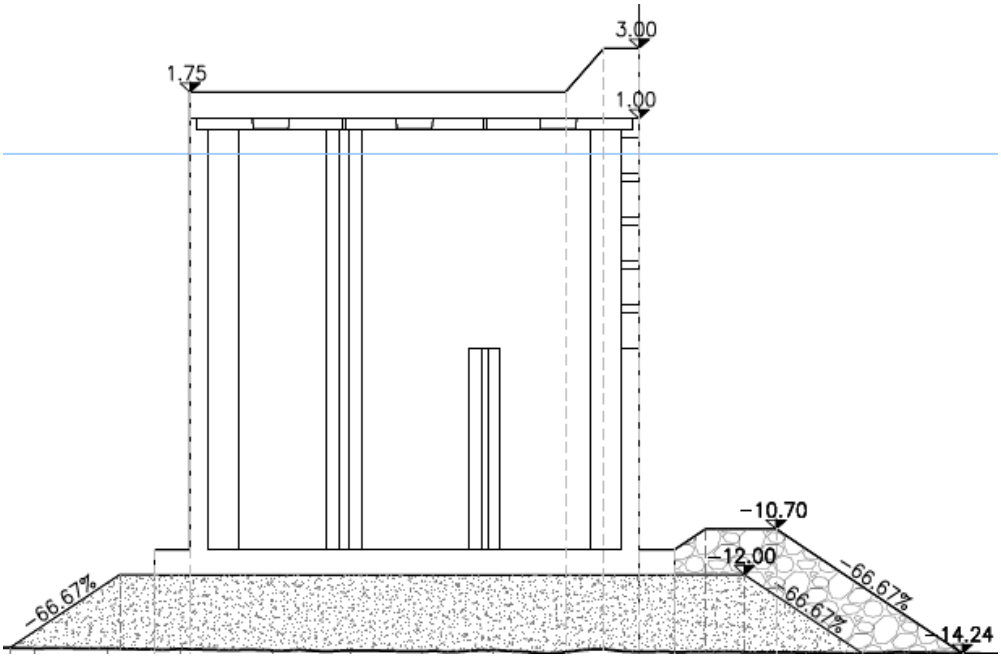


Figura 8-1. Sezione tipo cassone e scanno di imbasamento

Per i cassoni costituenti gli argini delle vasche interne lo scanno presenta le seguenti altezze minime:

- Cassone Tipo F, G, H, L: 1.4 m;
- Cassone Tipo I: 1.6 m;
- Cassone M, N: 2.0 m.

Occorre evidenziare che, come riportato nelle Relazioni di calcolo geotecnico (Doc. APE0009, APE0066 e APE0074), la realizzazione dello scanno di imbasamento, la posa dei cassoni e la realizzazione del riempimento a tergo, in assenza di trattamenti migliorativi del terreno, comportano lo sviluppo di cedimenti immediati e di consolidazione variabili, in un range compreso tra 0.60 m e 1.80 m, in funzione della tipologia di cassone e delle condizioni stratigrafiche e di carico a cui sono posti i cassoni.

Per questa ragione, al fine di garantire una corretta quota del cassone in condizioni definitive, si prevede come illustrato al paragrafo precedente un intervento di vibroflottazione del fondale di imbasamento. Si prevede poi la realizzazione dello scanno di imbasamento con una rimonta iniziale della quota di coronamento pari a 30cm, per mitigare lôentità dei cedimenti e costituire un idoneo piano di posa per i cassoni.

Per una porzione limitata dello scanno costituente due gli argini interni del Vasca W1 (rispettivamente Rio Secco Levante e Rio Secco Ponente) si rende necessario preliminarmente alla posa dello scanno stesso e dellôoperazione di vibroflottazione, unôoperazione di livellamento del fondale mediante lôimpiego di pontone con benna.

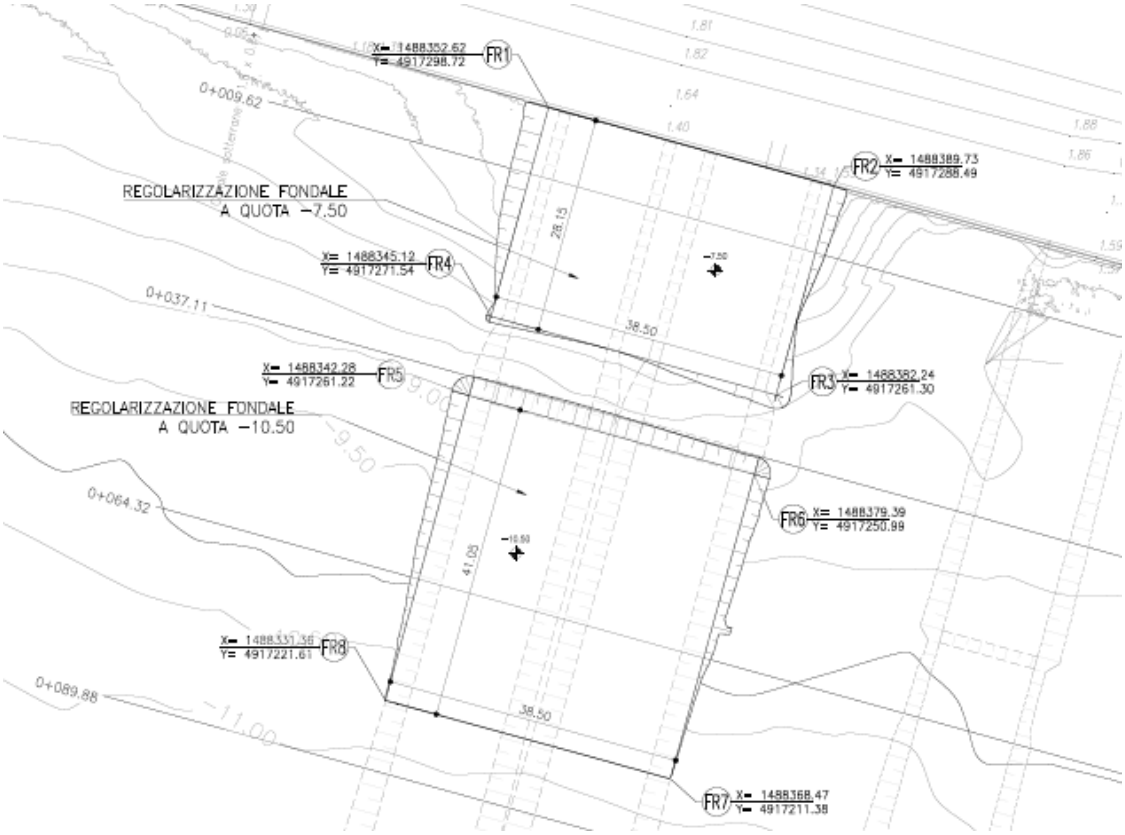


Figura 8-2. Ingombro planimetrico delle aree oggetto di livellamento

Il materiale movimentato sarà spostato a lato dellôarea interessata dalle operazioni. Tale operazione dovrà preliminarmente essere autorizzata dalla Regione Liguria ai sensi del DGR2013/1602. Lôautorizzazione di tale operazione non richiede una caratterizzazione ambientale del materiale soggetto a movimentazione.

Infine, al fine di limitare la messa in sospensione della frazione fine caratterizzante il fondale, durante la posa in opera dello scanno dovranno essere utilizzate panne galleggianti.

8.1 PROGETTO GEOTECNICO

Le verifiche geotecniche dello scanno di imbasamento sono state eseguite in accordo ai contenuti delle N.T.C. 2008, con riferimento alle indicazioni riguardanti i rilevati. La descrizione dettagliata delle metodologie impiegate e dei risultati di tutte le verifiche è riportata nelle Relazioni di calcolo geotecnico delle opere di conterminazione e delle vasche W1 e W2 (Doc. APE0009, APE0066 e

APE0074), a cui si rimanda. In particolare, le verifiche dello scanno di imbasamento sono state eseguite congiuntamente alle verifiche dei cassoni e dei massi di serraglia che insistono sullo scanno.

Per questo motivo, per gli scenari di calcolo considerati, per i carichi agenti e per i risultati delle verifiche si fa riferimento a quanto riportato nei capitoli specifici riguardanti i cassoni e i massi di serraglia. Le verifiche rilevanti per lo scanno di imbasamento sono le seguenti:

- stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno;
- capacità portante dello scanno di imbasamento.

8.2 PROGETTO IDRAULICO

Lo scanno di imbasamento dellôopera di conterminazione è protetto da una mantellata, avente lo scopo di impedire lôerosione al piede dei cassoni, costituire un valido appoggio contro lo scivolamento in massa della struttura e proteggere lo scanno di imbasamento dei cassoni dalle azioni del moto ondoso.

La scogliera di progetto, che sarà realizzata nellôambito del Lotto 10B, è realizzata con le seguenti caratteristiche:

- massi naturali di peso compreso tra 300 kg e 1000 kg;
- estensione in sommità pari a 2 m;
- spessore pari a 1.3 m;
- pendenza 3:2.

La configurazione della scogliera di protezione prevista al piede dei cassoni è riportata nella seguente figura.

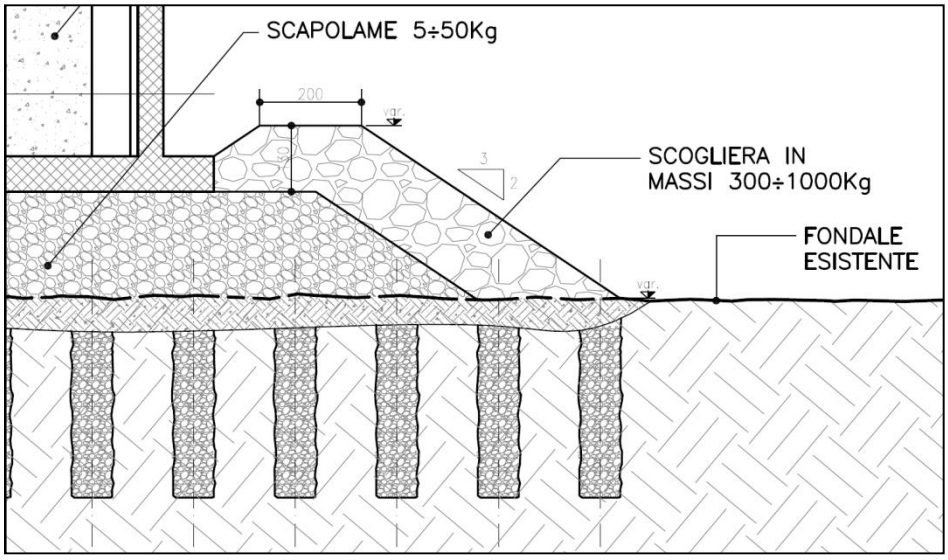


Figura 8-3. Scogliera al piede dei cassoni

È importante sottolineare che, come da cronoprogramma, la posa dello scanno (realizzata dal Lotto 5) verrà completata al mese 16 mentre la scogliera di protezione sarà posta in opera (dal Lotto 10B) dal mese 52. Visto il limitato arco temporale che esiste tra le due fasi e visto che lôopera è ubicata allôinterno di un bacino portuale protetto, si ritiene idonea la sequenza cronologica delle lavorazioni. Nel caso di danneggiamento dello scanno a seguito di eventi meteomarini non ordinari si prescrive allôimpresa esecutrice di ripristinare la sagoma dello scanno di progetto.

Limitatamente allâargine di ponente della vasca W2, che riveste temporaneamente la funzione di conterminazione dellôintera cassa di colmata (vasca A1 e A2), si ritiene non necessaria la messa in opera di una scogliera di protezione, visto lâarco temporale molto limitato nel quale lo scanno dellâargine sarà esposto allâazione del moto ondoso. Anche in questo caso vale la prescrizione per lôimpresa costruttrice di provvedere al ripristino di eventuali danneggiamenti occorsi durante il limitato arco temporale di esposizione.

9 CASSONI CELLULARI

9.1 TIPOLOGIE PRESENTI

Lôopera di conterminazione di progetto è costituita da 142 cassoni perforati monocamera, prefabbricati a piè dôopera, secondo una scelta tipologica meglio motivata nel seguente capitolo 15. Sono previste diverse tipologie di cassoni in base alle caratteristiche geometriche della struttura. La vasca di compartimentazione W1 è costituita da 4 cassoni sul lato levante, a delimitazione della vasca A1, e da 6 coppie di cassoni sul lato ponente, a delimitazione del Rio Secco su entrambi i lati.

Nella seguente tabella vengono riportate le principali caratteristiche delle diverse tipologie previste.

Tabella 9-1. Tipologie cassoni opera di conterminazione

Tipologia cassone [-]	Altezza cassone [m]	Lunghezza cassone [m]	n° celle [-]	n° cassoni [-]	Note [-]
A	13.0	26.7	3	11	
A1	13.0	26.7	4	1	
A2	13.0	26.7	4	1	Ala lato terra ridotta
A3	13.0	21.8	3	1	
B	12.0	26.7	3	54	
B1	12.0	26.7	4	2	
C	11.0	26.7	3	50	
D	9.5	26.7	3	15	
E	8.5	26.7	3	6	
E1	8.5	21.8	3	1	

Tabella 9-2. Tipologie cassoni vasca W1

Cassone	H cassone	Lunghezza	N. celle	N. cassoni
-	m	m		
G	8.5	26.7	2	2
H	7.5	19.5	2	4
I1	9.5	26.7	2	2
L	11	26.7	2	2
M	9.5	16	2	2
N	9.5	26.7	2	4

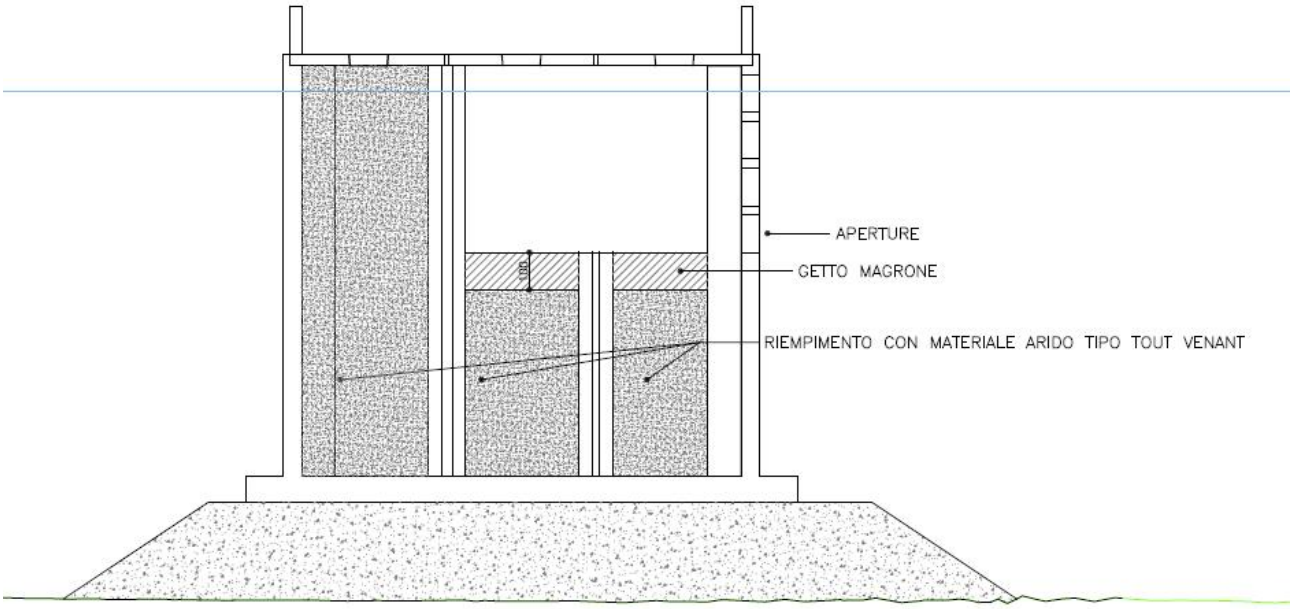


Figura 9-1. Sezione Tipologica di Cassone Cellulare Opere di Conterminazione

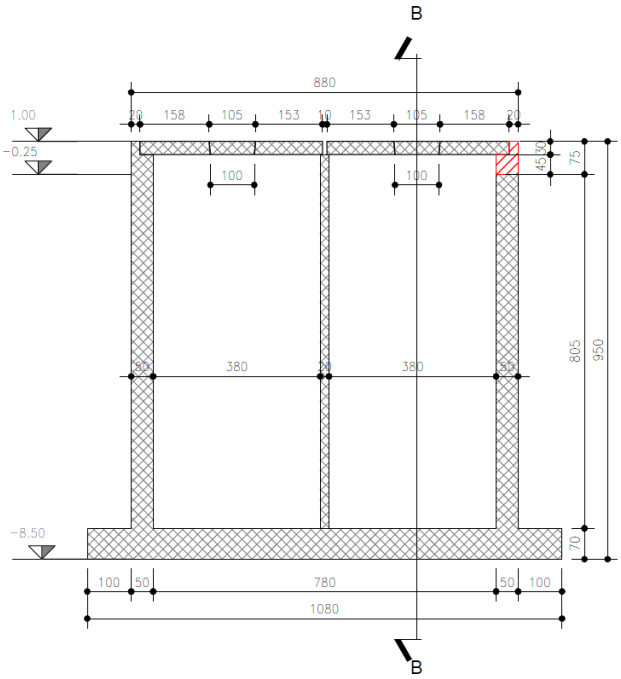


Figura 9-2. Sezione Tipologica Cassone Cellulare Argine Vasca W1

Tabella 9-3. Tipologie cassoni vasca W2

Cassone	H cassone	Lunghezza	N. celle	N. cassoni
-	m	m	-	-
F	11	19.3	2	2
I	9.5	26.7	2	4
L	11	26.7	2	2

Per alcune tipologie di cassoni ubicate sia sulle opere di conterminazione sia sugli argini trasversali si prevede la predisposizione di sezioni deboli, volte a garantire la successiva parziale demolizione e lôinserimento nel corpo cassone di tubazioni propedeutiche sia alla gestione e scarico a mare della rete di drenaggio (ricadente nel Lotto 1B), sia al collegamento il della vasca di sedimentazione W1 e W2 con le vasche A1, A2 e A3.

Lôindividuazione delle differenti tipologie di cassoni è riportata rispettivamente negli elaborati grafici STR0002 e STR0003 per lôopera di conterminazione, STR0136 e STR0149 per le vasche di compartimentazione W1 e W2.

Le tipologie dei cassoni dovranno soddisfare varie esigenze, in particolare:

- massimizzare la protezione alle opere retrostanti;
- ridurre la riflessione del moto ondoso nelle zone più esposte;
- suddividere la cassa di colmata per la gestione del conferimento dei materiali di risulta della perforazione della Gronda e consentire contemporaneamente l'attraversamento del rio Secco.

Si rimanda agli elaborati grafici per la rappresentazione delle diverse tipologie di cassoni presenti.
Per ogni singolo cassone si prevede la disposizione in sommità di lastre di copertura, propedeutiche alla chiusura del manufatto. Le singole lastre presentano caratteristiche geometriche differenti, adeguatamente dettagliate negli elaborati di progetto.

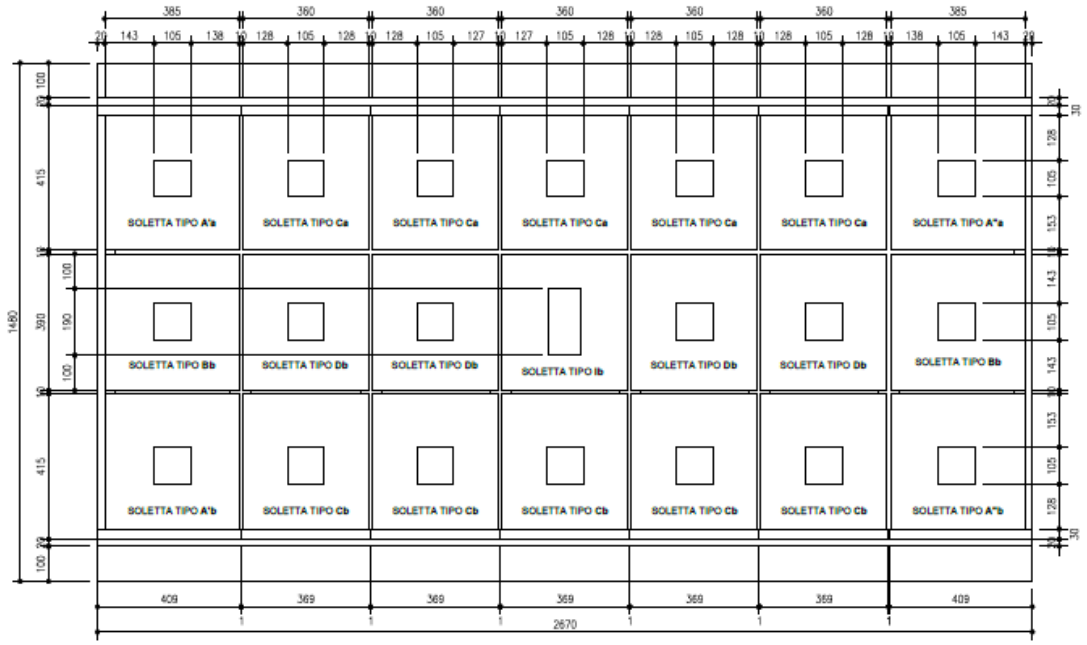


Figura 9-3. Pianta tipologica dellêestradosso del cassone cellulare

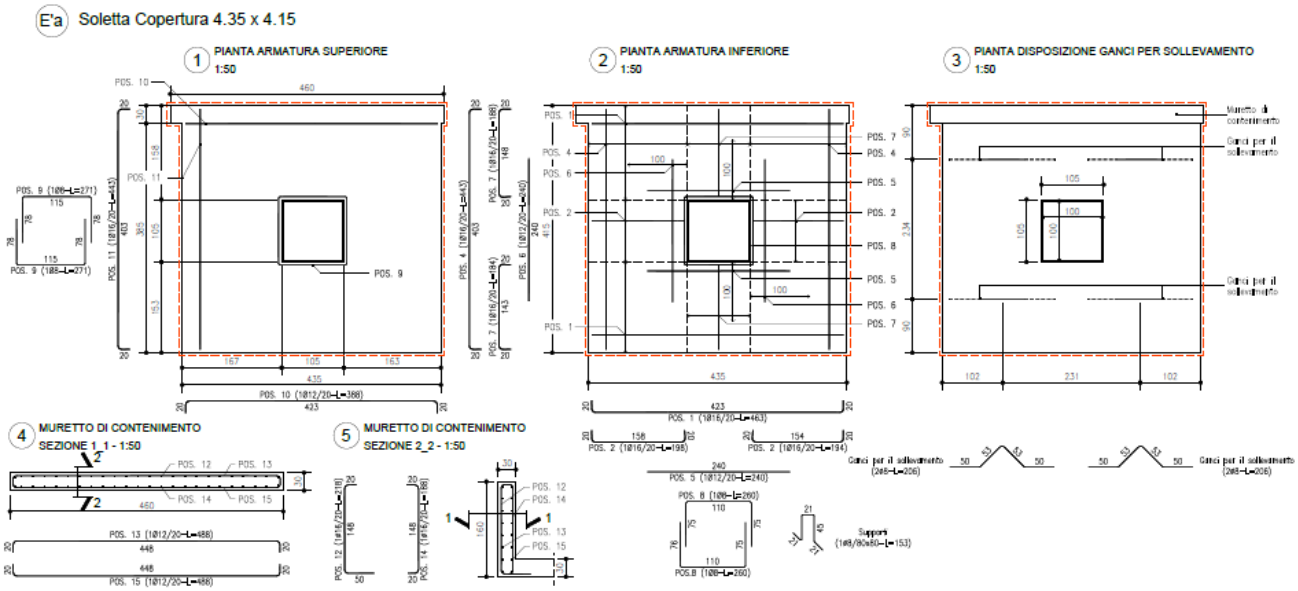


Figura 9-4. Dettagli sulle lastre di copertura

Nellôopera di Conterminazione le lastre di copertura poste sui due lati di maggiore sviluppo del cassone, presentano la caratteristica di avere un risvolto verso lôalto di altezza complessiva pari a 1.60 m e spessore analogo a quello della lastra.

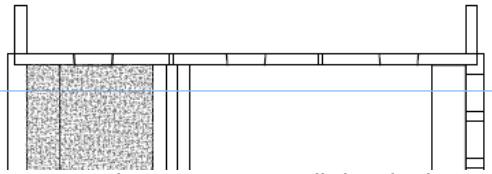


Figura 9-5. Dettagli risvolto lastre di copertura

Tale configurazione è propedeutica ad avere durante la fase di cantiere la sommità del cassone confinata lateralmente. Al fine di garantire la possibilità di comunicazione tra lôestradosso dei cassoni dellôopera di Conterminazione e le restanti parti dellôopera a Mare si prevede localmente di adottare una lastra semplice (senza risvolto), con già predisposto un cordolo per lôancoraggio e la messa in opera di barriera new jersey bordo ponte.

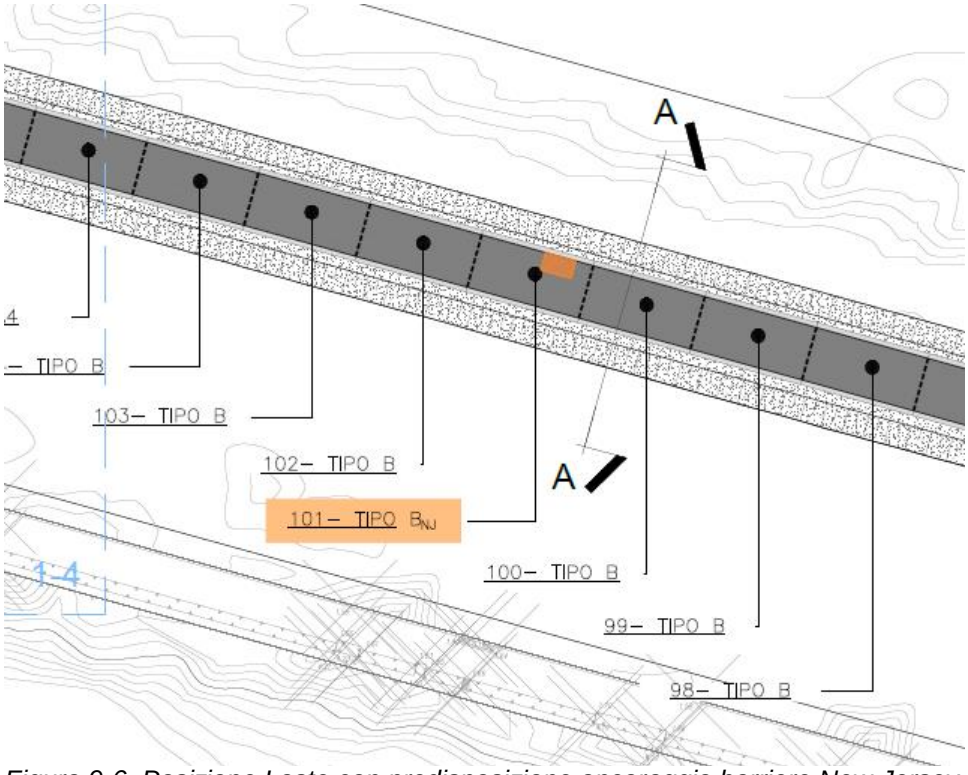


Figura 9-6. Posizione Laste con predisposizione ancoraggio barriere New Jersey

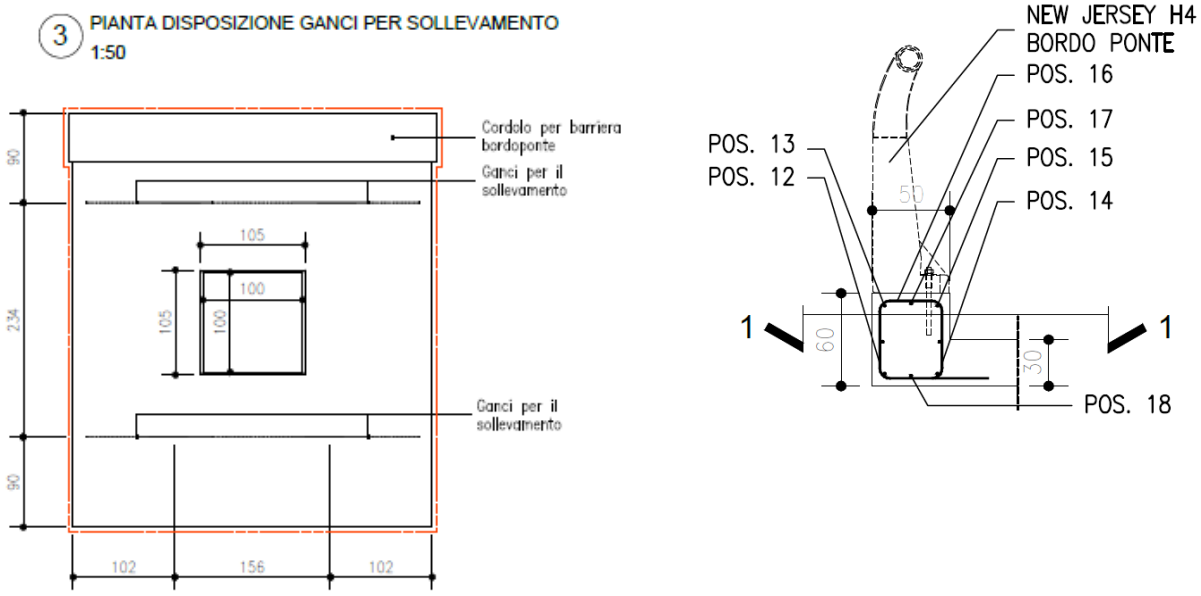


Figura 9-7. Laste con predisposizione ancoraggio barriere New Jersey

Lôelaborato STR126 riporta nel dettaglio le caratteristiche di tali lastre ed i cassoni interessati.
Per le lastre di copertura dei cassoni costituenti gli argini interni dellôopera si prevede lôadozione di lastre piane non dotate di risvolto.
Unitamente alla posa dei cassoni cellulari, si dovrà provvedere alla messa in opera di elementi tubolari necessari per la sigillatura dei giunti presenti tra i cassoni stessi.

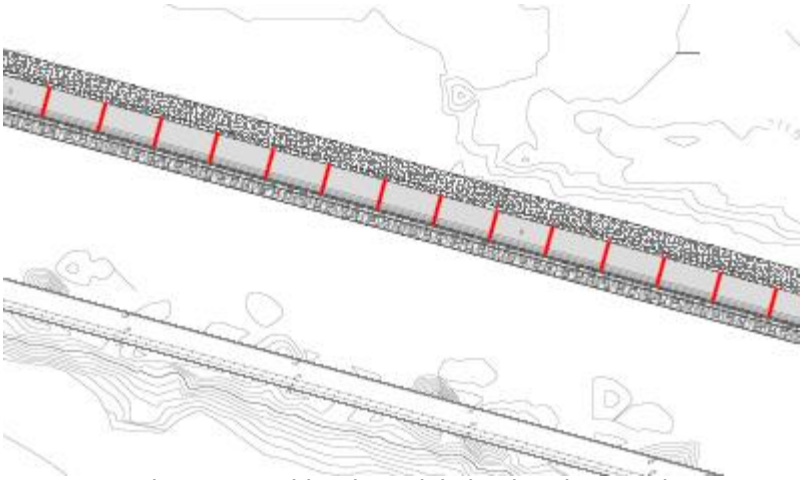


Figura 9-8. Ubicazione dei giunti tra i cassoni

Tali elementi tubolari sono costituiti da un doppio sistema reiniettabile, funzionale a sopperire ad eventuali movimenti/spostamenti dei cassoni cellulari durante la fase del riempimento delle vasche. Gli elaborati STR 186 e 187 descrivono lôubicazione di tali elementi tubolari e contengono la descrizione tecnica sia dei giunti sia della miscela di iniezione necessaria alla loro saturazione.
Nel dettaglio si prevede la seguente sequenza operativa per la loro messa in opera:

- fissaggio dei giunti ai prospetti laterali dei cassoni preliminarmente al loro trasporto e affondamento;
- iniezione dei giunti durante la fase di realizzazione della sovrastruttura di prima fase;
- reiniezione dei giunti a seguito di potenziali movimenti dei cassoni cellulari.

In corrispondenza dellôestremità lato mare dellôestradosso di ogni singolo cassone cellulare, si prevede la messa in opera di uno sfiato

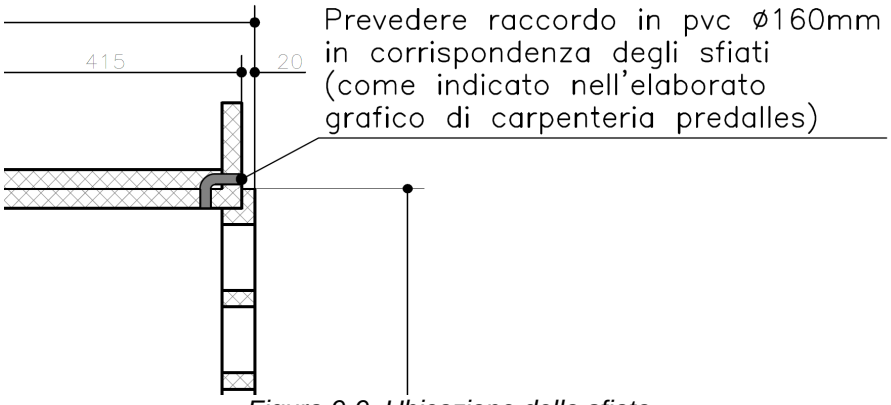


Figura 9-9. Ubicazione dello sfiato.

Tale sfiato sarà ubicato sulla mezzeria ogni singola cella, secondo le forometrie individuate dalle carpenterri delle lastre di copertura.

9.2 RISPOSTA IDRAULICA DEI CASSONI

Lôanalisi della risposta idraulica dei cassoni è stata sviluppata con riferimento a:

- Valutazioni numeriche, basate su studi di letteratura scientifica;
- Valutazioni fisiche, basate su modelli in scala, realizzati presso il Laboratorio di Idraulica dellôUniversità di Genova.

Nel seguito vengono sintetizzate le principali risultanze dei calcoli idraulici, sviluppati per il dimensionamento dellôopera di conterminazione.

Per quanto riguarda le sperimentazioni fisiche ed i risultati si rimanda allôelaborato IDR0055 (Indagine teorico/sperimentale sul comportamento di cassoni di banchina assorbenti). Lôattività dôindagine condotta, conferma e valida quanto sviluppato dal punto di vista numerico.

Si osserva che i cassoni delle vasche di compartimentazione sono invece a parete verticale pienamente riflettente, pertanto con CR = 1.

9.2.1 Coefficiente di riflessione

Lôopera di conterminazione di progetto è costituita da cassoni perforati monocamera. Questa tipologia di cassoni consente la riduzione della riflessione del moto ondoso agente sulla parete verticale della struttura e mediante camere interne assorbe lôenergia dellôonda attraverso vari meccanismi idrodinamici come la turbolenza, la vorticità e la risonanza.

Nella seguente figura viene riportata una sezione tipo dei cassoni perforati di progetto.

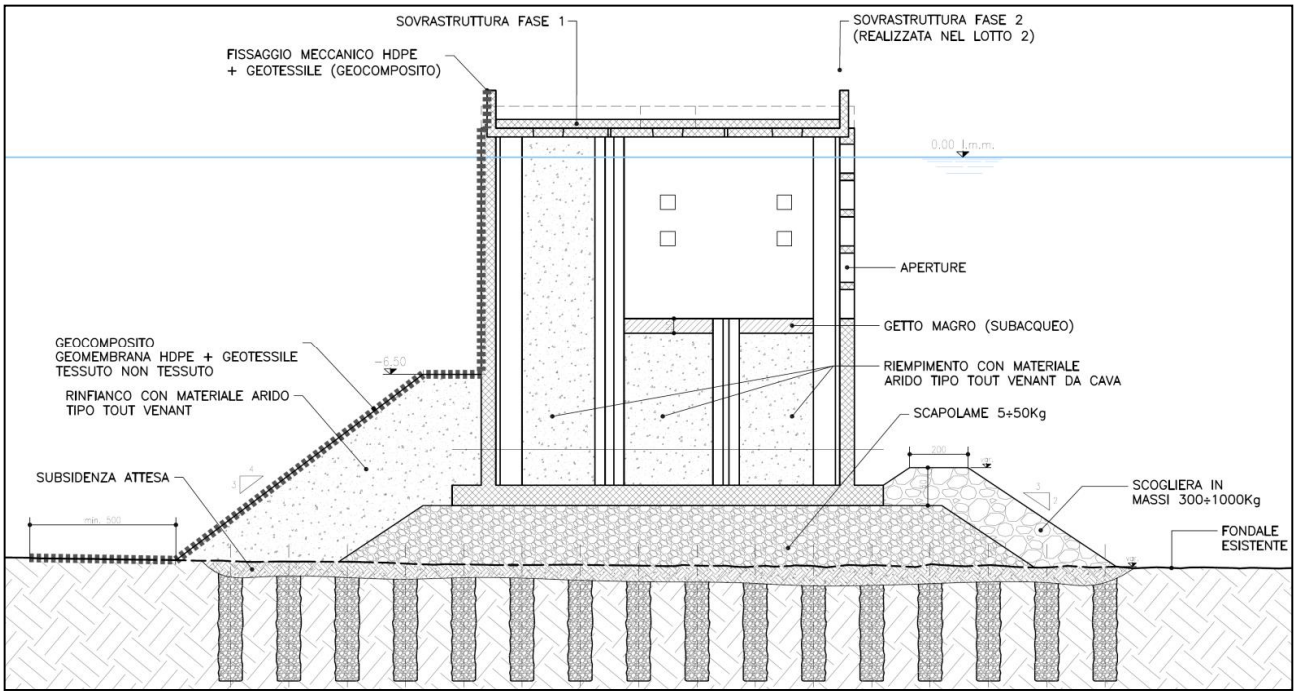


Figura 9-10. Cassone Perforato ï Sezione Tipo

Considerando le caratteristiche dellôonda di progetto, la risposta idraulica dei cassoni perforati monocamera, costituiti da una sola parete forata (quella esterna lato mare), è analoga a quella dei cassoni perforati multicamera, che invece prevede anche pareti interne forate. Si sceglie quindi di non adottare la soluzione multicamera che risulta più costosa e complicata a livello esecutivo.

Dalla seguente figura risulta evidente come lôandamento del coefficiente di riflessione al variare della larghezza relativa della camera del cassone monocamera (linea tratteggiata) e multicamera (linea continua), pari al rapporto tra la larghezza della camera (B) e la lunghezza dôonda (L), sia coincidente per i valori di progetto di B/L.

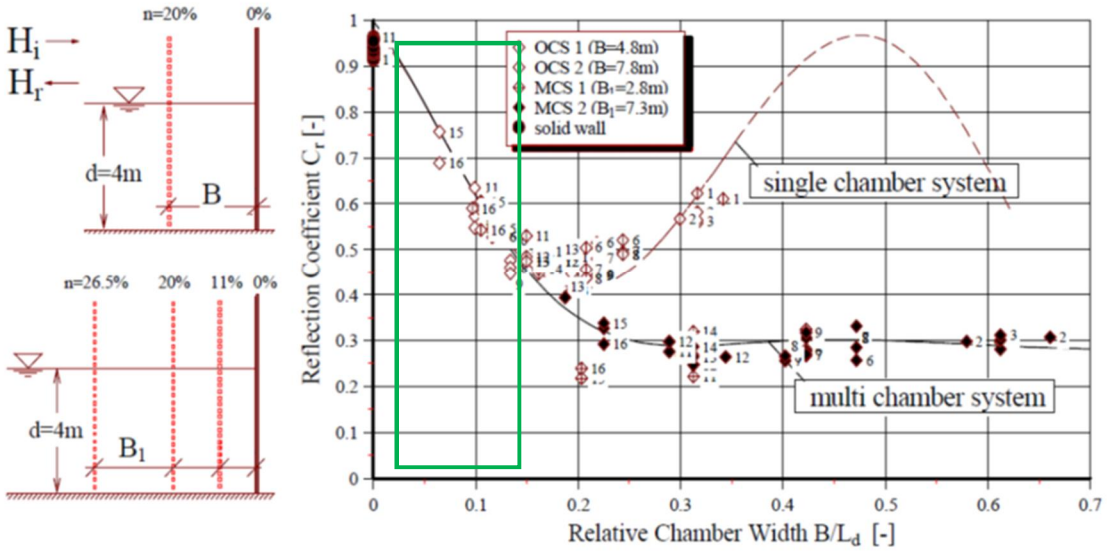


Figura 9-11. Cassone Perforato ï Confronto Monocamera e Multicamera

Il coefficiente di riflessione Cr è stimabile attraverso la seguente espressione (*Probabilistic Design Tools for Vertical Breakwaters* - Vol. IIa - Hydrodynamic Aspects - MAST III ï PROVERBS, 1999):

$$C_r = 18.6 \left(\frac{B}{L}\right)^2 - 7.3 \left(\frac{B}{L}\right) + 0.98$$

essendo:

B = larghezza complessiva della cella perforata [m];
L = lunghezza dôonda [m].

La seguente figura, tratta dal PROVERBS, riporta lôandamento del coefficiente di riflessione al variare del rapporto B/L.

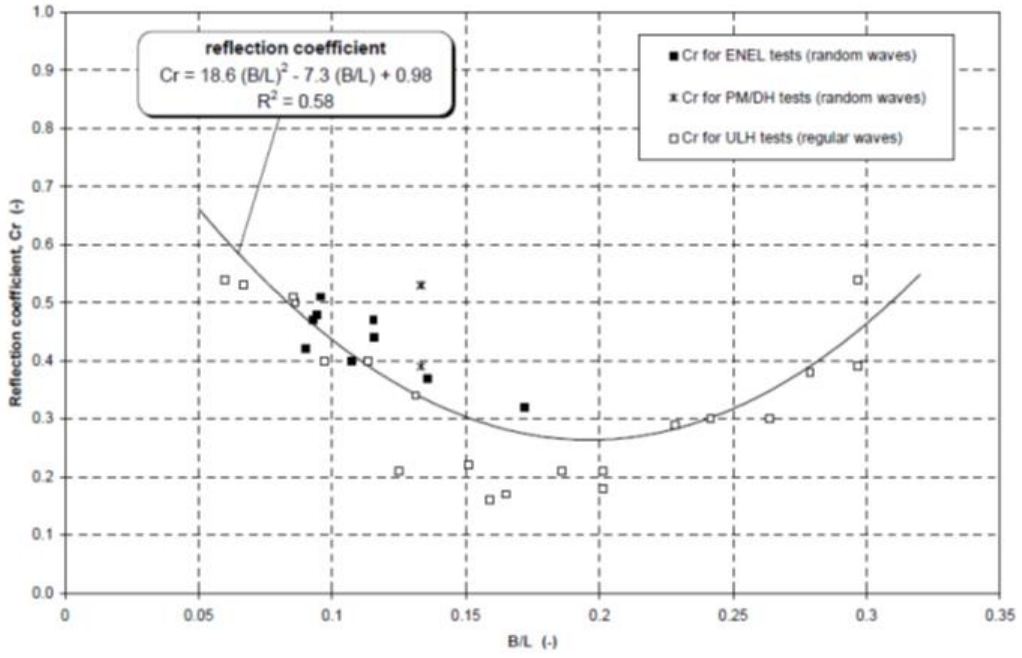


Figura 9-12. Cassone Perforato Monocamera ï Coefficiente di Riflessione

Il coefficiente di riflessione della nuova opera di conterminazione è pari a 0.5 e rispetta le prescrizioni dellôAutorità Portuale di Genova sulla base delle simulazioni nautiche condotte in fase di progettazione definitiva.

Dallôespressione riportata sopra si ricava la larghezza complessiva minima della cella perforata che risulta pari a circa 8 m.

Si sottolinea che, in adempimento al parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici e coerentemente alle ipotesi poste alla base della simulazione nautica condotta, si è provveduto ad effettuare uno studio su modello fisico dei cassoni di progetto. Tale studio è riportato nella relazione dedicata (IDR0055).

9.2.2 Coefficiente di porosità

Un parametro fondamentale per la risposta idraulica dei cassoni perforati è il coefficiente di porosità della parete forata. Tale parametro è costituito dal rapporto tra lôarea delle aperture e lôarea totale della parete.

Da letteratura (ref. PROVERBS) il valore ottimale del coefficiente di porosità deve essere compreso tra 15% e 25%.

Nella seguente tabella si riportano le caratteristiche delle aperture e i coefficienti di porosità dei diversi cassoni di progetto.

Tabella 9-4. Caratteristiche aperture e coefficiente di porosità

Tipologia cassone [-]	Larghezza aperture [m]	Altezza aperture [m]	n° aperture cella [-]	n° celle cassone [-]	Area aperture [m^2]	Area parete [m^2]	Coeff. porosità [%]
A	1	1	10	7	70	328	21
B	1	1	8	7	56	302	19
C	1	1	8	7	56	275	20
D	1	1	6	7	42	235	18
E	1	1	6	7	42	208	20

Per tutte le tipologie di cassone il coefficiente di porosità di progetto è compreso nel range ottimale fornito da letteratura.

9.3 PROGETTO IDRAULICO DEI CASSONI

9.3.1 Le condizioni meteomarine di riferimento

Le condizioni meteomarine di riferimento per il calcolo dei carichi indotti dal moto ondoso sui cassoni della nuova conterminazione e sui cassoni di tipo F, sullôargine ovest della vasca di compartimentazione W2, sono state desunte dalla propagazione degli eventi estremi di moto ondoso in corrispondenza delle opere di progetto, eseguita tramite modello numerico e presentata nello ñStudio meteomarinoò (doc. N. IDR0001).

Lôesposizione dei cassoni di tipo F al moto ondoso è una condizione temporanea durante la realizzazione dellôopera; pertanto lôazione del moto ondoso su di essi è stata determinata con riferimento al tempo di ritorno di 5 anni.

Nel definire i parametri meteomarini di progetto si è tenuto conto anche delle osservazioni delle Autorità Competenti.

Le condizioni meteomarine di riferimento per il calcolo dei carichi indotti dal moto ondoso sono riassunte nelle seguenti tabelle. In particolare si riportano, per ogni lato della conterminazione, i valori dellôaltezza dôonda significativa e del periodo dôonda significativo agenti sui cassoni di progetto.

Tabella 9-5. Condizioni meteomarine di progetto ï Lato Ovest

Periodo di Ritorno [anni]	**Hs** [m]	**Ts** [s]
5	1.49	6.8
10	1.85	7.9
20	2.09	8.4
200	3.61	10.0

Tabella 9-6. Condizioni meteomarine di progetto ï Lato Sud

Periodo di Ritorno [anni]	**Hs** [m]	**Ts** [s]
5	1.04	7.3
10	1.06	7.9
20	1.35	8.4
200	1.98	10.0

Tabella 9-7. Condizioni meteomarine di progetto ï Lato Est

Periodo di Ritorno [anni]	**Hs** [m]	**Ts** [s]
5	0.52	6.8
10	0.64	7.3
20	0.68	7.7
200	0.70	9.0

I livelli del mare considerati per i diversi periodi di ritorno sono quelli valutati dallo studio meteomarino e sono riportati nella seguente tabella.

Tabella 9-8. Valori estremi del livello del mare

Periodo di Ritorno [anni]	**Livello** [m]
5	0.60
10	0.67
20	0.74
200	0.95

9.3.2 I carichi indotti dalle condizioni meteomarine sui cassoni

La metodologia impiegata per il calcolo delle azioni sulle dighe a parete verticale è contenuta nelle ñIstruzioni Tecniche per la progettazione delle dighe marittimeò edite dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici e dal Gruppo Nazionale Difesa Catastrofi Idrogeologiche (CNR) -1996.

Il calcolo delle sovrappressioni indotte dalla cresta e dal cavo dôonda è eseguito con la teoria di Sainflou, valida per strutture a parete verticale in condizione di onda non frangente e che considera la teoria di Stokes del secondo ordine per la descrizione del fenomeno. Poiché i fondali in corrispondenza dellôopera si mantengono sempre superiori a 1,5 volte lâaltezza dôonda incidente, viene assicurata la stazionarietà dellôonda dinanzi allôopera e quindi il calcolo delle pressioni agenti sulla parete verticale può essere eseguito con la teoria di Sainflou. Lôeffetto della parete verticale dei cassoni non completamente riflettente viene tenuto in considerazione nel modello numerico di propagazione dellôonda e quindi nel valore dellâaltezza dôonda significativa agente sullôopera di conterminazione di progetto.

La teoria di Miche, modificata da Rundgren, riportata nel Coastal Engineering Manual ï EM 1110-2-1100 - USACE, 2002, valida per determinare le pressioni dovute al moto ondoso agenti sulle strutture a parete verticale non perfettamente riflettenti, non risulta applicabile alle tipologie di onde che caratterizzano il sito di intervento (onde lunghe e poco ripide).

Stabilito che con H_s si indica lâaltezza dôonda significativa, nelle verifiche dei cassoni e nel dimensionamento strutturale sono state utilizzate altezze dôonda con probabilità di superamento minore, secondo quanto previsto dalle ñIstruzioni tecniche per la progettazione delle dighe marittimeò, in particolare, i valori delle onde di progetto sono i seguenti:

- Condizione di cavo dôonda: $H_{progetto} = H_{1/100} = 1.67H_s$
- Condizione di cresta dôonda: $H_{progetto} = H_{1/20} = 1.40H_s$

La quota di coronamento delle opere è stata considerata pari a +1 m l.m.m. (quota di sommità dei cassoni) per la fase provvisionale e a +3 m l.m.m. (cassoni. A, B, C e D) e +1.75 m l.m.m. (cassoni. E) per la fase di esercizio.
Il cassone B e il cassone D presenti sul lato ovest della conterminazione ricadono allôinterno della runway strip e pertanto non possono avere ostacoli rigidi in sommità; per la fase di esercizio la quota di coronamento è stata considerata pari a +1.75 m l.m.m..

Nel documento ñRelazione di calcolo idraulica delle opere di conterminazione - IDR0002ò, per le diverse sezioni oggetto di verifica, tipologie di cassoni e tempi di ritorno, si riportano le relative distribuzioni di pressioni delle onde sulla parete verticale dei cassoni, valutate con la teoria di Sainflou.

9.4 PROGETTO GEOTECNICO DEI CASSONI

Le verifiche geotecniche dei cassoni sono state eseguite in accordo ai contenuti delle N.T.C. 2008, con riferimento alle indicazioni riguardanti le opere di sostegno. La descrizione dettagliata delle metodologie impiegate e dei risultati di tutte le verifiche è riportata nelle Relazioni di calcolo geotecnico delle opere di conterminazione e vasche di compartimentazione (Doc. APE0009, APE0066 e APE0074), a cui si rimanda. Si riepilogano di seguito gli aspetti più significativi delle verifiche geotecniche.

Le verifiche eseguite in condizioni SLU, statiche e sismiche, di tipo geotecnico (GEO) e di equilibrio di corpo rigido (EQU), sono le seguenti:

- stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno;
- scorrimento sul piano di posa;
- collasso per carico limite dellôinsieme fondazione-terreno;
- ribaltamento;

In condizioni di esercizio è stata eseguita la verifica dei cedimenti indotti dalla posa dello scanno di imbasamento e dei cassoni.

Si riportano di seguito i carichi principali considerati per le verifiche dei cassoni, opportunamente combinati in accordo alla Normativa vigente:

- Peso proprio del cassone (carico permanente strutturale);
- Peso proprio della sovrastruttura (carico permanente strutturale);
- Peso proprio del riempimento a tergo (carico permanente non strutturale);
- Peso proprio della duna (carico permanente non strutturale);
- Spinta delle terre (carico permanente non strutturale);
- Sovraccarico sopra il cassone (carico variabile);
- Sovraccarico trasmesso dal passaggio dellôaeromobile (carico eccezionale);
- Sovraccarico trasmesso dallôimpalcato del Rio Secco (carico permanente / variabile);
- Sovraccarico agente sul terreno a tergo dellôopera (carico variabile);
- Spinta dellôonda in fase di cresta;
- Spinta dellôonda in fase di cavo;
- Azione sismica

Per le verifiche dei cassoni di conterminazione sono state considerate le seguenti fasi:

- Fase provvisoria 1: Verifica a seguito della posa e del riempimento del cassone in assenza della sovrastruttura, in assenza di sovraccarichi e di terreno a tergo, in presenza di onda in

fase di cresta per T = 20 anni; la durata di questa fase è inferiore a due anni e la verifica sismica non è necessaria. In questa fase la verifica a ribaltamento viene eseguita rispetto al polo di rotazione B interno del cassone;

- Fase provvisoria 2: Verifica a seguito del riempimento a tergo del cassone, in assenza della sovrastruttura, con fanghi provenienti dallo slurrydotto fino a quota -1.0 m s.l.m. e della sola sedimentazione degli stessi (considerando per i fanghi i parametri $\gamma = 14.5$ kN/m^3 e $\acute{u} = 20°$, con riferimento alla curva blu della Figura 7-10 della Relazione geotecnica, Doc. APE0001), in assenza di sovraccarichi sul terreno a tergo e del capping a tergo, in presenza dello slurrydotto sopra il cassone (Q = 20 kPa), dellôonda in fase di cavo per T = 20 anni e del sisma per T = 20 anni;
- Fase provvisoria 3: Verifica a seguito dellôesecuzione del capping in materiale non amiantifero a tergo del cassone, in assenza della sovrastruttura, fino a quota +1.75 m s.l.m., della maturazione dei fanghi per effetto del capping (considerando per i fanghi i parametri $\gamma = 16.3$ kN/m^3 e $\acute{u} = 25°$, con riferimento alla curva gialla della Figura 7-10 della Relazione geotecnica, Doc. APE0001), in presenza di sovraccarichi sul terreno a tergo, in presenza dello slurrydotto sopra il cassone (Q = 20 kPa), dellôonda in fase di cavo per T = 20 anni e del sisma per T = 20 anni;
- Fase definitiva: Verifica in condizioni di progetto, considerando la completa maturazione dei fanghi dovuta allôesecuzione del capping (assegnando per i fanghi i parametri $\gamma = 18.0$ kN/m^3 e $\acute{u} = 28°$, con riferimento alla curva arancio della Figura 7-10 della Relazione geotecnica, Doc. APE0001), considerando la sovrastruttura del cassone, i sovraccarichi a tergo del cassone e sopra il cassone (Q = 20 kPa), le azioni sismiche e dellôonda in fase di cavo per T = 200 anni.

Le fasi generali sopra definite sono state considerate anche per i cassoni delle vasche W1 e W2, adattandole alle specifiche configurazioni di carico che si generano nelle fasi di realizzazione dellôopera.

Si riporta nella tabella seguente il riepilogo delle verifiche svolte per tutte le tipologie di cassone. Sono state indicate con una ñxò le verifiche svolte per ogni tipologia; per semplicità sono state impiegate le seguenti abbreviazioni in merito alle verifiche svolte:

- Sc: verifica a scorrimento;
- Rib: verifica a ribaltamento;
- Qp: verifica di capacità portante, eseguita sia alla quota di imposta dei cassoni (verifica dello scanno di imbasamento), sia alla quota di imposta dello scanno di imbasamento (verifica del terreno naturale);
- Sta: verifica di stabilità globale (eseguita mediante software Slide)
- Ced: analisi dei cedimenti (eseguita mediante software Settle 3D)

Tabella 9-9 ï Riepilogo verifiche eseguite per i cassoni ï opera di conterminazione

Tipo [-]	H [m]	L [m]	n° celle [-]	n° cassoni [-]	Direz. onda	Sc [-]	Rib [-]	Qp [-]	Sta [-]	Ced [-]	Note [-]
A	13.0	26.7	3	11	Sud	x	x	x	x	x	
A1	13.0	26.7	4	1	Ovest	x	x	x	x	x	
A2	13.0	26.7	4	1	Ovest						Assimilabile ad A1
A3	13.0	21.8	3	1	Sud						Assimilabile ad A
B	12.0	26.7	3	1	Ovest	x	x	x			Assimilabile a B sud
B	12.0	26.7	3	53	Sud	x	x	x	x	x	
B1	12.0	26.7	4	2	Ovest	x	x	x			Meno gravoso di A1
C	11.0	26.7	3	50	Sud	x	x	x	x	x	
D	9.5	26.7	3	1	Ovest	x	x	x			Assimilabile a D sud
D	9.5	26.7	3	14	Sud	x	x	x	x	x	
E	8.5	26.7	3	6	Est	x	x	x			Assimilabile a E sud
E1	8.5	21.8	3	1	Sud	x	x	x	x	x	

Tabella 9-10 ï Riepilogo verifiche eseguite per i cassoni ï vasca W1

Tipo [-]	H [m]	L [m]	n° celle [-]	n° cassoni [-]	Direz. onda	Sc [-]	Rib [-]	Qp [-]	Sta [-]	Ced [-]	Note [-]
G	8.5	26.7	2	2	N.P.						Assimilabile a I
H	7.5	19.5	2	1	N.P.	x	x	x	x		
I1	9.5	26.7	2	2	N.P.	x	x	x	x		
L	11.0	26.7	2	2	N.P.	x	x	x	x	x	
M	9.5	16.0	2	2	N.P.						Assimilabile a L
N	9.5	26.7	2	4	N.P.						Assimilabile a L

Tabella 9-11 ï Riepilogo verifiche eseguite per i cassoni ï vasca W2

Tipo [-]	H [m]	L [m]	n° celle [-]	n° cassoni [-]	Direz. onda	Sc [-]	Rib [-]	Qp [-]	Sta [-]	Ced [-]	Note [-]
F	8.5	26.7	2	2	Ovest	x	x	x	x	x	
I	9.5	26.7	2	4	N.P.						Vedere Rel. Vasca W1
L	11.0	26.7	2	2	N.P.						Vedere Rel. Vasca W1

9.5 PROGETTO STRUTTURALE DEI CASSONI

I calcoli strutturali sono stati condotti tramite modelli di analisi agli elementi finiti, sviluppati con l'ausilio del programma di calcolo SAP 2000.

Il programma individua due sistemi di riferimento: quello globale e quello locale. Il sistema globale è un sistema di riferimento composto da una terna cartesiana (X,Y,Z) che segue la regola della mano destra; lâasse Z sia sempre quello verticale e per default con il verso positivo verso lâalto. Il piano XY è orizzontale. Il peso proprio agisce lungo Z con il segno in base al verso coerente o meno rispetto a quello di Z. (Negativo se Z è verso lâalto oppure positivo se verso il basso).

Ogni elemento strutturale componente il modello ha un ulteriore proprio sistema di riferimento detto, appunto, locale. Gli assi locali sono denominati con i nomi 1-2-3.

Le caratteristiche di sollecitazione sono indicate secondo la seguente convenzione:

- M11 = Momento flettente in direzione orizzontale/longitudinale;
- M22 = Momento flettente in direzione verticale/trasversale;
- V13 = Taglio in direzione orizzontale / longitudinale;
- V23 = Taglio in direzione verticale / trasversale;
- F11 - Sforzo normale in direzione orizzontale;
- F22 - Sforzo normale in direzione verticale.

La convenzione sui segni adottata è definita volta per volta sul singolo elemento strutturale.

Il modello di calcolo è definito nello spazio tridimensionale con elementi tipo piastra; i vincoli sono di appoggio in corrispondenza delle linee mediane delle pareti perimetrali e dei setti interni del cassone.

La figura seguente rappresenta una vista tridimensionale del modello di calcolo di un cassone tipico.

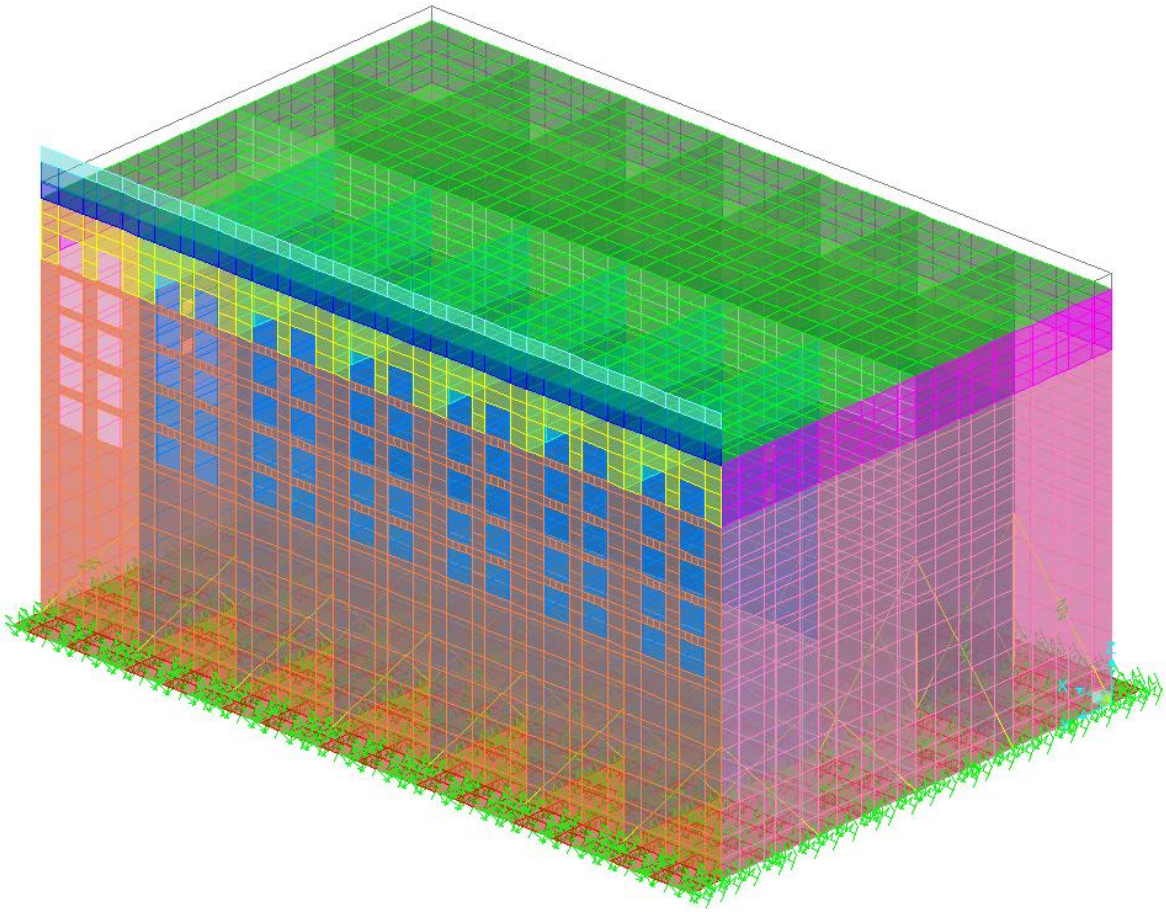


Figura 9-13: Vista tridimensionale del modello di calcolo

Il modello è costituito da una serie di macroelementi, denominati come segue:

- Parete lato mare (spessore 50cm);
- Pareti laterali (spessore 50 cm);
- Parete lato porto (spessore 50 cm);
- Setto interno su cui impatta il carico dôonda (spessore 30 cm);
- Setti interni (spessore 20 cm);
- Solettone superiore (spessore 75 cm);
- Muro paraonde.

In corrispondenza del baricentro di ciascun riempimento delimitato dai setti, sono state posizionate masse puntuali di entità equivalente al terreno presente, per simulare correttamente il comportamento dinamico della struttura completa.

Tenuto conto del processo costruttivo, le opere sono state analizzate, oltre che nella fase finale di esercizio (opera finita), anche nelle fasi costruttive intermedie, recisamente:

1. nella fase di galleggiamento;
2. nella fase di affondamento.

Le verifiche per queste situazioni transitorie sono state condotte nei confronti dei soli stati limite ultimi (par. 4.1.3 del DM/08).

In definitiva, le verifiche di resistenza agli stati limite ultimi di tipo strutturale dei cassoni cellulari hanno riguardato:

- lo stato limite ultimo non sismico per situazioni transitorie (fasi costruttive): STR-PROV;
- lo stato limite ultimo non sismico nella fase definitiva (opera finita): STR;
- lo stato limite ultimo sismico di salvaguardia della vita nella fase definitiva: SLV.

Nelle verifiche agli stati limite di esercizio (SLE) effettuate si distinguono:

- verifiche di fessurazione ad opera finita in assenza di sisma;
- verifiche delle tensioni di esercizio ad opera finita in assenza di sisma.

Sono state inoltre eseguite le verifiche di stabilità, che hanno riguardato:

- verifiche di stabilità dei singoli cassoni in fase di galleggiamento e affondamento;
- verifiche di stabilità al ribaltamento e alla traslazione sul piano di posa (eseguite secondo quando previsto dal D.M. 14 Gennaio 2008 ñNorme tecniche sulle costruzioniò ed alla normativa riportata nel par.2).

Si rimanda alle Relazioni di calcolo strutturale delle opere di conterminazione e delle vasche di compartimentazione W1 e W2 (documenti n° STR0001, STR0135, STR0148) e del Rio Secco (documento n° STR0160) per i dettagli della modellazione numerica e delle verifiche svolte.

9.6 RISOLUZIONE DELLE INTERFERENZE CON IL RETICOLO IDRAULICO

In corrispondenza delle tubazioni di scarico a gravità della rete di drenaggio della colmata, delle tubazioni di mandata degli scarichi in pressione del canale di gronda e dei due rii interferenti con lôarea di intervento (Rio Secco e Rio Roncallo), i cassoni di conterminazione presentano particolari forometrie. Nella seguente tabella si riportano le caratteristiche dei cassoni speciali.

Tabella 9-12. Tipologie cassoni con forometrie

Tipologia scarico	Nome scarico	Tipologia cassone	n° progressivo cassone	Forometria
Gravità	A1	A	132	øext 700
	A2	B	123	
	A3	B	114	
	A4	B	105	
	A5	B	96	
	A6	B	87	
	A7	B	78	
	A8	C	69	
	A9	C	60	
	A10	C	51	
	A11	C	42	
	A12	C	32	
	A13	C	23	
	A14	D	14	
	A15	E1	7	
Pressione	A	A	128	øext 630
	B-C	C	67	øext 800
	D-E	C	54	øext 800
Rio	Secco	C	39	3 aperture dim. int. 2.6x3.2 m
Rio	Roncallo	D	19	2 øext 1000
	Roncallo	D	20	2 øext 1000

Le tubazioni di scarico a gravità sono dotate di sbocco a mare presidiato da valvola antiriflusso a membrana posizionata in stabilimento in fase di prefabbricazione del cassone.

Le tubazioni di scarico in pressione, invece, sono dotate di sbocco a mare presidiato da grigliato in acciaio inox posizionato in stabilimento in fase di prefabbricazione del cassone.

10 MASSI DI SERRAGLIA

10.1 TIPOLOGIE PRESENTI

10.1.1 Opera di conterminazione

Per quanto riguarda i massi di serraglia, se ne prevede lôutilizzo solamente in tre punti specifici della conterminazione, caratterizzati dalla presenza di angoli non retti lungo lo sviluppo della conterminazione o da spazi molto limitati.

I massi sono prefabbricati a piè dôopera e hanno forme di parallelepipedo, laddove possibile, con larghezza standard di 2.0 m e altezze standard di 1.5 m oppure 2.0 m. La lunghezza degli elementi è di 6.0 m lato sud-est e est, di 9.0 m lato ovest, con lôunica eccezione del masso alla base della struttura, che è caratterizzato da una mensola aggiuntiva verso valle di lunghezza 1.0 m e altezza 0.7 m (la rimanente altezza di 1.3 m è comunque pari a 6.0 m o 9.0 m). Quando necessario i massi sono risagomati con forme ad hoc per essere inseriti negli spazi previsti dal progetto.

Le zone interessate dai massi di serraglia sono le seguenti:

- Zona ovest, presso la sezione 1, caratterizzata da uno sviluppo di soli 1.95 m; i massi sono imbasati a quota -8.50 m s.l.m.;
- Zona sud-est, presso le sezioni 148-149, caratterizzata da uno sviluppo in zona dôangolo di 14.80 m; i massi sono imbasati a quota -7.50 m s.l.m.;
- Zona est, presso la sezione 157, caratterizzata da uno sviluppo di 16.77 m; i massi sono imbasati a quota -7.50 m s.l.m..

Si riportano nelle figure seguenti planimetrie e sezioni dei tre interventi eseguiti con massi di serraglia.

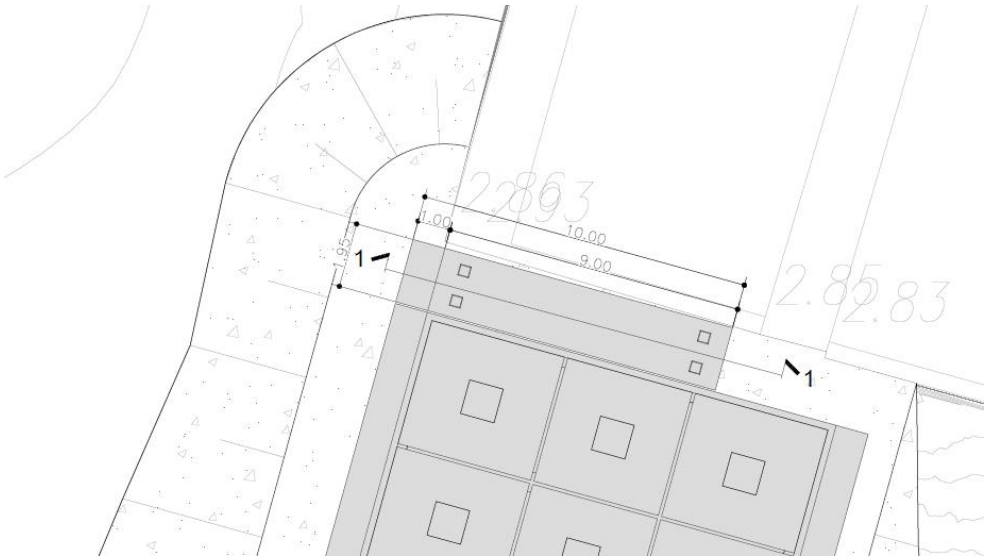


Figura 10-1. Massi di serraglia zona ovest - Planimetria

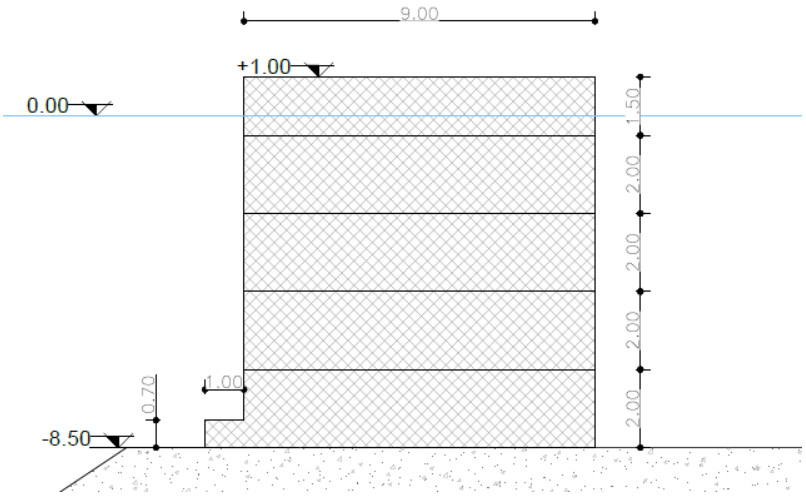


Figura 10-2. Massi di serraglia zona ovest ï Sezione

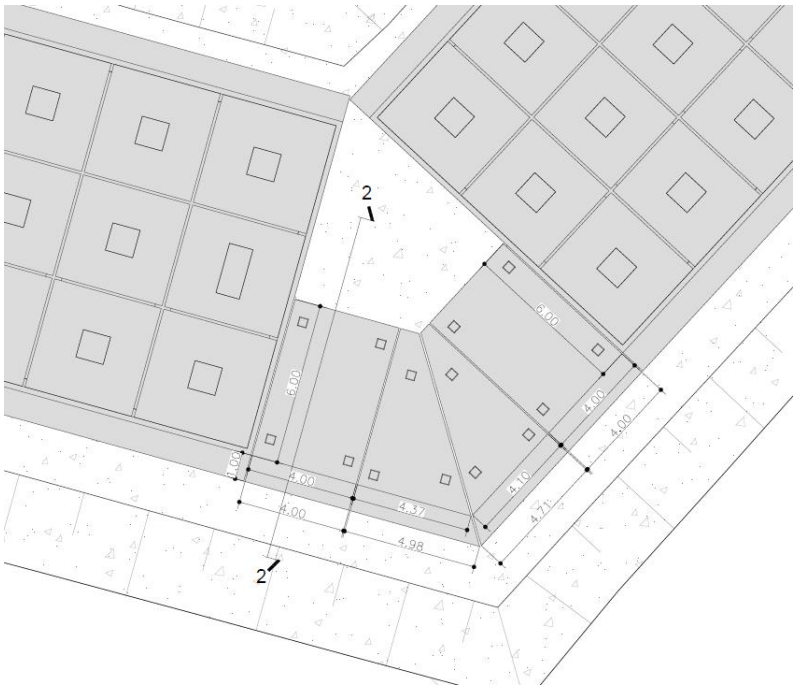


Figura 10-3. Massi di serraglia zona sud-est - Planimetria

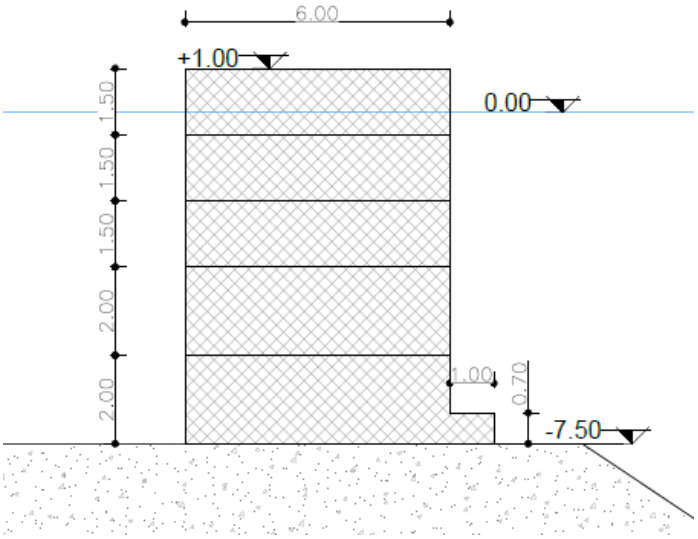


Figura 10-4. Massi di serraglia zona sud-est ï Sezione

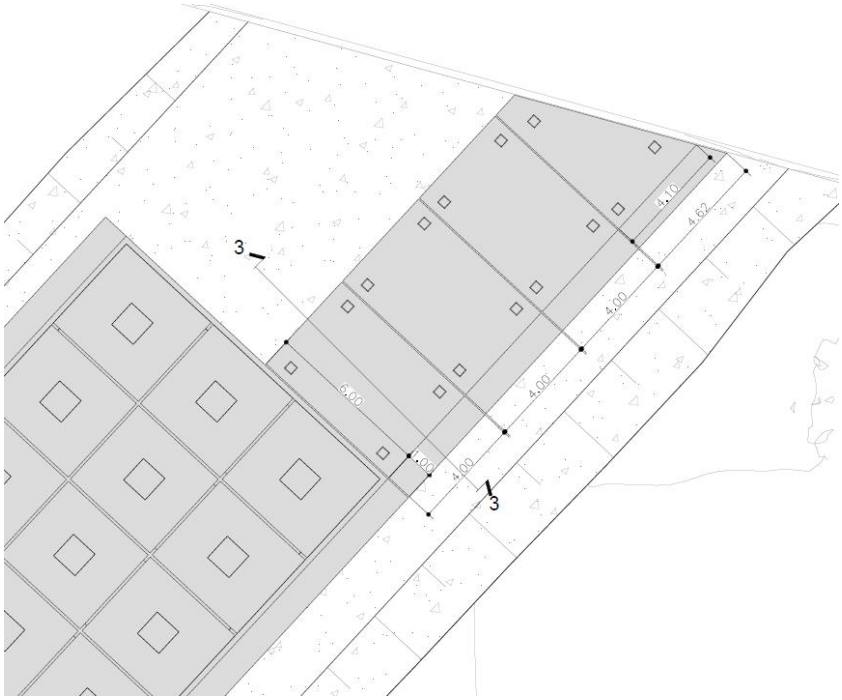


Figura 10-5. Massi di serraglia zona est - Planimetria

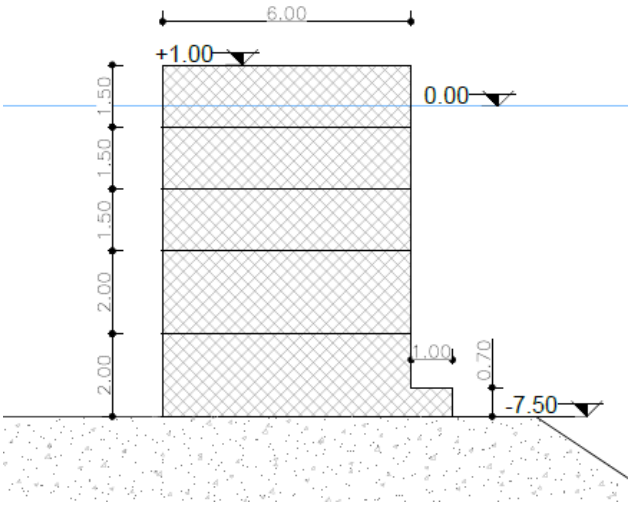


Figura 10-6. Massi di serraglia zona est ï Sezione

Nel caso dei massi di serraglia, lôappaltatore del Lotto 5 dovrà prevedere la realizzazione di un rinfianco su tutta altezza, in accordo agli elaborati di progetto.

10.1.2 Vasca W1

Per quanto riguarda i massi di serraglia, se ne prevede lôutilizzo lungo lôargine interno di delimitazione della vasca W1 dalla vasca A1 e lungo i due argini di perimetrazione del Rio Secco (che separano la vasca W1 e la vasca A2 o Piarda). I massi sono impiegati con la duplice funzione di delimitare i tratti di sviluppo troppo ridotto per essere realizzati con cassoni, e di permettere il passaggio dei pontoni galleggianti durante le fasi di riempimento, essendo molto più facilmente rimuovibili (almeno per i blocchi più superficiali) rispetto ai cassoni. I massi di serraglia degli argini interni avranno la stessa larghezza dei cassoni, pari a 8.8 m, ad eccezione del masso di fondo, caratterizzato da due ali su entrambi i lati di larghezza 1.0 m.

I massi hanno forme di parallelepipedo, laddove possibile, con larghezze standard comprese tra 2 e 3 m e altezze standard di 1.5 m oppure 2.0 m (per il masso sommitale). Se necessario i massi sono risagomati con forme ad hoc per essere inseriti negli spazi previsti dal progetto. Le zone interessate dai massi di serraglia sono le seguenti:

- Vasca W1, presso i massi denominati MAS04, caratterizzati da uno sviluppo di 20.19 m; i massi sono imbasati a quota -8.50 m s.l.m.;
- Vasca W1, presso i massi denominati MAS09 e MAS10, caratterizzati da uno sviluppo di 23.20 per la tipologia MAS09 (costituiti complessivamente da 8 pilate) e 2.80m per la tipologia MAS10 (costituiti da una singola pilata)
- Rio Secco est, presso i massi denominati MAS05, caratterizzati da uno sviluppo di 15.0 m; i massi sono imbasati a quota -8.50 m s.l.m.;
- Rio Secco ovest, presso i massi denominati MAS06, caratterizzati da uno sviluppo di 15.0 m; i massi sono imbasati a quota -8.50 m s.l.m..

Si riportano nelle figure seguenti planimetrie e sezioni dei tre interventi eseguiti con massi di serraglia.

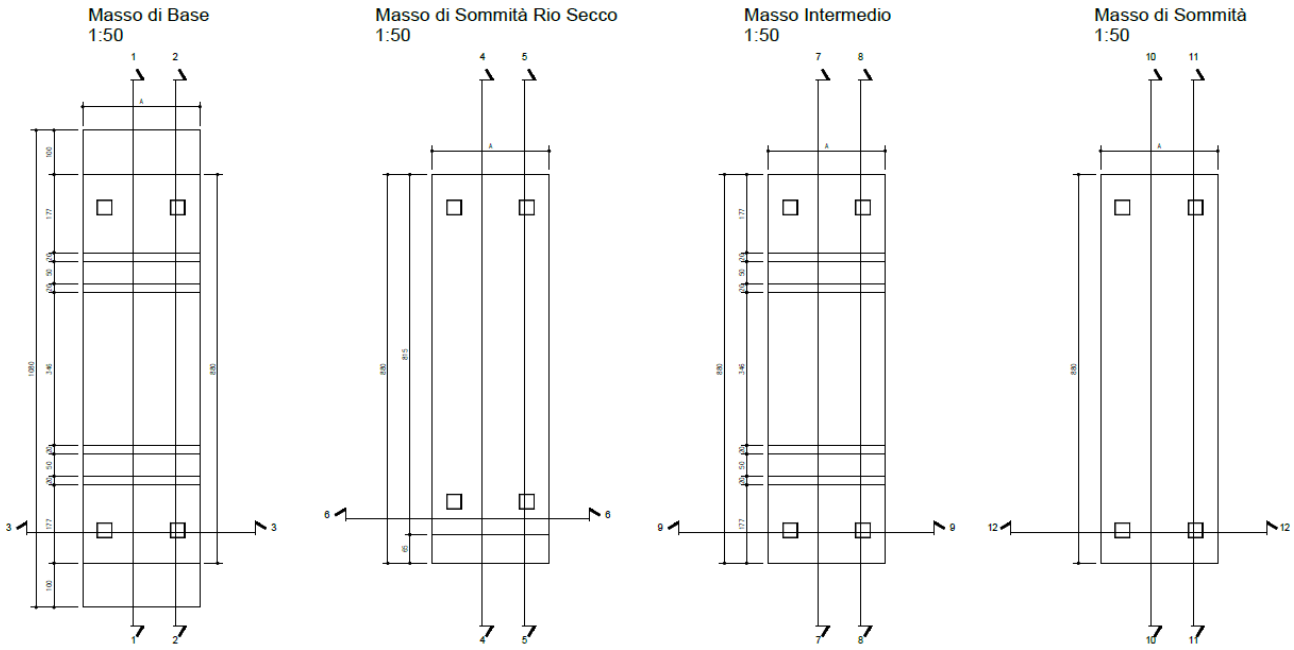


Figura 10-7. Massi di serraglia MAS04, MAS05, MAS06 - Planimetria

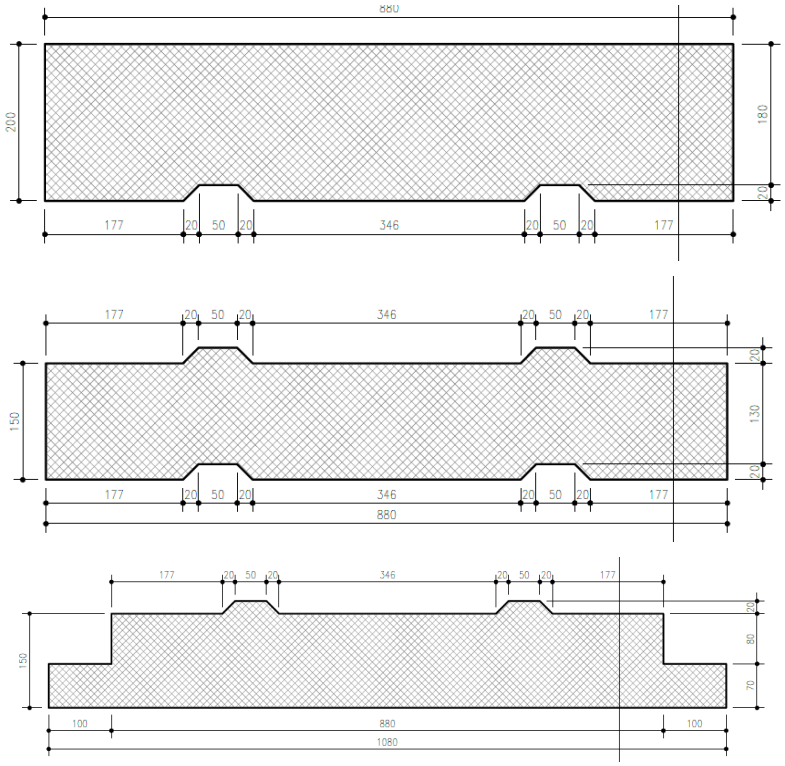


Figura 10-8. Massi di serraglia MASS04, MASS05, MASS06, MASS09, MASS10 ï Sezione

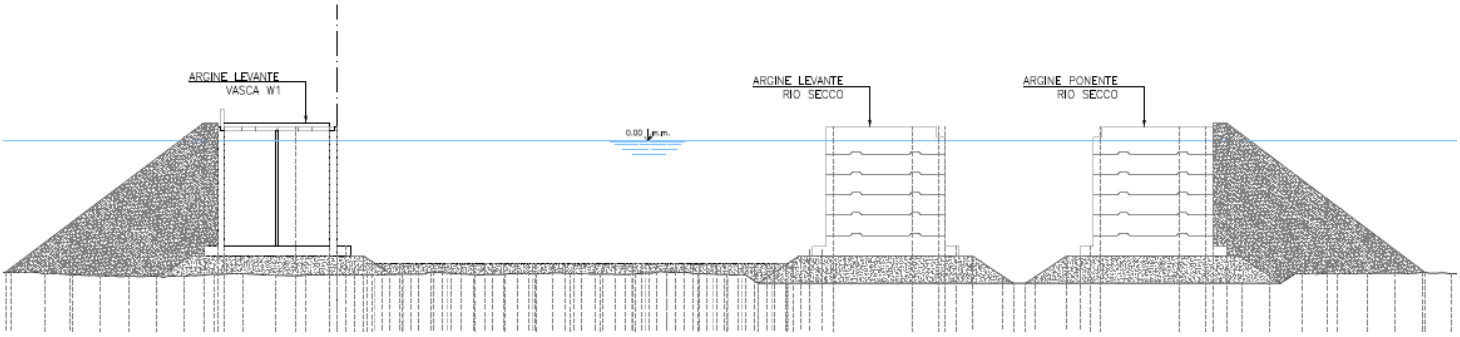


Figura 10-9. Sezione Vasca W1 rinfianco a tergo dei massi di serraglia

I cassoni e i massi di serraglia poggiano su uno scanno di imbasamento, di larghezza maggiore rispetto allôimpronta del cassone alla base, di 1.0 m lato mare e di 1.0 m lato terra, per un totale di 12.8 m. Lôinclinazione delle scarpate è 2:3.

LôAppaltatore del Lotto 5 dovrà eseguire anche i rinfianchi dei massi di serraglia in accordo agli elaborati di progetto.

10.1.3 Vasca W2

Per quanto riguarda i massi di serraglia, se ne prevede lôutilizzo gli argini interni di delimitazione della vasca W2 dalla vasca A2 e della vasca W2 dalla vasca A3. I massi sono impiegati con la duplice funzione di delimitare i tratti di sviluppo troppo ridotto per essere realizzati con cassoni, e di permettere il passaggio dei pontoni galleggianti durante le fasi di riempimento, essendo molto più facilmente rimuovibili (almeno per i blocchi più superficiali) rispetto ai cassoni. I massi di serraglia degli argini interni avranno la stessa larghezza dei cassoni, pari a 8.8 m, ad eccezione del masso di fondo, caratterizzato da due ali su entrambi i lati di larghezza 1.0 m e altezza 0.7 m.

I massi hanno forme di parallelepipedo, laddove possibile, con larghezze standard comprese tra 2 e 3 m e altezze standard di 1.5 m oppure 2.0 m (per il masso sommitale). Se necessario i massi sono risagomati con forme ad hoc per essere inseriti negli spazi previsti dal progetto. Le zone interessate dai massi di serraglia sono le seguenti:

- Vasca W2 est, presso i massi denominati MAS07, caratterizzati da uno sviluppo di 16.2 m; con imbasamento a quota -8.50 m s.l.m., e a uno sviluppo di 7.35 m; con imbasamento a quota -10.00 m s.l.m.;
- Vasca W2 ovest, presso i massi denominati MAS08, caratterizzati da uno sviluppo di 16.2 m; con imbasamento a quota -8.50 m s.l.m., e a uno sviluppo di 7.35 m; con imbasamento a quota -10.00 m s.l.m..

Si riportano nelle figure seguenti planimetrie e sezioni dei tre interventi eseguiti con massi di serraglia.

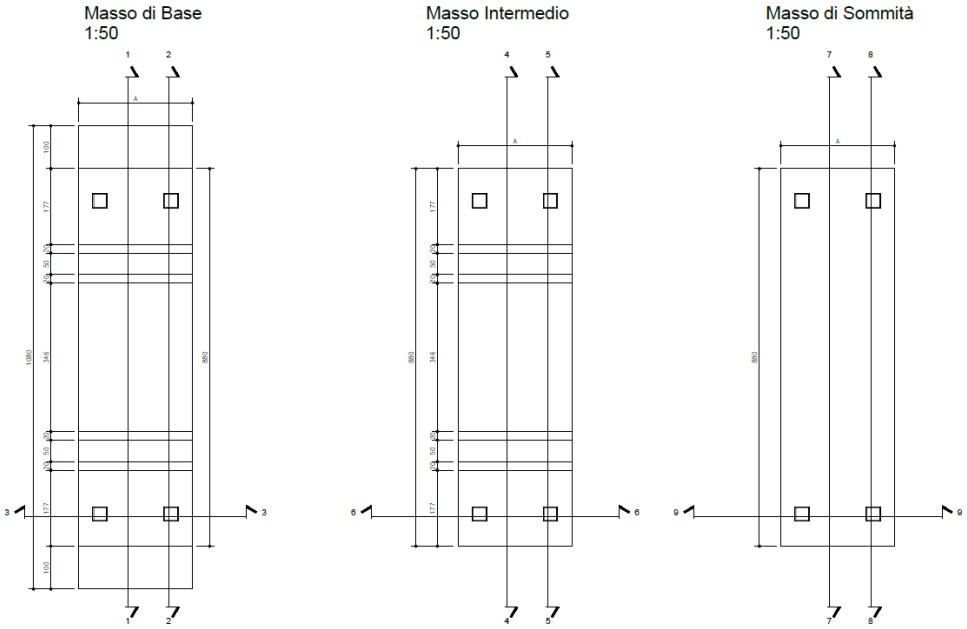


Figura 10-10. Massi di serraglia MAS07, MAS08 ï Planimetria

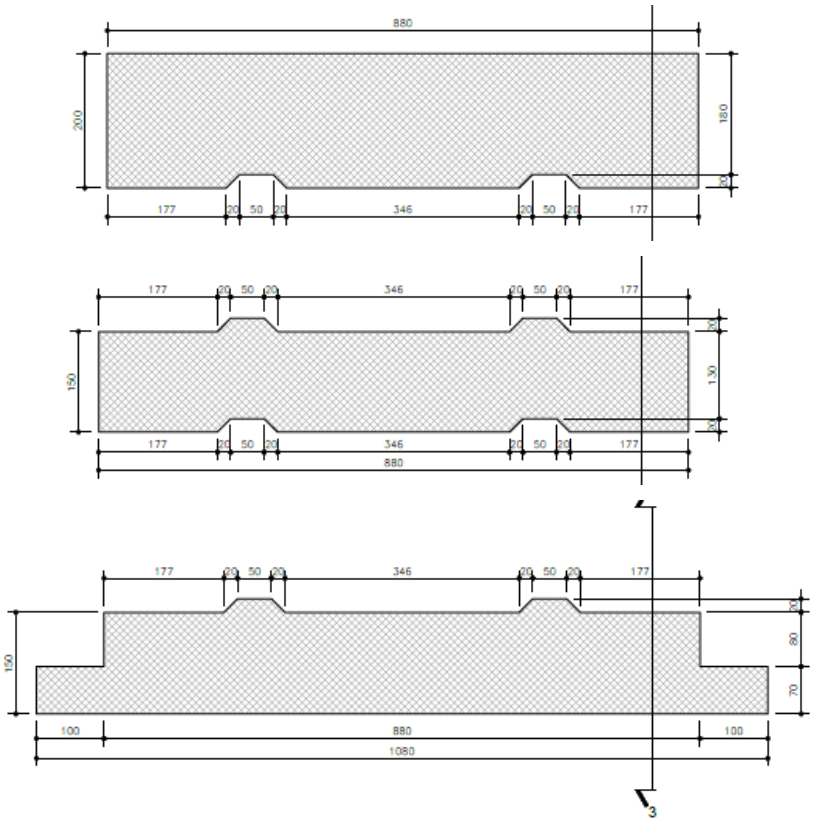


Figura 10-11. Massi di serraglia MAS07, MAS08 - Sezione

I cassoni e i massi di serraglia poggiano su uno scanno di imbasamento, di larghezza maggiore rispetto allôimpronta del cassone alla base, di 1.0 m lato mare e di 1.0 m lato terra, per un totale di 12.8 m. Lôinclinazione delle scarpate è 2:3.

Lôappaltatore del Lotto 5 dovrà eseguire anche i rinfianchi dei massi di serraglia in accordo agli elaborati di progetto.

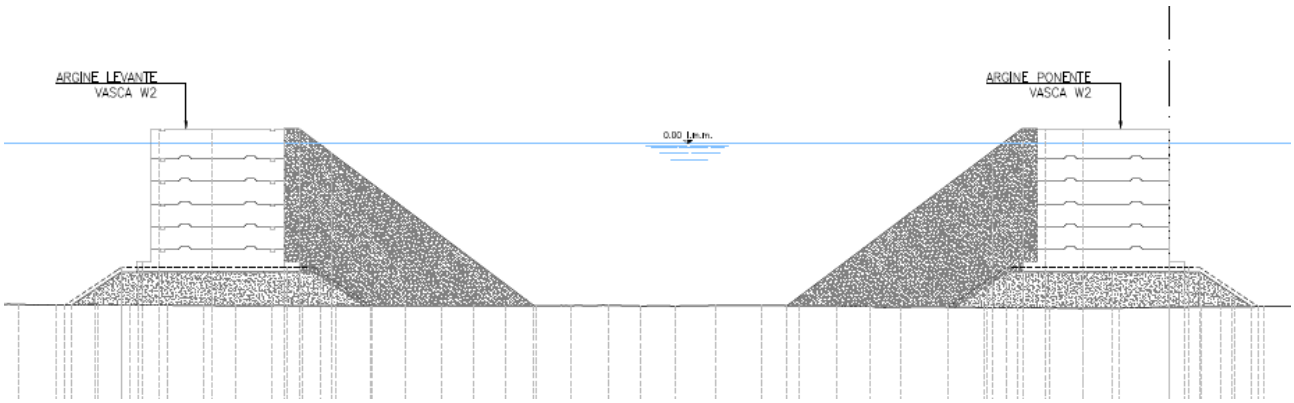


Figura 10-12. Sezione Vasca W2 rinfianco a tergo dei massi di serraglia

10.2 PROGETTO IDRAULICO

10.2.1 Le condizioni meteomarine di riferimento

Le condizioni meteomarine di riferimento per i massi di serraglia, ubicati nel tratto iniziale della conterminazione lato est, nello spigolo sud-est della conterminazione e nel tratto finale della conterminazione lato ovest, sono quelle desunte dallo ñStudio meteomarinoò (doc. N. IDR0001) e vengono riportate nelle seguenti tabelle.

Per i massi di serraglia dellôargine ovest della vasca W2 valgono i valori sotto riportati per il lato ovest della conterminazione. Il periodo di ritorno preso a riferimento in questo caso è 5 anni.

Tabella 10-1. Condizioni meteomarine di progetto ï Massi di Serraglia ï Est ï Sud-Est

Periodo di Ritorno [anni]	**Hs** [m]	**Ts** [s]
5	0.27	7.3
10	0.40	7.9
20	0.53	8.4
200	0.67	10.0

Tabella 10-2. Condizioni meteomarine di progetto ï Massi di Serraglia - Ovest

Periodo di Ritorno [anni]	**Hs** [m]	**Ts** [s]
5	1.60	6.8
10	1.73	7.9
20	2.13	8.4
200	2.80	10.0

10.2.2 I carichi indotti dalle condizioni meteomarine

I carichi indotti dal moto ondoso vengono calcolati con la stessa metodologia utilizzata per i cassoni e descritta nel paragrafo 9.3.2.

La quota di coronamento delle opere è stata considerata pari a +1 m l.m.m. (quota di sommità dei massi) per la fase provvisionale e a +3 m l.m.m. (lato sud) e +1.75 m l.m.m. (lato est e lato ovest) per la fase di esercizio.

Nel documento ñRelazione di calcolo idraulica delle opere di conterminazione - IDR0002ò, per le diverse sezioni oggetto di verifica, tipologie di massi e tempi di ritorno, si riportano le relative distribuzioni di pressioni delle onde sulla parete verticale dei massi di serraglia, valutate con la teoria di Sainflou.

10.3 PROGETTO GEOTECNICO DEI MASSI DI SERRAGLIA

Le verifiche geotecniche dei massi di serraglia sono state eseguite in accordo ai contenuti delle N.T.C. 2008, con riferimento alle indicazioni riguardanti le opere di sostegno. La descrizione dettagliata delle metodologie impiegate e dei risultati di tutte le verifiche è riportata nelle Relazioni di calcolo geotecnico delle opere di conterminazione e vasche di compartimentazione (Doc. APE0009, APE0066 e APE0074), a cui si rimanda. Si riepilogano di seguito gli aspetti più significativi delle verifiche geotecniche.

Le verifiche eseguite in condizioni SLU, statiche e sismiche, di tipo geotecnico (GEO) e di equilibrio di corpo rigido (EQU), sono le seguenti:

- stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno;
- scorrimento sul piano di posa;
- collasso per carico limite dellôinsieme fondazione-terreno;
- ribaltamento.

In condizioni di esercizio è stata eseguita la verifica dei cedimenti indotti dalla posa dello scanno di imbasamento e dei massi di serraglia.

Si riportano di seguito i carichi principali considerati per le verifiche dei massi di serraglia, opportunamente combinati in accordo alla Normativa vigente:

- Peso proprio del cassone (carico permanente strutturale);
- Peso proprio della sovrastruttura (carico permanente strutturale);
- Peso proprio del riempimento a tergo (carico permanente non strutturale);
- Peso proprio della duna (carico permanente non strutturale);
- Spinta delle terre (carico permanente non strutturale);
- Sovraccarico sopra il cassone (carico variabile);
- Sovraccarico trasmesso dallôimpalcato del Rio Secco (carico permanente / variabile);
- Sovraccarico agente sul terreno a tergo dellôopera (carico variabile);
- Spinta dellôonda in fase di cresta;
- Spinta dellôonda in fase di cavo;
- Azione sismica.

Per le verifiche di tutti i massi di serraglia sono state considerate le seguenti fasi:

- Fase provvisoria 1: Verifica a seguito della posa dei massi, in assenza della sovrastruttura, in assenza di sovraccarichi e di terreno a tergo, in presenza di onda in fase di cresta per T = 20 anni; la durata di questa fase è inferiore a due anni e la verifica sismica non è necessaria;

- Fase definitiva: Verifica in condizioni di progetto, considerando i sovraccarichi a tergo del cassone e sopra il cassone (Q = 20 kPa), le azioni sismiche e dellôonda in fase di cavo per T = 200 anni.

Si riporta nella tabella seguente il riepilogo delle verifiche svolte per tutte le tipologie di massi di serraglia. Si nota che le sole verifiche di scorrimento e ribaltamento devono essere eseguite alla quota di contatto di tutti i massi di serraglia presenti. Per tali verifiche la spinta del terreno e la spinta dellôonda sono calcolate fino alla quota di contatto con il masso sottostante (Quota bottom nella tabella seguente).

Tabella 10.3 ï Riepilogo verifiche eseguite per i massi di serraglia ï opera di conterminazione

Tipo [-]	H [m]	L [m]	Quota Bottom [m]	n° massi [-]	Direz onda	Sc [-]	Rib [-]	Qp [-]	Sta [-]	Ced [-]	Note [-]
Ovest	9.5	1.95	-8.5	1	Ovest	x	x	x	x		Lunghezza poco rilevante
Ovest	9.5	1.95	-6.5	1	Ovest	x	x				
Ovest	9.5	1.95	-4.5	1	Ovest	x	x				
Ovest	9.5	1.95	-2.5-	1	Ovest	x	x				
Ovest	9.5	1.95	-0.5	1	Ovest	x	x				
Sud-est	8.5	14.8	-7.5	4	Sud	x	x	x	x	x	
Sud-est	8.5	14.8	-5.5	4	Sud	x	x				
Sud-est	8.5	14.8	-3.5	4	Sud	x	x				
Sud-est	8.5	14.8	-2.0	4	Sud	x	x				
Sud-est	8.5	14.8	-0.5	4	Sud	x	x				
Est	8.5	16.77	-7.5	4	Est	x	x	x	x		Assimilabile a blocchi sud-est
Est	8.5	16.77	-5.5	4	Est	x	x				Assimilabile a blocchi sud-est
Est	8.5	16.77	-3.5	4	Est	x	x				Assimilabile a blocchi sud-est
Est	8.5	16.77	-2.0	4	Est	x	x				Assimilabile a blocchi sud-est
Est	8.5	16.77	-0.5	4	Est	x	x				Assimilabile a blocchi sud-est

Tabella 10.4 ï Riepilogo verifiche eseguite per i massi di serraglia ï vasca W1

Tipo [-]	H [m]	L [m]	Quota Bottom [m]	n° massi [-]	Direz onda	Sc [-]	Rib [-]	Qp [-]	Sta [-]	Ced [-]	Note [-]
MAS04A	9.5	2.48	-8.5	8	N.D.	x	x	x	x		
MAS04B	9.5	2.48	-7.0	8	N.D.	x	x				
MAS04B	9.5	2.48	-5.5	8	N.D.	x	x				
MAS04B	9.5	2.48	-4.0-	8	N.D.	x	x				
MAS04B	9.5	2.48	-2.5	8	N.D.	x	x				
MAS04C	9.5	2.48	-1.0	8	N.D.	x	x				
MAS05A	9.5	2.45	-8.5	6	N.D.						Vd MAS06A
MAS05B	9.5	2.45	-7.0	6	N.D.						Vd MAS06B
MAS05B	9.5	2.45	-5.5	6	N.D.						Vd MAS06B
MAS05B	9.5	2.45	-4.0-	6	N.D.						Vd MAS06B
MAS05B	9.5	2.45	-2.5	6	N.D.						Vd MAS06B
MAS05C	9.5	2.45	-1.0	6	N.D.						Vd MAS06C
MAS06A	9.5	2.45	-8.5	6	N.D.	x	x	x	x		
MAS06B	9.5	2.45	-7.0	6	N.D.	x	x				
MAS06B	9.5	2.45	-5.5	6	N.D.	x	x				
MAS06B	9.5	2.45	-4.0-	6	N.D.	x	x				
MAS06B	9.5	2.45	-2.5	6	N.D.	x	x				
MAS06C	9.5	2.45	-1.0	6	N.D.	x	x				
MASS09A	10.3	2.5	-9.3	8	N.D.	x	x	x	x		
MASS09B	10.3	2.5	-7.85	8	N.D.	x	x				
MASS09B	10.3	2.5	-6.4	8	N.D.	x	x				
MASS09B	10.3	2.5	-4.95	8	N.D.	x	x				
MASS09B	10.3	2.5	-3.5	8	N.D.	x	x				
MASS09B	10.3	2.5	-2.05	8	N.D.	x	x				
MASS09C	10.3	2.5	-0.6	8	N.D.	x	x				
MASS10A	10.3	2.8	-9.3	1	N.D.	x	x	x	x		Vd MAS09A
MASS10B	10.3	2.8	-7.85	1	N.D.	x	x				Vd MAS09B
MASS10B	10.3	2.8	-6.4	1	N.D.	x	x				Vd MAS09B
MASS10B	10.3	2.8	-4.95	1	N.D.	x	x				Vd MAS09B
MASS10B	10.3	2.8	-3.5	1	N.D.	x	x				Vd MAS09B

Tabella 10.5 ï Riepilogo verifiche eseguite per i massi di serraglia ï vasca W2

Tipo [-]	H [m]	L [m]	Quota Bottom [m]	n° massi [-]	Direz onda	Sc [-]	Rib [-]	Qp [-]	Sta [-]	Ced [-]	Note [-]
MAS07A	9.5	2.65	-8.5	6	N.D.						Vd MAS08A
MAS07B	9.5	2.65	-7.0	6	N.D.						Vd MAS08B
MAS07B	9.5	2.65	-5.5	6	N.D.						Vd MAS08B
MAS07B	9.5	2.65	-4.0-	6	N.D.						Vd MAS08B
MAS07B	9.5	2.65	-2.5	6	N.D.						Vd MAS08B
MAS07C	9.5	2.65	-1.0	6	N.D.						Vd MAS08C
MAS07D	11	2.41	-10.0	3	N.D.						Vd MAS08D
MAS07E	11	2.41	-8.5	3	N.D.						Vd MAS08E
MAS07E	11	2.41	-7.0	3	N.D.						Vd MAS08E
MAS07E	11	2.41	-5.5	3	N.D.						Vd MAS08E
MAS07E	11	2.41	-4.0-	3	N.D.						Vd MAS08E
MAS07E	11	2.41	-2.5	3	N.D.						Vd MAS08E
MAS07F	11	2.41	-1.0	3	N.D.						Vd MAS08F
MAS08A	9.5	2.65	-8.5	6	N.D.						Vd MAS08D
MAS08B	9.5	2.65	-7.0	6	N.D.						Vd MAS08E
MAS08B	9.5	2.65	-5.5	6	N.D.						Vd MAS08E
MAS08B	9.5	2.65	-4.0-	6	N.D.						Vd MAS08E
MAS08B	9.5	2.65	-2.5	6	N.D.						Vd MAS08E
MAS08C	9.5	2.65	-1.0	6	N.D.						Vd MAS08F
MAS08D	11	2.41	-10.0	3	N.D.	x	x	x			
MAS08E	11	2.41	-8.5	3	N.D.	x	x				
MAS08E	11	2.41	-7.0	3	N.D.	x	x				
MAS08E	11	2.41	-5.5	3	N.D.	x	x				
MAS08E	11	2.41	-4.0-	3	N.D.	x	x				
MAS08E	11	2.41	-2.5	3	N.D.	x	x				
MAS08F	11	2.41	-1.0	3	N.D.	x	x				

11 SOVRASTRUTTURA

11.1 DESCRIZIONE DELLE LAVORAZIONI

Il getto di sovrastruttura è suddiviso in due fasi: il getto di prima fase va a costituire insieme allôelemento prefabbricato uno spessore di 60cm (30cm+30cm), atto a sostenere il getto di seconda fase, dello spessore di 45cm, e a permettere il passaggio di eventuali mezzi di cantiere durante la fase costruttiva dellôopera.

Il getto di prima fase sarà quindi realizzato sullôestradosso delle opere di conterminazione, dellôargine levante della Vasca W1 e sulla porzione nord dellôargine levante del Rio Secco

Si rimanda al documento NTL 0001 ï Capitolato speciale Norme tecniche dôappalto e agli elaborati grafici per le prescrizioni riguardanti le modalità di presentazione e di approvazione dei componenti prefabbricati da utilizzare.

Lôopera sarà completata dal muro paraonde, la cui quota di coronamento finale è pari a +3.00m s.l.m., che sarà realizzata nellôambito delle lavorazioni del Lotto 10B.

Pur rientrando il muro paraonde nel Lotto 10B, nella presente fase progettuale sono state già sviluppate le verifiche idrauliche (verifica a tracimazione) e strutturali atte a dimostrare la piena funzionalità dellôopera. In particolare, lôarmatura del masso di sovrastruttura prevede la disposizione di ferri di chiamata in posizione opportuna, per consentire la ripresa del getto garantendo la solidarizzazione delle sezioni strutturali.

11.2 VERIFICA A TRACIMAZIONE

La quota di coronamento dellôopera di conterminazione è stata definita in modo tale da garantire adeguati margini di sicurezza nei confronti della tracimazione del moto ondoso presente nel canale di calma. A tal fine, sulla base delle condizioni meteomarine allôinterno del canale di calma, lungo tutto lo sviluppo della nuova opera di conterminazione sono state stimate le portate medie di tracimazione al variare del tempo di ritorno, verificando che lôentità di tali portate fosse compatibile con i limiti consentiti, in riferimento alle caratteristiche strutturali e alle diverse funzionalità delle opere.

Per la definizione dei limiti di accettabilità e del calcolo della portata tracimante si è fatto riferimento allôEurOtop Manual (2007).

Per la determinazione della portata tracimante è stato considerato un approccio probabilistico implementando i valori estremi delle onde, stimati per periodi di ritorno di 1, 5, 20 e 200 anni, in termini di altezza dôonda significativa e periodo significativo associato.

Lungo il lato ovest e il lato sud della nuova conterminazione è previsto un muro paraonde con quota di sommità pari a +3.00 m mentre lungo il lato est della conterminazione e in corrispondenza dei cassoni B e D del lato ovest non è previsto il muro paraonde e la quota di sommità dellôopera è quella dellôattuale piazzale aeroportuale (+1.75 m). Nella configurazione provvisoria, relativa al tempo di ritorno 20 anni, la sommità dellôopera è pari a +1.00 m.

Nella tabella seguente si riportano i risultati delle valutazioni condotte.

Tabella 11-1. Portate di tracimazione

Lato conterminazione -	Tempo di ritorno [anni]	Portata media tracimante [l/s/m]
Ovest ï Quota sommità +3	1	0.1
	5	1
	20	109
	200	99
Ovest ï Quota sommità +1.75	1	0.7
	5	4
	20	50
	200	44
Sud	1	0.01
	5	0.1
	20	29
	200	7
Est	1	0.00002
	5	0.007
	20	1.5
	200	0.1

Dai risultati dei calcoli effettuati si evince che le portate di tracimazione, lungo tutto lo sviluppo della nuova conterminazione, si mantengono sempre al di sotto dei valori limite.

Nel documento ñRelazione di calcolo idraulica delle opere di conterminazione - IDR0002ò vengono riportati i calcoli effettuati per la determinazione delle portate di tracimazione e le verifiche di accettabilità.

12 RINFIANCO E IMPERMEABILIZZAZIONE

Con riferimento alle vasche W1 e W2, successivamente alla messa in opera sia dei cassoni cellulari, sia dei massi di serraglia si provvede alla costruzione del rinfianco. La realizzazione di tale opera ha il duplice beneficio di creare una superficie di appoggio per la messa in opera delle impermeabilizzazioni, sia per gestire il cuneo di spinta che il materiale di riempimento genera a tergo delle opere.
Il rinfianco viene messo in opera a tergo dellâargine ponente che delimita il prolungamento a mare del Rio Secco, dellâargine levante della vasca W1, dellâargine di ponente e di levante della vasca W2 (questo al fine di gestire temporalmente la chiusura ambientale della vasca W2).
La geometria del rinfianco risulta essere differente a seconda della porzione di opera in cui esso viene posto in opera.
Per quanto riguarda le opere di conterminazione la realizzazione del rinfianco ricade nel Lotto 10B.
Per quanto riguarda gli argini trasversali si adottano dei rinfianchi che coprono tutta lâaltezza delle opere (cassoni o massi di serraglia) secondo quanto descritto dagli elaborati grafici di progetto (IDR0040, IDR0041, IDR0050, IDR0051).
Il materiale utilizzato per il rinfianco ha caratteristiche analoghe al tout-venant da cava, viene disposto in sito con unâinclinazione di 3/4, al fine di renderlo stabile durante la fase di costruzione.
Nella posa del rinfianco gli elementi di pezzatura più grossolana dovranno essere posti nelle zone interessate dai giunti tra cassoni.

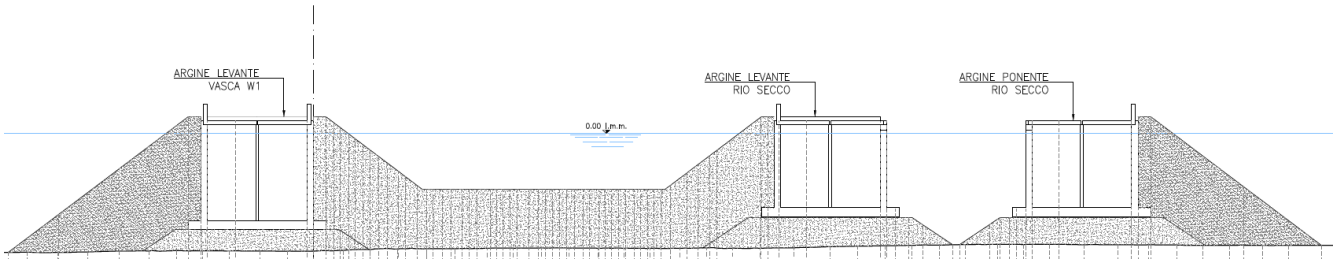


Figura 12-1. Sezione di rinfianco per opere della vasca W1-Rio Secco

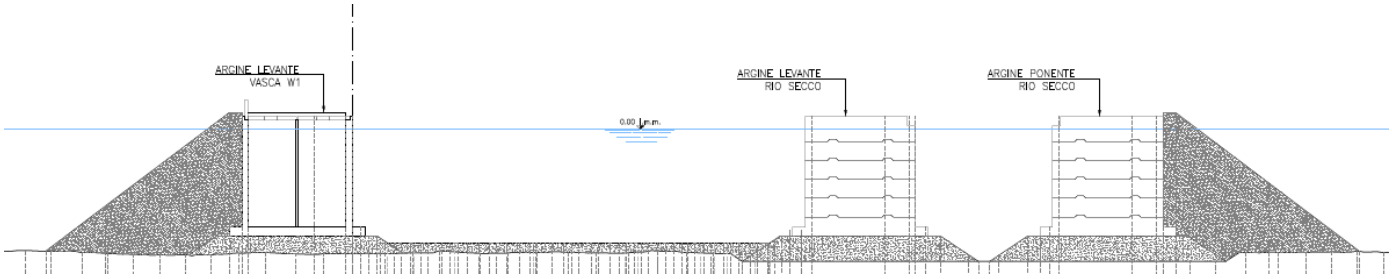


Figura 12-2. Sezione di rinfianco per opere della vasca W1-Rio Secco

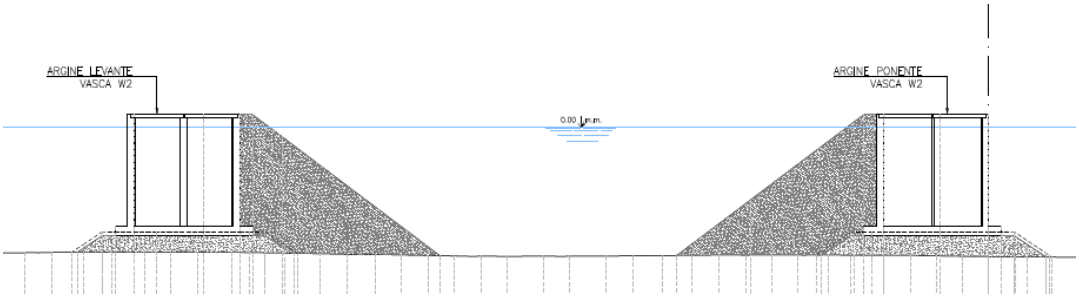


Figura 12-3. Sezione di rinfianco per opere della vasca W2

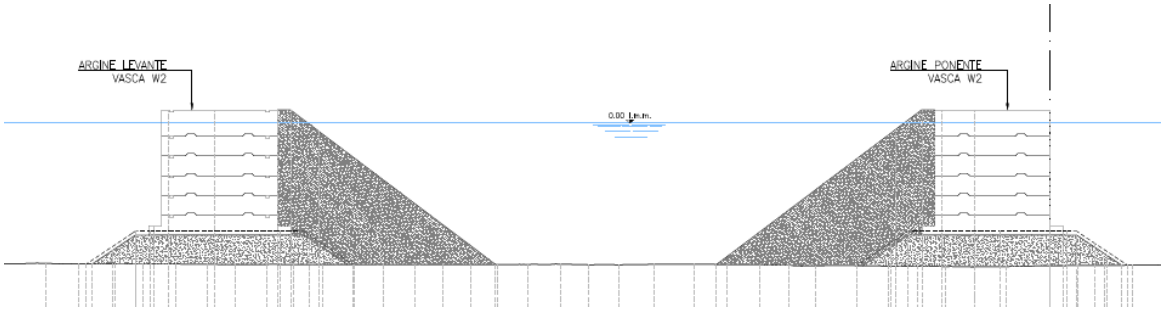


Figura 12-4. Sezione di rinfianco per opere della vasca W2

Successivamente alla posa del rinfianco si provvede alla stesa della geomembrana HDPE e di geotessite tessuto non tessuto. La geomembrana assolve alla funzione di impermeabilizzare lôopera (garantendo un coefficiente di permeabilità di 10^-9 m/sec) e riveste completamente la superficie delle vasche W1 e W2.

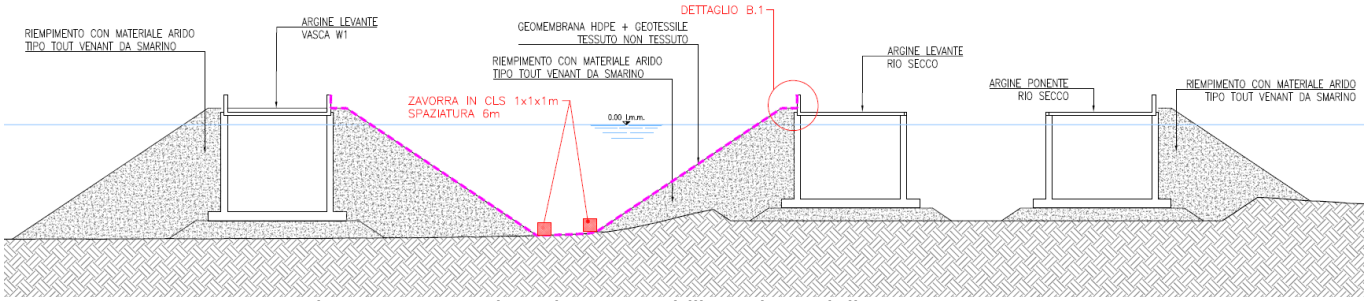


Figura 12-5. Sezione impermeabilizzazione della vasca W1

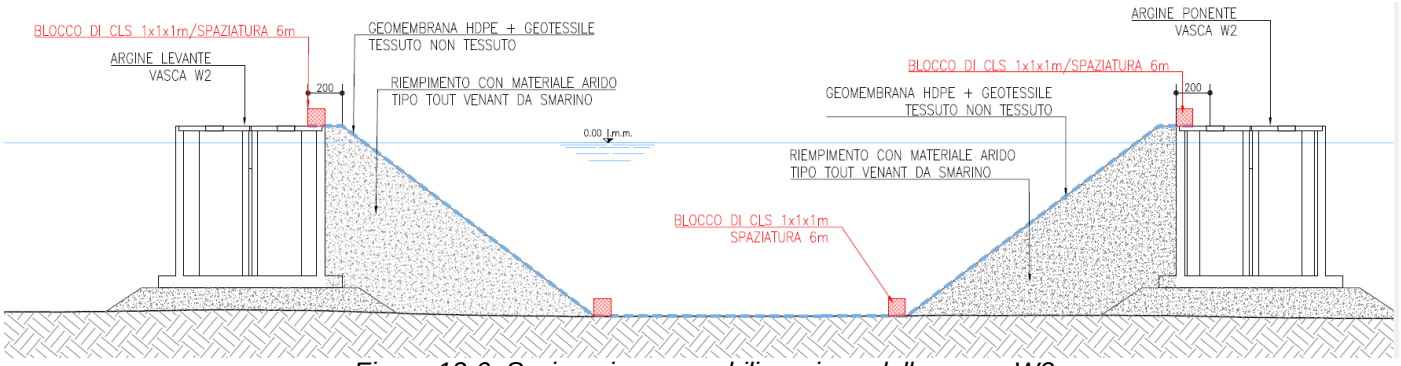


Figura 12-6. Sezione impermeabilizzazione della vasca W2

Il geotessile tessuto non tessuto viene disposto sopra la geomembrana e presenta la funzione di proteggere la geomembrana dalle successive operazioni di riempimento.
Al fine di semplificare le modalità di posa in opera dei geosintetici, geomembrana e geotessile tessuto non tessuto dovranno pervenire in cantiere già preassemblati.
Temporaneamente il pacchetto di geosintetici può essere fissato meccanicamente allôelemento verticale presente sulle lastre di copertura del cassone cellulare (ove presente), mentre nel caso del masso di serraglia o di cassoni privi di veletta verticale potrà essere fissato mediante lôutilizzo di blocchi di calcestruzzo.

Locali interferenze con la rete di drenaggio o con le tubazioni di drenaggio che gestiscono il funzionamento delle vasche di sedimentazione dovranno essere gestite nel Lotto 10B utilizzando i giunti standard pensati per i materiali geosintetici.
I piani di posa del pacchetto geomembrana e geotessile tessuto non tessuto sono individuati dallôelaborato grafico IDR0058 e IDR0059.

13 BILANCIO MATERIALI

Nella realizzazione delle opere presenti nel Lotto 5 si prevede lôimpiego di materiali sciolti selezionati e caratterizzati da determinati fusi granulometrici.

Lôimpiego è previsto per la realizzazione dei seguenti corpi dôopera:

- Consolidamento del fondale attraverso la vibro flottazione;
- Ricarica del fondale dopo la vibro flottazione;
- Scanno dôimbasamento;
- Riempimento celle cassoni cellulari;
- Rinfianco a tergo dei cassoni cellulari e dei massi di serraglia posti lungo il prolungamento a mare del Rio Secco;
- Rinfianco a tergo dellôallineamento dellôargine di levante della vasca W1 e degli argini della vasca W2 lato interno;

Per lo scanno dôimbasamento si prevede la realizzazione inizialmente di una sezione dôingombro di altezza leggermente maggiore (30 cm in più) rispetto a quella strettamente necessaria a progetto. Tale rimonta è funzionale ad assorbire i cedimenti che lôopera di conterminazione avrà durante la fase costruttiva se pur ridotti con il preventivo consolidamento del fondale attraverso la vibroflottazione.

Lôanalisi delle singole opere identifica il fabbisogno delle seguenti volumetrie in funzione dei tempi realizzativi individuati dal Diagramma dei Lavori di progetto (Doc N° CAP0001):

Tabella 13.1 ï Bilancio materiali

				Appaltatore	Committente	
	Tipologia di materiale	**u.m**	**Quantità totali**	**Forniti da cava**	**Forniti da scavi**	**Forniti da cava**
Consolidamento del fondale opere di Conterminazione e argini vasche W1 e W2	Tout venant pezzatura 30-100 mm	mc	293.008,36	110.711,71	0,00	182.296,65
Consolidamento del fondale delle vasche di pompaggio	Tout venant pezzatura 30-100 mm	mc	2.832,00			2.832,00
Ricarica fondale dopo cedimento consolidamento	Tout venant pezzatura 10-100 mm	mc	16.060,91	16.060,91	0,00	0,00
Scanno di imbasamento	Pietrame di cava da 5 a 50 kg	mc	205.957,93	0,00	0,00	205.957,93
Riempimento Celle Cassoni Cellulari	Tout venant pezzatura 10-100 mm	mc	295.317,40	0,00	263.325,73	31.991,67
Rinfianco massi di serraglia opere di contemrinazione e argini w1 e w2	Tout venant pezzatura 30-100 mm	mc	89.317,71	3.079,62	0,00	86.238,09
		mc	**902.494,31**	**129.852,24**	**263.325,73**	**509.316,34**

Per il riempimento dei cassoni e la realizzazione del rinfianco si predilige lôutilizzo di materiale arido tipo tout venant o materiale da smarino non amiantifero con caratteristiche analoghe.

Come si evince dalla tabella sopra riportata, il riutilizzo di materiali proveniente da scavi può essere previsto per il riempimento di una parte dei cassoni cellulari della conterminazione. Tale riutilizzo deve rendere compatibile la fase di posa con la disponibilità del materiale proveniente dagli scavi. Sulla base del cronoprogramma della Gronda di Ponente si evince che la possibilità di riutilizzare materiale di smarino per il riempimento dei cassoni può essere messa in atto a partire dal Mese 14.

I materiali impiegati presentano le seguenti caratteristiche granulometriche:

- Vibroflottazione: tout venant con pezzatura compresa tra 30-100 mm;
- Scanno dôimbasamento: scapolame da 5 -50 kg;
- Rinfianco: Materiale arido tipo tout venant o materiale da smarino non amiantifero con caratteristiche analoghe;
- Scogliera: massi da 300 ï 1000kg.

I materiali utilizzati per la costruzione delle parti dôopera (argini, rinfianco, scogliera, scanno) non dovranno essere suscettibili all'azione dell'acqua (non solubile e non plasticizzabile), non dovrà contenere al suo interno materiali organici e la granulometria ottenuta dovrà essere regolare e comunque compatibile con i fusi granulometrici sopra esposti.

14 FASI REALIZZATIVE E TEMPISTICHE

Le fasi e tempistiche realizzative del Lotto 5 sono descritte allôinterno del documento ñDiagramma dei lavoriò(Doc N° CAP0001).

Nello specifico si prevede di suddividere la realizzazione dellôopera caratterizzata da uno sviluppo lineare in quattro tratti, corrispondenti in parte alle suddivisioni interne di cui sarà oggetto la cassa di colmata:

- Tratto compreso tra i cassoni n°1 e 39 (corrispondente al tratto che delimita la Vasca A1);
- Tratto compreso tra i cassoni n°40 e 82 (corrispondente al tratto che in parte delimita la vasca definita ñVasca A2ò);
- Tratto compreso tra i cassoni n°83 e 142 (corrispondente al tratto che in parte delimita la vasca definita ñVasca A3ò);

Preliminarmente alla costruzione delle opere rientranti nel Lotto5, si dovrà dare avvio con congruo anticipo alla prefabbricazione dei cassoni cellulari, delle solette di copertura e dei massi prefabbricati che saranno utilizzati per la costruzione delle banchine di serraglia.

Ogni singolo tratto sarà interessato da lavorazioni che si sviluppano in serie. Nello specifico si riporta di seguito una descrizione sintetica delle singole fasi associate alla realizzazione delle opere di conterminazione.

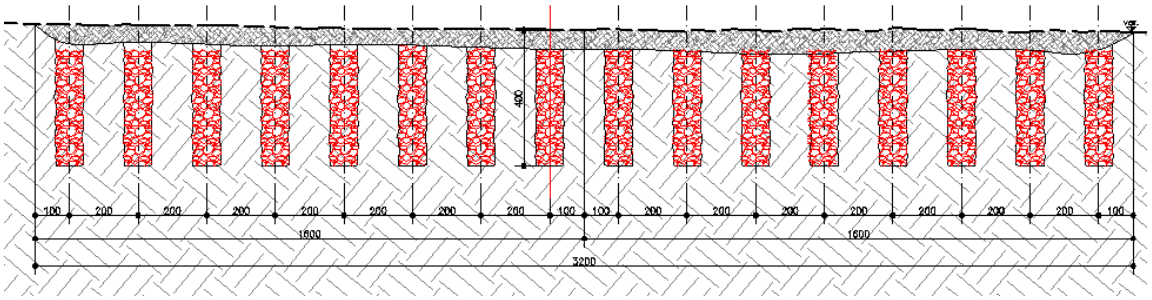


Figura 14-1. Fase 1: Vibroflottazione

La Fase 1 prevede il consolidamento del fondale al di sotto dellôingombro dello scanno di imbasamento attraverso la tecnica della vibroflottazione con colonne di circa 4m su maglia 2 x 2m.

In seguito si provvede (Fase 2) una ricarica di circa 50cm del fondale a seguito del cedimento subito dopo la vibroflottazione.

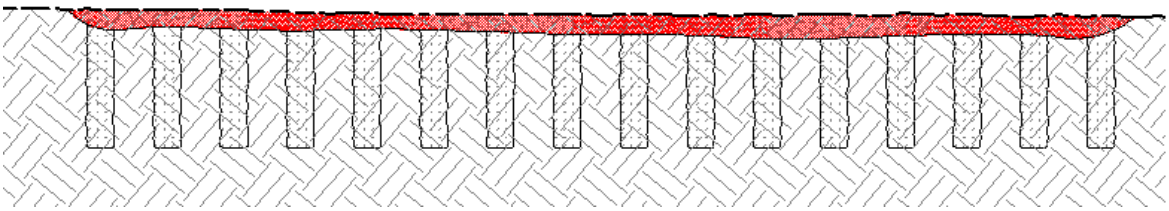


Figura 14-2. Fase 2: Ricarica fondale

Si procede quindi alla messa in opera dello scapolame dello scanno con una rimonta di 30 cm in più rispetto alla sagoma finale (Fase 3).

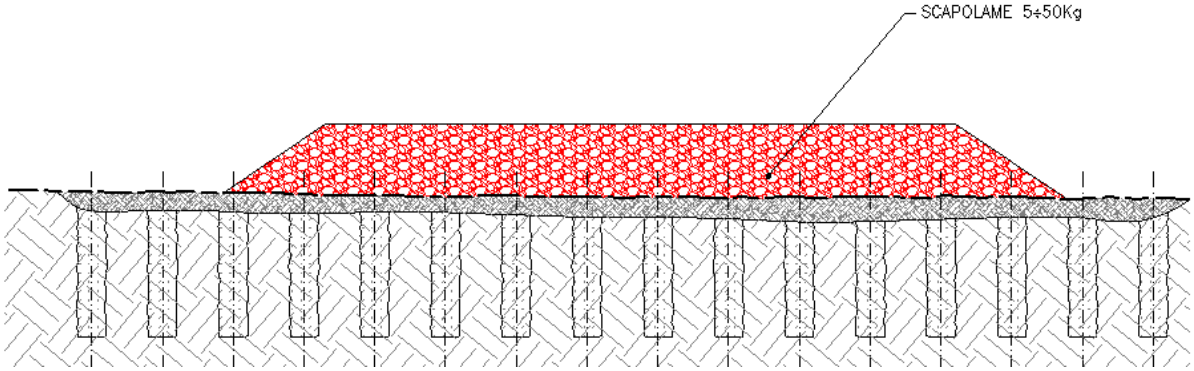


Figura 14-3. Fase 3: Posa in opera dello scapolame

La maggiore geometria si rende necessaria per compensare i cedimenti che lôopera avrà in fase di realizzazione e durante il riempimento della retrostante cassa di colmata.

A valle della Fase 3, si procede con il trasporto e lôaffondamento dei cassoni cellulari e la messa in opera dei giunti tubolari tra cassone e cassone (Fase 4).

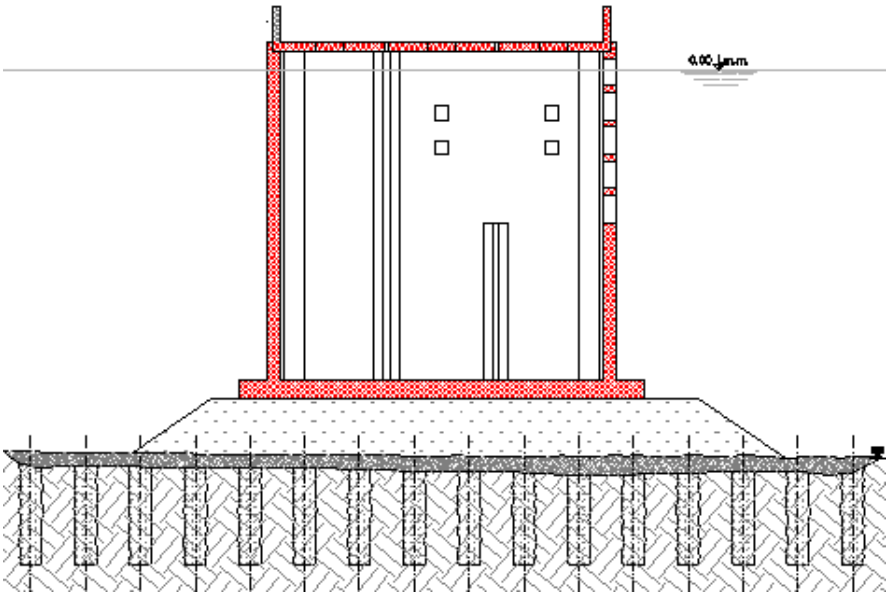


Figura 14-4. Fase 4: Trasporto e affondamento cassone cellulare

Una volta che il cassone cellulare è posizionato si procede con il riempimento delle celle interne (è da prevedersi sulle celle ubicate allôinterno della camera idraulica un getto di magrone volto alla protezione del materiale di riempimento).

Successivamente vengono aperte le forometrie predisposte sulle pareti esterne del cassone, al fine di consentire sia il funzionamento idraulico del cassone sia lôinterconnessione con le tubazioni di scarico.

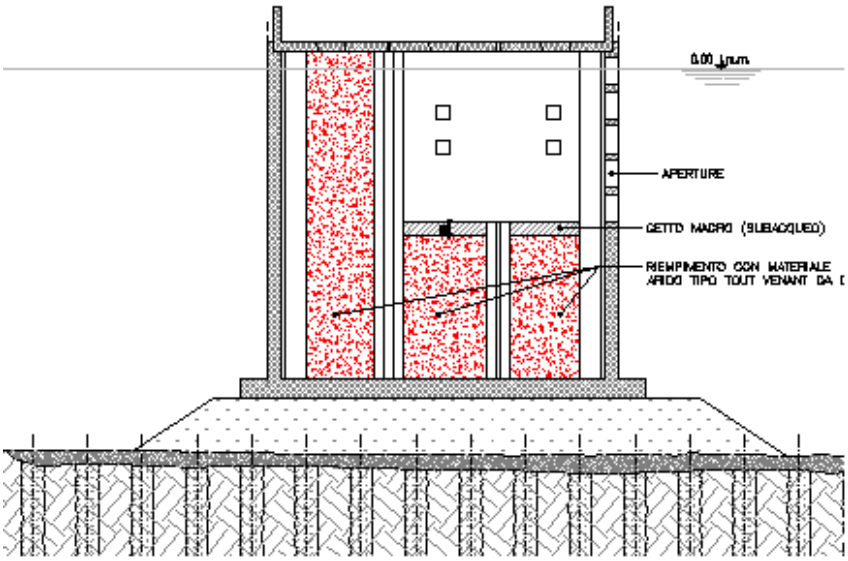


Figura 14-5. Fase 5: Riempimento celle del cassone

Completate le operazioni di riempimento del cassone cellulare, si procede con la realizzazione di una porzione della sovrastruttura (identificata come getto di prima fase), volta a garantire durante la fase di costruzione una pista di cantiere lungo le opere di conterminazione (Fase 6). Tale opera dovrà essere giuntata in corrispondenza dei giunti dei cassoni cellulari. Contestualmente si dovrà provvedere allôiniezione dei giunti tubolari predisposti nella fase 4 tra i cassoni.

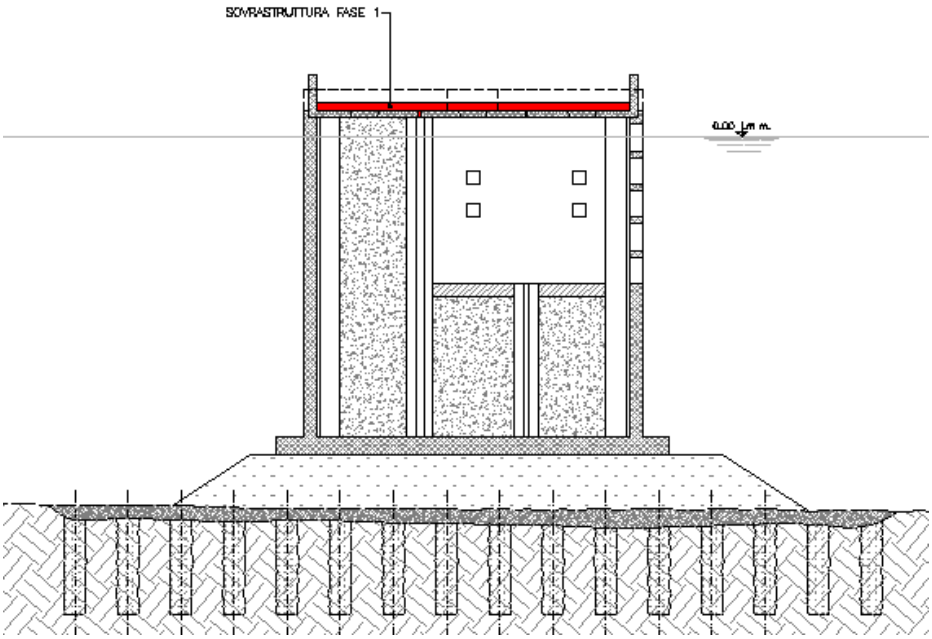


Figura 14-6. Fase 6: Realizzazione getto prima fase sovrastruttura

15 CANTIERIZZAZIONE

15.1 INTRODUZIONE

La realizzazione dellôarea di colmata a mare per lôallocazione dello smarino, derivante dalle fasi di scavo della nuova Gronda autostradale di Ponente, prevede complessivamente:

- Lôoccupazione di unôarea prossima alla foce del Torrente Polcevera in sponda destra, dove sarà installato un Cantiere Industriale (Cod. CI004) dedicato alla caratterizzazione e alla lavorazione del materiale di scavo non contenente amianto che sarà trasportato via terra;
- La costruzione di uno slurrydotto per il trasporto e il riversamento a mare in sicurezza del materiale contenente amianto;

Si prevede che al momento dellôinizio dei lavori del Lotto 5 lôarea del Cantiere Industriale CI004 non sarà interamente disponibile, mentre nessuna delle altre opere sopra menzionate sarà ancora realizzata.

Allôinterno del Lotto5, le modalità operative definite portano allôindividuazione dei seguenti elementi (Vd. Tavola 1):

- **Cantiere Industriale (CI04A e CI04C)** ubicato allôinterno di una porzione di area ricadente nel futuro Cantiere Industriale CI004 (a servizio delle lavorazioni del successivo lotto esecutivo), in corrispondenza della zona di banchina che sarà utilizzata come zona di attracco e carico dei mezzi marittimi;
- **Area di Intervento a mare**, ubicata allôinterno del canale di calma a fianco dellôesistente pista aeroportuale.

15.2 DESCRIZIONE AREA CI04A

Lôarea CI04A è ubicata in prossimità dellôargine del Torrente Polcevera. La seguente figura illustra la configurazione dellôarea nella fase operativa di cantiere.

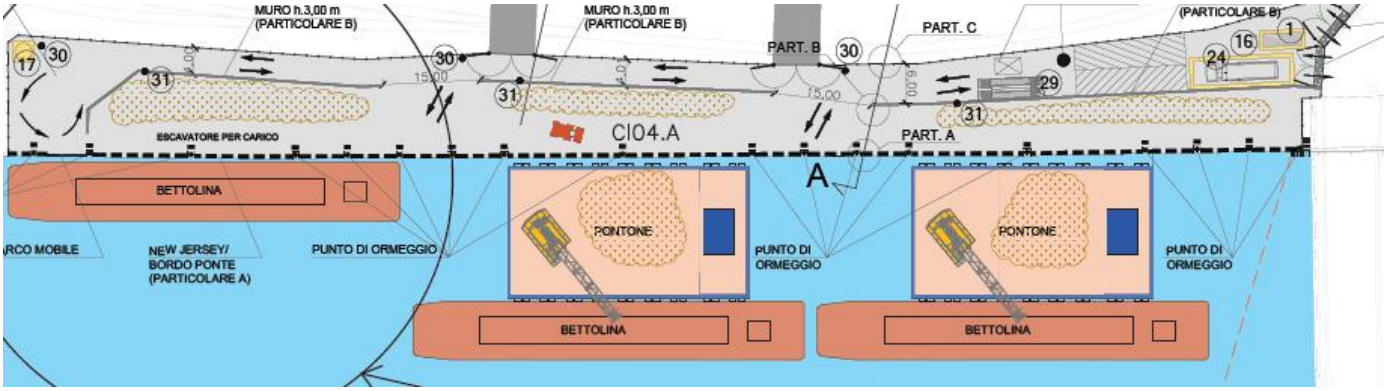


Figura 15-1. Configurazione planimetrica di cantiere Area CI04a.

Al fine di rendere lôattuale area, tecnicamente compatibile con la destinazione dôuso che la fase di cantiere richiede, si rende necessario eseguire in tale area una serie di opere strutturali, geotecniche ed idrauliche.

Le opere strutturali ricadenti allôinterno dellôarea CI04a e oggetto di analisi sono:

- Opera di sostegno Tipo 1 e 2, costituita da un muro di sostegno di altezza spingente massima di 3.0 m, destinato a sostenere lo stoccaggio di materiali depositati nellôarea CI04;

- Platea di fondazione del piazzale, di spessore 40 cm, su cui è previsto il transito dei mezzi di cantiere e lo stoccaggio temporaneo di materiali;
- Sovrastruttura di banchina, ospitante il sistema di ormeggio dei pontoni e delle bettoline. Su tale sovrastruttura si provvederà allôinstallazione di un sistema di bitte e di fender necessari allôapprodo dei pontili delle bettoline e dal relativo sistema di fondazione su micropali.

Per quanto riguarda le opere di sostegno tipo 1 e Tipo 2, sono costituite da due muri di sostegno di altezza massima fuori terra pari a 3.0 m. La larghezza del paramento è di 30 cm, mentre la fondazione ha altezza 0.40 m larghezza 2.0 m, con soletta di valle di larghezza 0.50 m e soletta di monte di 1.20 m. Si riporta di seguito la sezione delle opere di sostegno. Non si prevedono ulteriori sovraccarichi sopra il terrapieno di monte, mentre possono essere presenti i mezzi di cantiere sul terrapieno di valle, avente quote variabili.

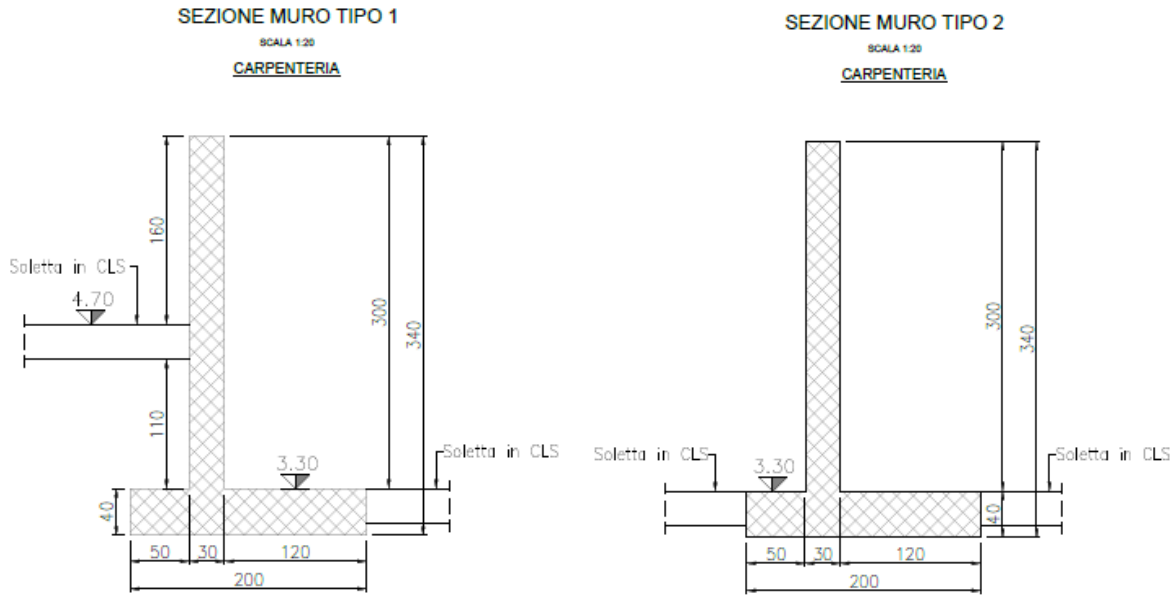


Figura 15-2. Sezioni muri di sostegno

Per quanto riguarda la platea del piazzale, è caratterizzata da uno spessore omogeneo di 40 cm, ad eccezione dellôarea interessata dalle bitte e dalle fondazioni su micropali, di spessore 80 cm.

Non essendo possibile identificare le condizioni e le caratteristiche strutturali della opera di banchinamento esistente, si è optato per la realizzazione di una struttura di banchina indipendente con proprio sistema di fondazioni profonde.

Si prevede lôesecuzione di una fondazione profonda su micropali. I micropali sono disposti su tre file, di cui le prime due lato mare sono costituite da micropali verticali di lunghezza 12 m (infissione 11.5 m), mentre la fila posteriore è costituita da micropali inclinati a 20° di lunghezza 18 m (infissione 17.5 m). Tutti i micropali hanno diametro di perforazione 300 mm e sono armati con un tubolare metallico di diametro 168.3 mm e spessore 12,5 mm. I pali sono intestati in un cordolo di collegamento di altezza 0.80 m e larghezza 3.00 m e sono caratterizzati da un interasse in direzione longitudinale (parallelamente alla banchina) di 1.0 m e interasse in direzione trasversale di 0.90 m. Il cordolo è risagomato lato mare per consentire il mantenimento dellôargine esistente, con una riduzione di spessore del cordolo a 40 cm negli ultimi 50 cm di cordolo in larghezza lato mare. Si riporta nella figura seguente la sezione trasversale del sistema di fondazione.

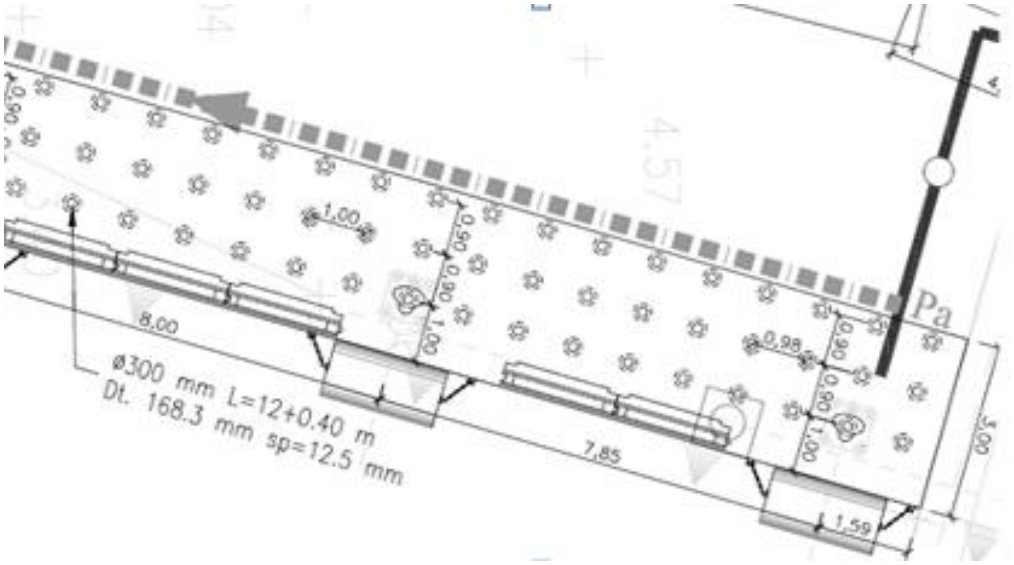


Figura 15-3. Stralcio planimetria interventi strutturali

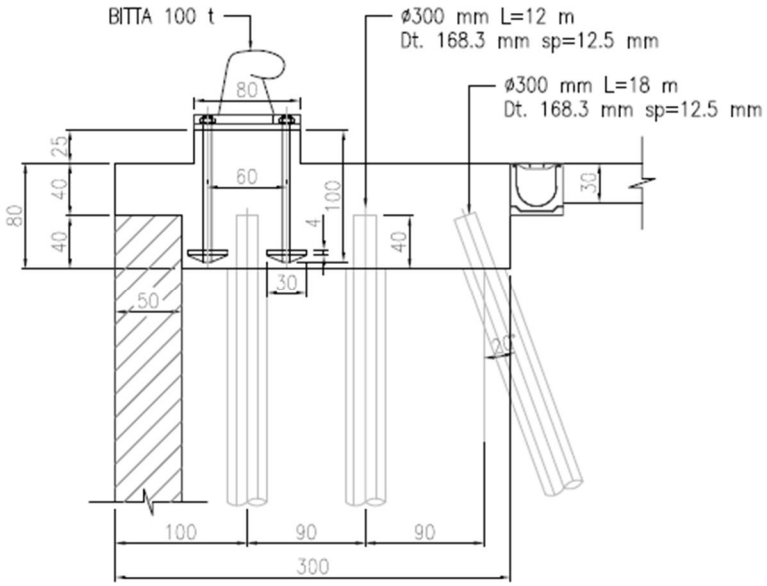


Figura 15-4. Sezione fondazione su micropali sistema di ormeggio

Il sistema di drenaggio dellôarea di cantiere è costituito da due allineamenti planimetricamente pressoché paralleli tra loro e alla linea di banchina, costituiti da canalette grigliate in calcestruzzo vibrato, una più prossima al t. Polcevera (ólato mareô) ed una più interna, di drenaggio della viabilità delimitata dal muro in c.a. longitudinale (ólato monteô); le griglie sono in ghisa sferoidale E600.

La linea ólato mareô è posata ad una distanza di 3 m dal filo banchina. Il tratto di monte (Pa-Pb) è realizzato con elementi avente larghezza interna in testa di 30 cm ed altezza interna pari a 30 cm. Le dimensioni esterne risultano pari a 399 mm x 395 mm.

La base della canaletta verrà rinfiancata con calcestruzzo C25/30 armato con rete elettrosaldata Φ8 maglia 15x15 cm.

Si riporta la tipologia di canaletta utilizzata.

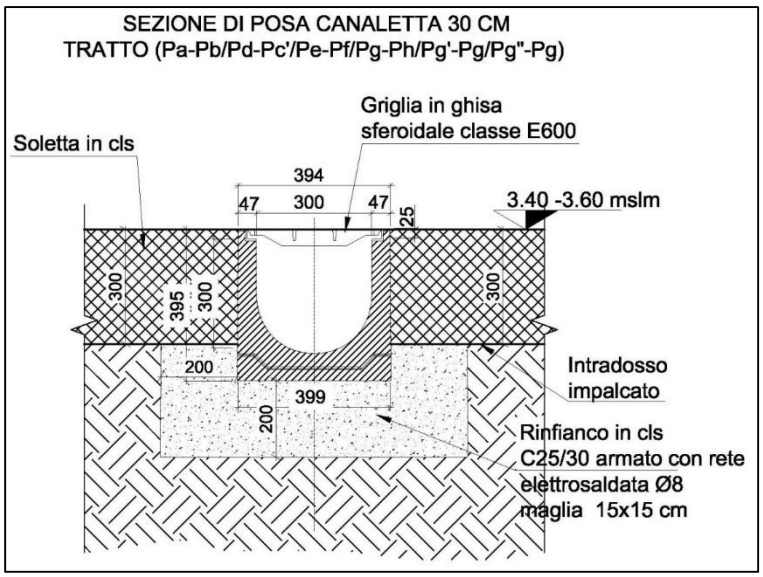


Figura 15.5 - Sezione di posa canaletta 30 cm

Il tratto Pb-Pc è realizzato con elementi avente larghezza interna in testa di 40 cm ed altezza, sempre interna, pari a 40 cm. Le dimensioni esterne risultano pari a 499 mm x 495 mm.

Anche in questo caso la base della canaletta verrà rinfiancata con calcestruzzo C25/30 armato con rete elettrosaldata Φ8 maglia 15x15 cm.

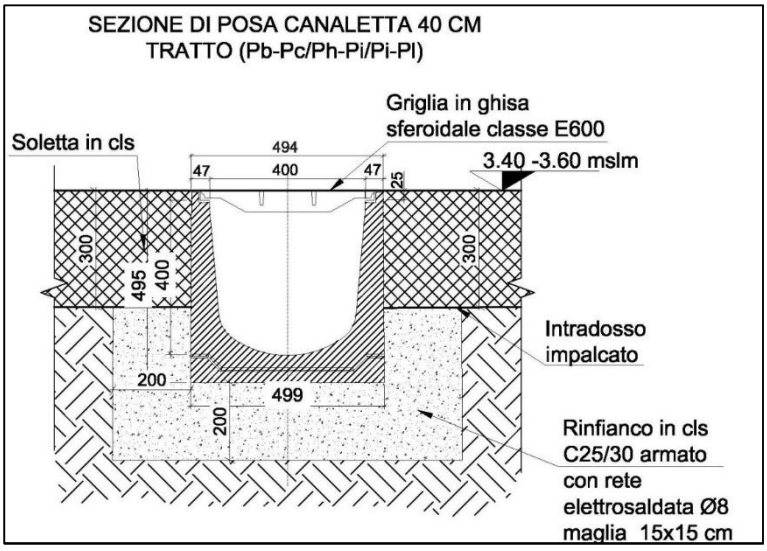


Figura 15.6 - Sezione di posa canaletta 40 cm

Le tratte Pc-Pcôe PcôPl sono realizzate con elementi avente larghezza interna in testa di 50 cm ed altezza interna di 50 cm. Le dimensioni esterne risultano pari a 620 mm x 625 mm.

Anche in questo caso la base della canaletta verrà rinfiancata con calcestruzzo C25/30 armato con rete elettrosaldata Φ8 maglia 15x15 cm.

Si riporta la tipologia di canaletta utilizzata.

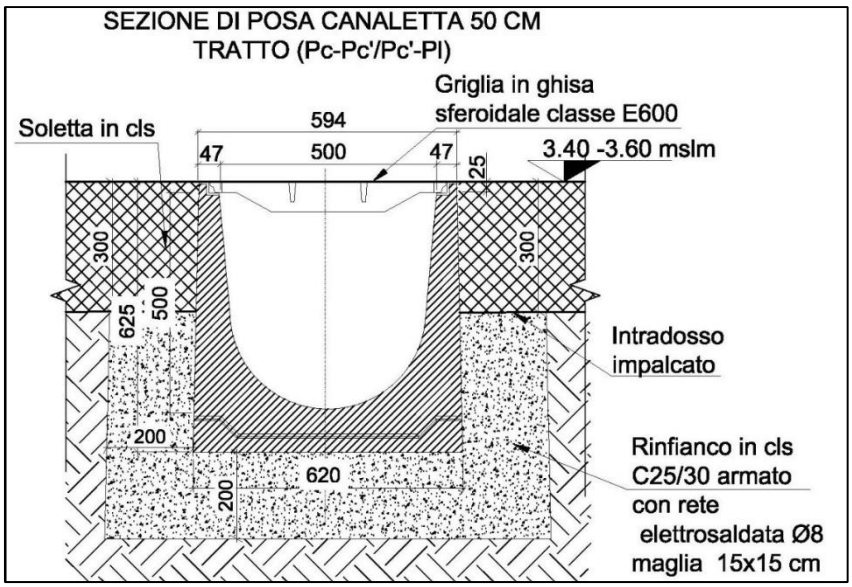


Figura 15.7 - Sezione di posa canaletta 50 cm

In corrispondenza del pozzetto Pcô la linea riceve il contributo di un tratto di canaletta proveniente dalla zona più a valle dellôarea di cantiere (tratto Pd-Pcô). Questo tratto è realizzato con canaletta da 30 cm.

La linea dôacqua lato monteôè posata a partire dallôarea di ingresso al cantiere, nella zona più a nord. Essa è costituita da un primo tratto (Pe-Pf) realizzato con canaletta alta 30 cm. In corrispondenza del pozzetto di salto Pf, la canaletta convoglia le acque allôinterno di una tubazione in PEAD SN8 De 315 che si sviluppa al di sotto della rampa, sino al pozzetto Pg.

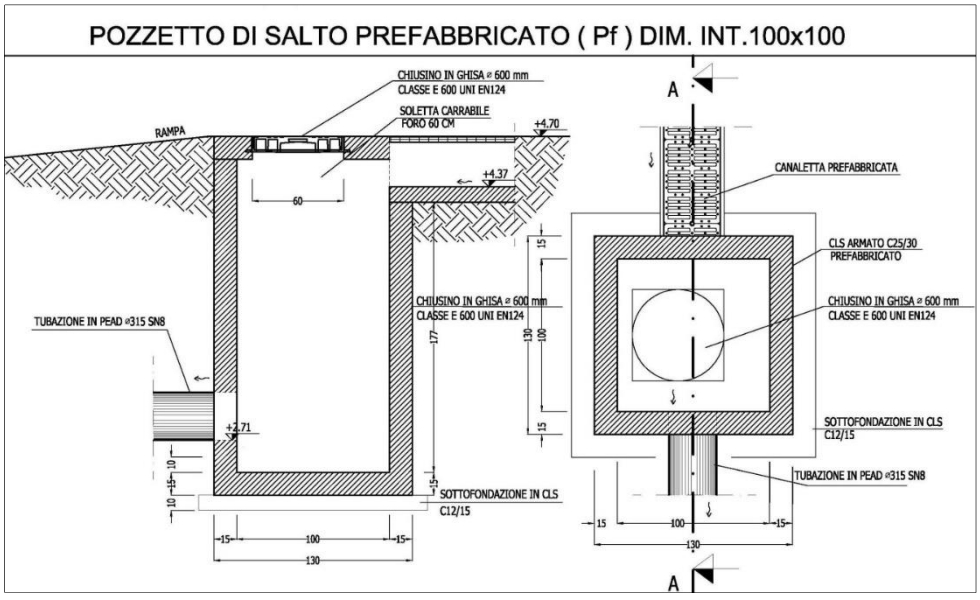


Figura 15.8 - Pozzetto di salto Pf

Questo riceve due contributi di due tratti di canalette da 30 cm posti alla base della rampa (tratti Pgô Pg e Pgôô Pg).

Infine, in uscita dal pozzetto Pg, il sistema di smaltimento è rappresentato da canalette grigliate alte 30 cm nel tratto Pg-Ph e 40 cm nel tratto Ph-Pl.

Le due linee di smaltimento principali descritte in precedenza convogliano le acque al pozzetto Pl, in uscita dal quale si sviluppa un breve tratto di tubazione in PEAD SN8 De 500 che convoglia le acque pozzetto scolmatore Pm, realizzato in c.a. ed avente dimensioni interne 150 cm x 150 cm.

Le acque di prima pioggia verranno inviate al trattamento tramite una tubazione in PEAD SN8 De 500 mm. Quelle di seconda pioggia, invece, verranno scaricate direttamente in mare.

Le acque meteoriche raccolte dal sistema costituito da canalette e tubazioni, descritto in precedenza, saranno convogliate nellôimpianto di trattamento delle acque di prima pioggia costituito, come descritto di seguito, da una fase di accumulo e sedimentazione e da una fase di disoleazione. A monte dellôimpianto è posto un pozzetto separatore, in c.a prefabbricato, in grado di separare la quota parte eccedente alla prima pioggia che verrà recapitata direttamente allo scarico finale.

Allôinizio della precipitazione, le acque meteoriche di dilavamento che si immettono nel pozzetto separatore defluiscono nella vasca di accumulo, inizialmente vuota, attraverso la tubazione di comunicazione. Durante la precipitazione la vasca si riempie fino al livello massimo, raggiunto il quale un galleggiate chiude la tubazione.

Da questo momento, le acque risultanti delle piogge successive (superiori allôaltezza di pioggia di 20 mm), vengono convogliate nella tubazione di scarico di seconda pioggia.

La vasca di accumulo è dotata di una pompa di svuotamento con interruttore di livello. Si ipotizza di svuotare le vasche di sedimentazione nellôarco di 24 ore.

Il quadro elettrico è attrezzato per il comando ed il controllo della pompa di svuotamento. Sul collettore a valle del disoleatore è stato previsto un pozzetto di ispezione per prelievo campioni.

Lôimpianto è costituito da due vasche monoblocco poste in parallelo nelle quali avviene la sedimentazione. Le acque di prima pioggia vengono accumulate nella vasca e separate dalle successive di seconda pioggia, tramite la chiusura della valvola meccanica posta sulla tubazione dôingresso.

Già in questa fase, grazie agli ampi tempi di residenza, avviene per gravità la separazione degli inquinanti di peso specifico diverso da quello dellôacqua.

In particolare le due vasche di accumulo sono realizzate con elementi prefabbricati in calcestruzzo armato vibrato, a perfetta tenuta idraulica, ad alte caratteristiche di resistenza (C50/60) e di esposizione (XA2). Le vasche presentano dimensioni in pianta pari a 2.50 x 7.20 ed una altezza di 2.67 m. Allôingresso di ciascuna vasca è presente una valvola a galleggiante in acciaio INOX per la chiusura dellôalimentazione del sistema al raggiungimento del massimo volume accumulabile.

Le vasche presentano un rivestimento protettivo bituminoso esterno in modo da proteggere le strutture dallôaggressione dellôacqua marina.

Il sollevamento viene realizzato con elettropompa sommersa monofase, avente potenza nominale inferiore a 0,55 kW, dotata di 2 elettrolivelli (avvio ed arresto) e tubo di mandata in PEAD.

Ciascuna vasca è provvista di soletta carrabile ed i chiusini di ispezione sono previsti in ghisa sferoidale E600. Ciascuna vasca andrà posizionata su sottofondo di calcestruzzo e sabbia a perfetto livello.

Nellôarco di 24 ore, il volume accumulato viene trasferito per mezzo di unôelettropompa sommergibile nel vano di disoleazione (separatore liquidi leggeri). In questo stadio le eventuali tracce di sostanze oleose ancora flottanti attraversano un filtro a coalescenza, atto a trattenerle. Sulla tubazione di uscita è inserito un dispositivo di chiusura automatica a galleggiante che, attivato da un eccessivo livello di liquido leggero presente in superficie, può chiudere lo scarico, impedendo la fuoriuscita del liquido leggero.

Come detto in precedenza la portata è convogliata allôinterno di una seconda vasca progettata per la disoleazione di acque meteoriche inquinate da oli minerali. Il sistema è dimensionato e realizzato

secondo norme EN 858. Lôimpianto è dotato di una speciale barriera filtrante che garantisce la ricomposizione delle più minute particelle di olio flottanti che potrebbero, per la loro microscopica dimensione, sfuggire allôeffetto gravitazionale. La barriera filtrante compie così un effetto coalescente, aggregando e facendo emergere in tal modo le particelle.

Il disoleatore è realizzato in vasca monolitica, cilindrica, in calcestruzzo armato vibrato, a perfetta tenuta idraulica. La vasca presenta diametro Φ pari a 1.48 m ed altezza di 2.06 m.

Il manufatto è completo di deflettori di flusso in entrata ed uscita, dispositivo di chiusura a galleggiante al raggiungimento del massimo quantitativo nominale di olio accumulabile, barriera filtrante a coalescenza, sonda per la segnalazione del massimo livello dôolio accumulato e dispositivo di estrazione dellôolio (opzionali).

La vasca è provvista di soletta carrabile ad automezzi pesanti ed i chiusini di ispezione sono previsti in ghisa sferoidale E600. La vasca andrà posizionata su sottofondo di calcestruzzo e sabbia a perfetto livello.

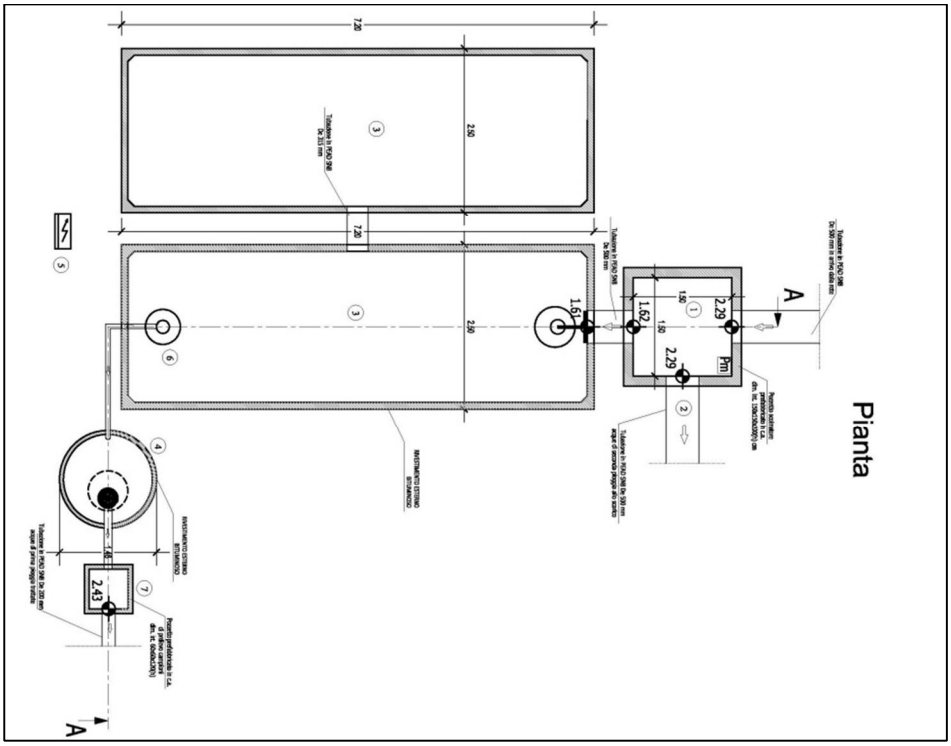


Figura 15.9 - Impianto di trattamento acque - pianta

15.3 PRINCIPALI INTERFERENZE ESTERNE AL CANTIERE

La tipologia delle opere a progetto ed il contesto in cui esse ricadono comportano interferenze significative principalmente con i traffici aeroportuali e marittimi.

Le misure indicate nelle successive Sezioni per la gestione di tali interferenze sono state discusse e concordate con gli Enti Competenti nel corso delle riunioni intercorse in fase progettuale.

Poiché gli stessi Enti hanno manifestato la necessità di poter modificare temporaneamente tali misure per la gestione di situazioni eccezionali, è comunque necessario prevedere, oltre alle specifiche procedure di monitoraggio, comunicazione, segnalamento e manovra dettagliate in fase progettuale anche specifici momenti di aggiornamento e integrazione durante lôesecuzione delle opere, sulla base di quanto recepito progressivamente in termini di vincoli e prescrizioni impartite

dagli Enti competenti (Autorità Portuale, Capitaneria di Porto, Ente Nazionale Aviazione Civile, Protezione Civile, altri Enti Gestori).

Analogamente tale coordinamento dovrà essere effettuato con gli Enti titolari delle aree in cui sarà installato il futuro Cantiere Industriale, soprattutto in merito ai vincoli di accesso e di viabilità interna che consentono di raggiungere su strada lôarea di cantiere.

Inoltre, lo svolgimento di lavori eseguiti in mare comporta il rispetto di specifiche procedure e misure di sicurezza legate alla valutazione delle condizioni meteo marine, per rispettiva competenza, da parte di tutti i soggetti interessati nellôesecuzione delle opere (Responsabili delle Imprese, Coordinatore della Sicurezza, Responsabile dei Lavori, etc.).

15.4 CANTIERE INDUSTRIALE (AREE CI04A E CI04C)

CANTIERE INDUSTRIALE (AREE CI04A E CI04C) OPERE A MARE				
Durata complessiva (gg)	**Superficie complessiva (mq)**	**Elenco tipologia apprestamenti**	**Elenco tipologia dei mezzi operativi impiegati per turno lavorativo**	**N° medio del personale impiegato per turno lavorativo**
1611 giorni (primo Stralcio)	Circa 6.075 mq complessivi	• Guardiola di ingresso cantiere con bagno; • Parcheggi autovetture; • Aree di sosta mezzi di cantiere; • Box Uffici di Cantiere; • Box Locali Spogliatoio / WC / Ricovero; • Locali Servizi igienici; • Locali Ricovero/Ristoro; • Punto di incontro emergenza 118; • Box magazzino attrezzature e materiali per il cantiere; • Container rifiuti; • Serbatoi Acqua Sanitaria; • Serbatoi acqua industriale per impianti; • Impianti di sedimentazione e disoleazione acque meteoriche; (interrati); • Vasca per lavaggio canale autobetoniere; • Pesa a ponte; • Guardiola multi lotto promiscua con bagno; • Zona lavaggio ruote; • Impianti di depurazione; • Impianti fissi per bagnatura inerti sopra i muri.	• Pontoni ormeggiati alla banchina per carico mezzi natanti; • Autogrù; • Carrello a braccio Telescopico; • Carrello Industriale Semovente (ñMulettoò); • Escavatore con cingoli; • Mezzi operativi impiegati nel cantiere a mare (si vedano schede delle varie fasi di lavoro), ormeggiati nello specchio dôacqua antistante CI004.	10

Trattasi di una prima porzione dôarea del Cantiere Industriale CI004, previsto allôinterno del progetto globale a servizio delle fasi di caratterizzazione e trattamento dello smarino proveniente dagli scavi.

Lôarea principale del Cantiere Industriale sarà ubicata in corrispondenza della banchina in sponda destra della foce del Torrente Polcevera (Area CI04A, circa 3.325 mq ï Vd. tavole CAP0100 ñInquadramento generale Aree di Cantiere e di Interventoò e CAP0101 ñCI04A: Campo Industriale Opere di Conterminazioneò).

La pavimentazione dellôArea CI04A è rappresentata da una soletta in calcestruzzo di spessore 40 cm, approfondita in corrispondenza della fondazione di un muro di contenimento (altezza 300 cm) parallelo alla banchina, concepito come delimitazione dellôarea di stoccaggio e come separazione con la viabilità. Il muro prevede due interruzioni da 15 metri, così da rendere la gestione delle aree e degli stoccaggi più flessibile in funzione delle diverse fasi operative.

La circolazione a doppio senso, compresa in una striscia di larghezza minima di circa 4 m tra il suddetto muro e la recinzione in new jersey e rete rossa a confine con lôasta di manovra ILVA, prevede unôarea di manovra sul confine Sud dellôArea, in corrispondenza del varco mobile previsto per lôimbarco e lo sbarco di materiali e attrezzature.

Ad eccezione dellôarea dove viene installato tale varco mobile, lungo lo sviluppo della banchina è prevista lôinstallazione di New Jersey bordo ponte a protezione della caduta in mare di Personale e attrezzature.

Questi New Jersey bordo ponte saranno arretrati in corrispondenza dei punti di ormeggio predisposti lungo la banchina, per ciascuno dei quali è prevista la realizzazione di un sistema di fondazioni profonde (micropali) tale da garantire lôequilibrio dei tiri durante la fase di ormeggio dei natanti.

Le aree di stoccaggio materiale e, conseguentemente, lôoperatività del cantiere potranno essere incrementate mediante lôormeggio di due pontoni lungo la banchina, dai quali caricare direttamente i mezzi natanti diretti alle aree operative.

Il raccordo con lôasta di manovra ILVA avverrà mediante un raccordo in pendenza, già predisposto alla quota dello stabilizzato al momento dellôinizio dei lavori, da impermeabilizzare e da asfaltare con un pacchetto di 10 cm di binder e 5 cm di strato di usura.

Due cancelli collegheranno lôArea CI04A con unôArea esterna allôAppalto (Area CI04B) da cui, a partire dal settimo mese, lôAppaltatore avrà accesso per il prelievo di materiale da utilizzarsi per il riempimento dei cassoni.

Questo materiale, proveniente dagli scavi operati in altri cantieri allestiti per la realizzazione della Gronda, saranno conferiti allôinterno del materiale da Imprese esterne allôappalto, gestite dalla Committente. Le future interferenze, in termini di accessi comuni e utilizzo comune delle aree, saranno gestite in sede di redazione dei rispettivi Piani di Sicurezza e Coordinamento, per quanto di rispettiva competenza.

LôAppalto disporrà inoltre di due aree minori non contigue allôArea CI04A (Codice CI04C, rispettivamente di circa 2.350 mq e 400 mq), asfaltate e recintate con rete metallica sorretta da paletti in ferro. Anche in questo caso, lôArea, già completata da altra Impresa fino alla quota del misto stabilizzato, dovrà essere impermeabilizzata e asfaltata con un pacchetto di 10 cm di binder e 5 cm di strato di usura.

Oltre alle operazioni preliminari di fresatura delle superfici esistenti e di realizzazione dello strato di misto stabilizzato, anche tutte le opere di smantellamento e ripristino delle condizioni ante-operam saranno oggetto di altro Appalto.

Tali aree sono ubicate nel contesto siderurgico dellôILVA e sono attualmente oggetto di una profonda revisione incentrata sulla dismissione dellôattività siderurgica a caldo. Lungo la banchina, nella parte più a Sud, sono installate le gru di banchina utilizzate per lôapprovvigionamento del materiale siderurgico.

Il Cantiere è raggiungibile dalla viabilità urbana in corrispondenza degli innesti della viabilità portuale con Via Giovanni dôAcri nel quartiere di Cornigliano, in posizione pressoché baricentrica rispetto ai caselli autostradali di Genova Aeroporto e Genova Ovest.

Le attività eseguite allôinterno del Cantiere Industriale CI004 sono compatibili con i vincoli aeroportuali dettati dallôñObstacle Free Zoneò e delle Superfici di Transizione dellôAeroporto di Genova in quanto sono ivi consentite altezze operative superiori a 47 m dal suolo (Vd. tavole CAP0100 ñInquadramento generale Aree di Cantiere e di Interventoò e CAP0101 ñCI04A. Campo Industriale Opere di Conterminazioneò).

Trovandosi le Aree CI04A e CI04C comunque in prossimità dellôAeroporto, lôincremento di volatili dovrà essere evitato da parte dellôAppaltatore mediante apposita procedura di allontanamento giornaliero dei rifiuti organici prodotti.

Le interferenze marittime legate alle attività di trasporto via mare dal CI004 saranno regolamentate secondo le vigenti disposizioni in ambito portuale.

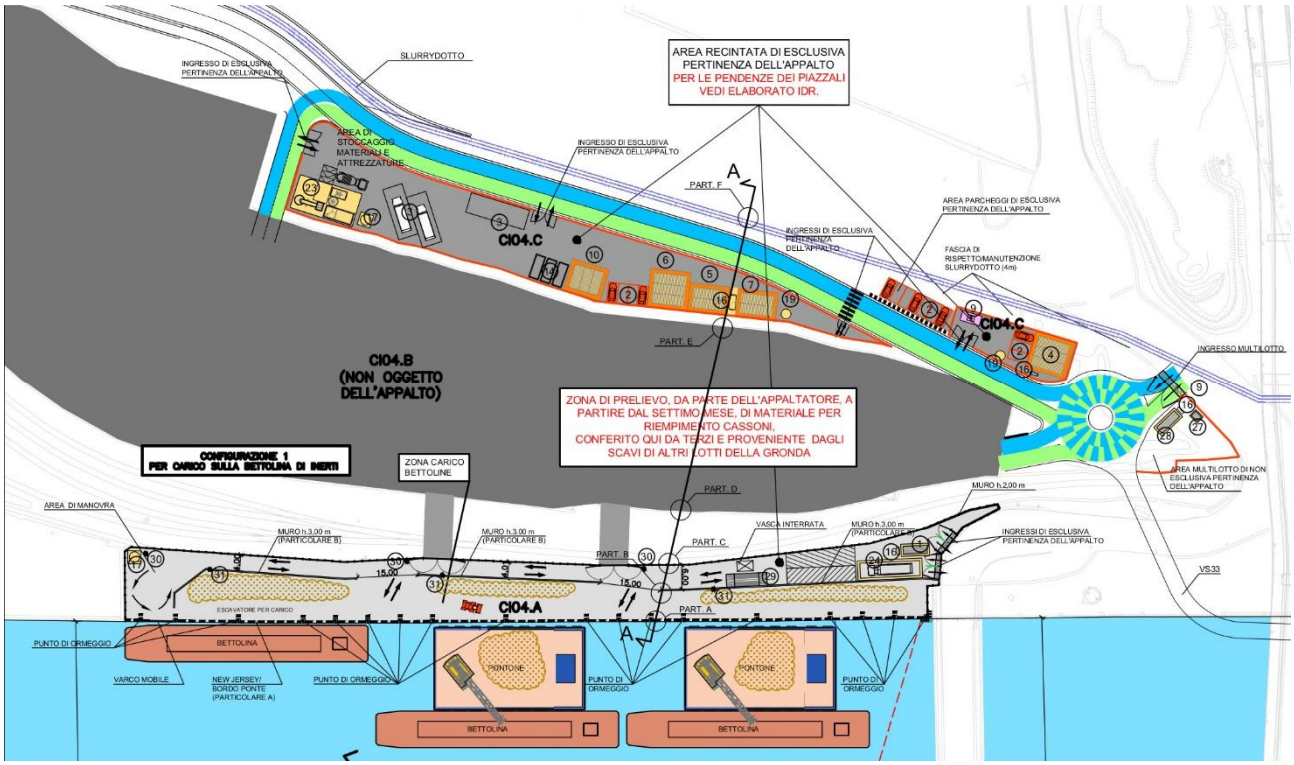


Figura 15-10. Particolare tavola CAP0100 - Area CI004

Le principali attività previste allôinterno di questo Cantiere Industriale, per la durata del Lotto 5, saranno pertanto le seguenti:

- Gestione a terra dei cumuli e carico a bordo dei pontoni e delle bettoline del materiale utilizzato per la realizzazione dello scavo di imbasamento mediante pontoni mantenuti attraccati allôarea di banchina del Cantiere Industriale CI004;
- Movimentazione e stoccaggio a terra dei materiali propedeutici alle attività mediante movimentatore (carrello) telescopico e autogrù (rotoli di tessuto non tessuto, corpi morti necessari alla stesa e ad affondamento, ferri di armatura, etc.);
- Operazioni di carico a bordo dei materiali e delle attrezzature sui mezzi natanti mediante pontoni mantenuti attraccati allôarea di banchina del Cantiere Industriale CI004;

- Attracco di partenza per i mezzi natanti impiegati nel cantiere a mare:
  - Bettoline, munite di apprestamenti igienici, che salperanno dal CI004 per il trasporto e la stesa del materiale granulare e per tutte le attività di assistenza e supporto a mare. Esse sono in sostanza natanti a fondo apribile, di prevedibile lunghezza tra 30 e 60 m e portata da 150 t a 400 t, pescaggio a pieno carico tra 1,50 m e 3,00 m, semoventi;
  - Pontoni con autogru, che salperanno dal CI004 per le varie Macrofasi di lavoro;
  - Pilotine, che salperanno dal CI004 a supporto delle squadre di sommozzatori impiegate durante le varie Macrofasi di lavoro.

15.5 AREA DI INTERVENTO A MARE

Allôinterno dellôArea di Intervento a mare sono realizzate le opere del Lotto 5. Trattasi prevalentemente della porzione a mare ricadente tra la pista aeroportuale a Nord e la diga foranea a Sud, per lôintero sviluppo dei cassoni.

Lôarea di intervento è quindi ubicata allôinterno di una zona interferente con il traffico aereo del limitrofo Aeroporto e quello marittimo del limitrofo canale di navigazione, ubicato a Nord della diga foranea (Vd. Tavole 1 e 2).

Durante la fase di realizzazione dello scanno di imbasamento, lôarea operativa sarà raggiunta dai mezzi provenienti dal Cantiere Industriale (CI004).

La costruzione dellôopera a mare richiede la presenza, nel canale di calma, di mezzi marittimi diversi a seconda delle operazioni di cantiere previste.

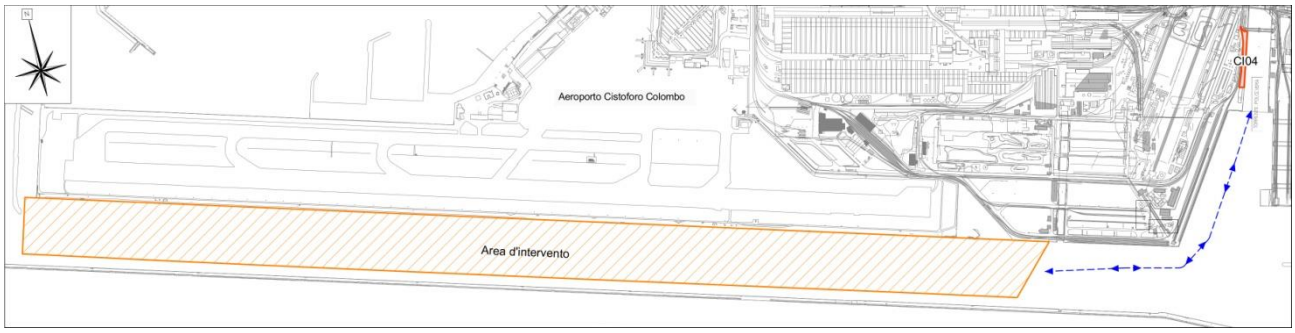


Figura 15-11. Particolare tavola CAP0100 - Area di intervento a mare

Le fasi costruttive ricadenti nellôArea di Intervento interferiscono con il tratto navigabile del canale di calma, dove diventa necessaria una riduzione dellôampiezza del tratto navigabile in funzione della specifica sottofase di lavoro.

Gli elaborati a corredo del presente documento riportano le aree operative di cui necessitano le sottofasi del cantiere a mare, i mezzi operativi impiegati e le conseguenti interferenze con il vincolo aeroportuale e il canale di navigazione.

Nel corso della costruzione delle opere a mare, il canale sarà sottoposto a parziali restringimenti a margine dellôeffettiva area operativa a servizio del corpo dôopera in fase di realizzazione.

Il restringimento del canale di navigazione comporta pertanto tratti in regime di traffico alternato.

Tali misure, indicate nelle successive Sezioni, sono state discusse e concordate con gli Enti Competenti nel corso delle riunioni intercorse in fase progettuale: la larghezza effettiva del canale di navigazione dovrà comunque essere definita in accordo con la Capitaneria di Porto, che emetterà

apposita Ordinanza in corso dôopera definendo i limiti alla navigazione e le procedure di sicurezza che dovranno essere messe in opera, quali ad esempio lôutilizzo di boe di segnalazione, di ausili luminosi, limitazioni al traffico dei natanti.

Per quanto riguarda lôattività aeroportuale lôArea di Intervento ricade per il suo intero ingombro allôinterno dellôñ*Obstacle Free Zone*ò dellôAeroporto e delle ñ*Superfici di Transizione*ò, comportando significative interferenze. I mezzi operativi dovranno pertanto rispettare rigorosamente i vincoli aeroportuali relativi allo spazio aereo circostante.

Saranno rispettati gli spazi di sicurezza per il decollo ed atterraggio degli aerei, organizzando il cantiere in modo tale da eseguire in assenza di traffico le lavorazioni che ricadono in detto spazio (Vd. Tavola CAP0100 ñAree di Cantiere e di Intervento ï Inquadramento Generaleò).

Le modalità operative definite per il cantiere sono calibrate con lôobiettivo di rispettare rigorosamente i suddetti limiti.

Qualora in fase realizzativa dovessero rendersi necessarie modalità esecutive differenti con altezze operative maggiori di quelle imposte dal vincolo aeroportuale, ENAC dovrà preventivamente dare la propria autorizzazione.

ENAC valuterà richieste di deroga solo se supportate da Risk Assessment quantitativi mediante opportuna procedura:

- ICAO Collision Risk Model (CRM) for ILS Operations per il calcolo quantitativo del rischio di collisione di un aeromobile con qualsiasi tipo di ostacolo, durante la fase di atterraggio ed eventuale mancato avvicinamento per gli avvicinamenti di precisione;
- ACRP (Airport Cooperative Research Program) RSARA e LRSARA per il calcolo quantitativo del rischio di collisione di un aeromobile che sia soggetto a overrun, undershoot e veer-off con manufatti presenti nelle aree di sicurezza associate alla pista di volo.

Costituisce interferenza con le attività di cantiere anche la strumentazione di terra dellôAeroporto, come emerso durante lôesecuzione dei sondaggi ante-operam.

La valutazione delle interferenze tra le superfici "BRA" relative a ciascuna strumentazione presente lungo la conterminazione e le attrezzature utilizzate dovrà essere effettuata dall'Appaltatore.

Prima dellôinizio della fase di costruzione, verranno effettuati incontri specifici con ENAC (Ente Nazionale dellôAviazione Civile), ente responsabile della strumentazione, ed ENAV al fine di ottenere indicazioni e vincoli operativi.

Le modalità operative delle varie fasi di lavoro che costituiscono le già citate Macrofasi del Lotto 5 sono rappresentate negli elaborati grafici allegati al presente documento, allôinterno dei quali sono anche individuate per ogni fase, oltre allôindicazione della sua durata:

- le aree operative occupate, i vincoli e le interferenze esterne presenti (limitazioni altezze per cono aeroportuale ñOFZò e ñSuperfici di transizioneò, presenza del canale di navigazione, etc.);
- gli aspetti logistici (stoccaggio temporaneo a mare di un numero limitato di cassoni in attesa della relativa posa, posizionamento mezzi operativi, etc.);
- gli aspetti organizzativi (numero personale e mezzi impiegati).

16 MONITORAGGIO DURANTE LA FASE DI COSTRUZIONE

Visti i fenomeni di cedimento che si manifestano sulle opere di conterminazione e sugli argini durante la fase di posa in opera dei cassoni e di riempimento delle vasche, si dovrà porre in atto durante la costruzione un adeguato piano di monitoraggio.
Nel caso delle opere di conterminazione e degli argini tale monitoraggio potrà essere suddiviso in tre attività principali:

- Monitoraggio geotecnico;
- Monitoraggio topografico;
- Monitoraggio morfobatimetrico.

Il monitoraggio geotecnico è volto a verificare la corretta efficacia del trattamento di vibroflottazione lungo lo sviluppo, sia dellôopera di conterminazione, sia lungo gli argini trasversali delle vasche W1 e W2. Preliminarmente allôesecuzione del trattamento di vibroflottazione il progetto prevede lôesecuzione di quattro campi prova secondo quanto previsto dallôelaborato APE0098. Tali campi prova prevedono lôesecuzione di prove CPT (da eseguirsi in accordo alla normativa tecnica ASTM D 3441 ï 94) prima e dopo lôesecuzione del trattamento di vibroflottazione.

Al fine di verificare ulteriormente il miglioramento apportato al terreno di fondazione delle opere e la congruità con il modello di calcolo geotecnico adottato nelle verifiche, si prevede lôesecuzione di prove CPT lungo lo sviluppo dellôarea interessata da miglioramento. Tali prove CPT saranno eseguite sino ad una profondità di 4 m da fondale e saranno ubicate con il seguente intervallo:

- Opere di Conterminazione Lato Sud: intervallo ogni 150m;
- Opere di Conterminazione Lato Est e Ovest: intervallo ogni 50m;
- Argini Vasca W1 e Rio Secco: intervallo ogni 50m;
- Argini Vasca W2: intervallo ogni 50m.

Lôobiettivo del monitoraggio topografico è quello di monitorare i cedimenti delle opere marittime a seguito della loro posa in opera sullo scanno dôimbasamento ed analizzarne il comportamento durante le fasi di riempimento delle vasche di colmata poste a tergo delle stesse.

La determinazione dei valori attesi del cedimento è stata effettuata mediante le analisi descritte e commentate nei documenti APE0009, APE0066, APE0074.

La seguente tabella analizza i cedimenti che si verificano in corrispondenza di alcuni tratti dellôOpera a Mare, per le geometrie di opere marittime più significative e per le principali fasi di costruzione.

Tabella 16.1 ï Intervallo dei cedimenti atteso Cassoni Cellulari Opere di Conterminazione

SEZ.	CASSONE	FASI LAVORATIVE	INTERVALLO CEDIMENTO (cm)	
			MIN	MAX
D-D	A	POSA SCANNO IMBASAMENTO	2.1	3.9
		POSA CASSONE e RIEMPIMENTO CELLE	9.2	17
		RIEMPIMENTO VASCA	2.6	4.8
D-D	A1	POSA SCANNO IMBASAMENTO	2.2	4.1
		POSA CASSONE e RIEMPIMENTO CELLE	11.5	21.6
		RIEMPIMENTO VASCA	2.3	4.3
F-F	B	POSA SCANNO IMBASAMENTO	1.7	3.6
		POSA CASSONE e RIEMPIMENTO CELLE	6.9	14.9
		RIEMPIMENTO VASCA	2.1	4.5
G-G	B	POSA SCANNO IMBASAMENTO	1.3	2.4
		POSA CASSONE e RIEMPIMENTO CELLE	6.6	12.3
		RIEMPIMENTO VASCA	2	3.7
I-I	C	POSA SCANNO IMBASAMENTO	1.9	4.1
		POSA CASSONE e RIEMPIMENTO CELLE	6.4	13.8
		RIEMPIMENTO VASCA	1.9	4.1
L-L	D	POSA SCANNO IMBASAMENTO	2.7	4.6
		POSA CASSONE e RIEMPIMENTO CELLE	9.4	15.8
		RIEMPIMENTO VASCA	2.8	4.8
L-L	E/E1	POSA SCANNO IMBASAMENTO	2.4	3.8
		POSA CASSONE e RIEMPIMENTO CELLE	7.9	12.7
		RIEMPIMENTO VASCA	3.1	5.7
L-L	MASSI	POSA SCANNO IMBASAMENTO	2.4	3.7
		POSA CASSONE e RIEMPIMENTO CELLE	10.5	16.4
		RIEMPIMENTO VASCA	0.8	2.6
A-A	L	POSA SCANNO IMBASAMENTO	1.8	2.8
		POSA CASSONE e RIEMPIMENTO CELLE	7.2	11.7
		RIEMPIMENTO VASCA	5.8	9.2
A-A	L	POSA SCANNO IMBASAMENTO	2	3.2
		POSA CASSONE e RIEMPIMENTO CELLE	7.7	12.5
		RIEMPIMENTO VASCA	2.3	3.7

Tabella 16.2 ï Intervallo dei cedimenti atteso Cassoni Cellulari Argini Vasche W1 e W2

SEZ.	CASSONE	FASI LAVORATIVE	INTERVALLO CEDIMENTO (cm)	
			min	max
A-A	L	POSA SCANNO IMBASAMENTO	1.8	2.8
		POSA CASSONE e RIEMPIMENTO CELLE	7.2	11.7
		RIEMPIMENTO VASCA	5.8	9.2
SEZ.	**CASSONE**	**FASI LAVORATIVE**	**INTERVALLO CEDIMENTO (cm)**	
A-A	F	POSA SCANNO IMBASAMENTO	2	3.2
		POSA CASSONE e RIEMPIMENTO CELLE	7.7	12.5
		RIEMPIMENTO VASCA	2.3	3.7

Tabella 16.3 ï Intervallo dei cedimenti atteso Massi di Serraglia

SEZ.	CASSONE	FASI LAVORATIVE	INTERVALLO CEDIMENTO (cm)	
			min	max
L-L	MASSI	POSA SCANNO IMBASAMENTO	2.4	3.7
		POSA CASSONE e RIEMPIMENTO CELLE	10.5	16.4
		RIEMPIMENTO VASCA	0.8	2.6

Al fine di avere un piano di monitoraggio adeguato al rilievo delle tre componenti di spostamento del un singolo punto monitorato, si predispone lôutilizzo di un sistema di acquisizione mediante l mediante tecniche combinate di rilievo topografico satellitare (GPS) e classico con stazione totale (TS).

Si prevedono tre fasi distinte di monitoraggio topografico:

- Prima Fase: Installazione di capisaldi di riferimento sulle aree terrestri limitrofe allôarea di cantiere, mediante lôutilizzo di strumentazione topografica con GPS in modalità RTK;
- Seconda Fase: Avvio delle attività di monitoraggio topografico mediante lôutilizzo di stazione totale (TS), posizionata sui capisaldi e di punti di monitoraggio materializzati mediante lôutilizzo di piastre metalliche sulla sommità del cassone, ubicata fuori dal livello medio mare;
- Terza Fase: Attività di monitoraggio svolta direttamente con del GPS in modalità RTK (Real Time Kinematic) con lôutilizzo di ricevitori a doppia frequenza di ultima generazione. In tale fase è possibile rilevare il punto, stazionando direttamente sullo stesso per pochi secondi.

Il monitoraggio morfobatimetrico viene eseguito mediante:

- Rilievo batimetrico con sistema multibeam
- Rilievo sub bottom profiler

Lôobiettivo del monitoraggio batimetrico con sistema multibeam è quello di ottenere un quadro complessivo dei movimenti (cedimenti) relativamente:

- al fondale a seguito della realizzazione del trattamento di vibroflottazione;
- allo scanno dôimbasamento a segui della realizzazione dello stesso.

La frequenza di misura da adottarsi è la seguente:

- 1 misura che interessa lôarea di fondale interessata da miglioramento, dopo lôesecuzione del trattamento di vibroflottazione;
- 1 misura dopo la realizzazione dello scanno, per tutta lôestensione planimetrica dello scanno;

- 1 misura prima della posa sullo scanno del cassone cellulare o del masso di serraglia, per tutta lôestensione dello scanno;
- 1 misura sulla porzione lato mare dello scanno dôimbasamento, preliminarmente alla posa della scogliera di protezione.

Il rilievo mediante sub bottom profiler è propedeutico alla verifica della profondità a cui è stato eseguito il trattamento di miglioramento del fondale, mediante vibroflottazione.

La frequenza di misura da adottarsi è la seguente:

- 1 misura che interessa lôarea di fondale interessata da miglioramento, dopo lôesecuzione del trattamento di vibroflottazione;

Si dovrà realizzare un profilo longitudinale allôarea di trattamento e dei profili trasversali con interasse di 100 m.

17 CONFRONTO TRA PROGETTO DEFINITIVO ED ESECUTIVO

Fatto salvo lôinvarianza plano-altimetrica del Progetto Esecutivo delle opere del Lotto 5, rispetto a quanto descritto nel Progetto Definitivo, sono state introdotte alcune modifiche, finalizzate alla risoluzione di aspetti di dettaglio non affrontati nella precedente fase progettuale e allôottimizzazione della fase di realizzazione dellôopera.

Le modifiche tecniche introdotte riguardano principalmente i seguenti corpi dôopera:

- Scanno dôimbasamento: introduzione della soluzione che prevede il miglioramento del terreno di fondazione. Il Progetto Definitivo provvedeva a gestire i cedimenti, che le opere di conterminazione e gli argini subivano, nelle fasi costruttiva ed in quella di esercizio, mediante una rimonta (di entità pari al valore del cedimento) dello scanno dôimbasamento. Il Progetto Definitivo prevedeva inoltre la stesa di un geotessile tessuto non tessuto di separazione tra fondale e materiale costituente lo scanno.

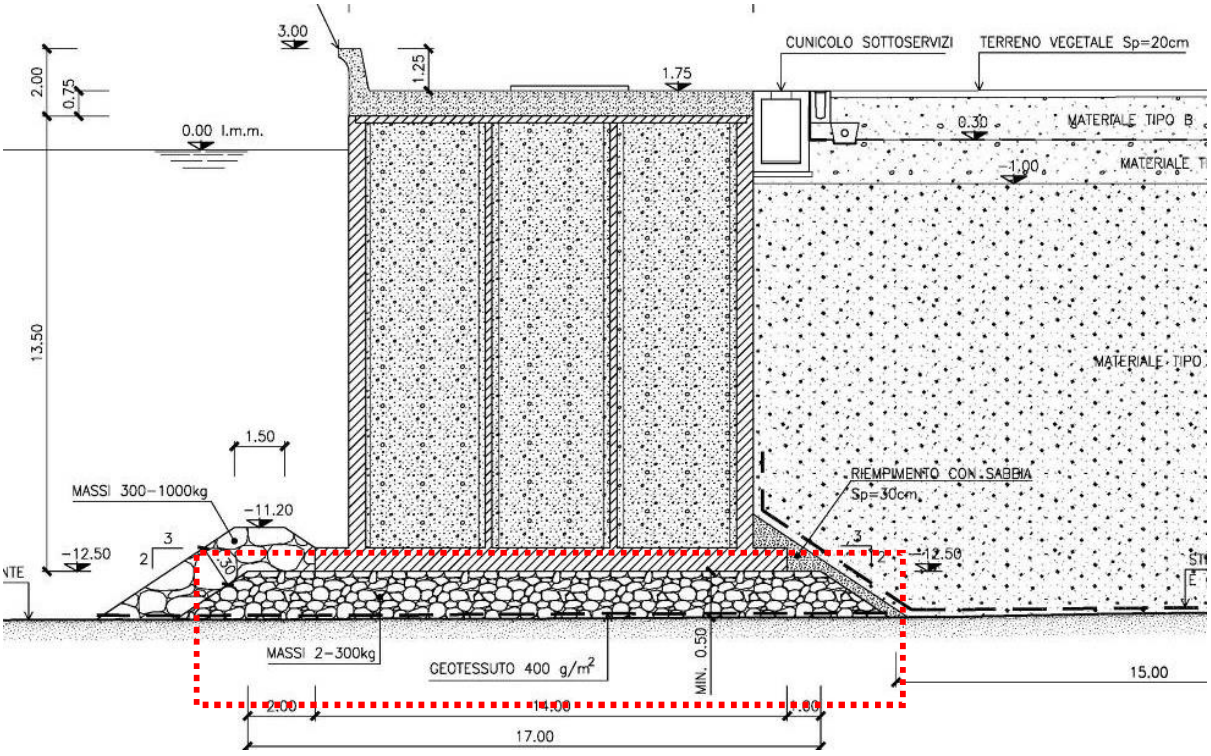


Figura 17-1. Sezione tipologica dello scanno dôimbasamento Progetto Definitivo

La soluzione di Progetto Esecutivo, prevede di ridurre lôentità dei cedimenti e quindi anche la entità della rimonta sullo scanno dôimbasamento mediante la realizzazione di un trattamento di vibroflottazione.
La soluzione proposta nel Progetto Esecutivo consente un maggiore controllo sugli aspetti deformativi dei terreni di fondazione e quindi indirettamente su questi elementi:

- Tenuta dei giunti posti tra i cassoni cellulari che compongono lôOpera di Conterminazione;
- Possibilità di usufruire dellôestradosso delle opere di conterminazione come viabilità di servizio alle varie fasi di costruzione.

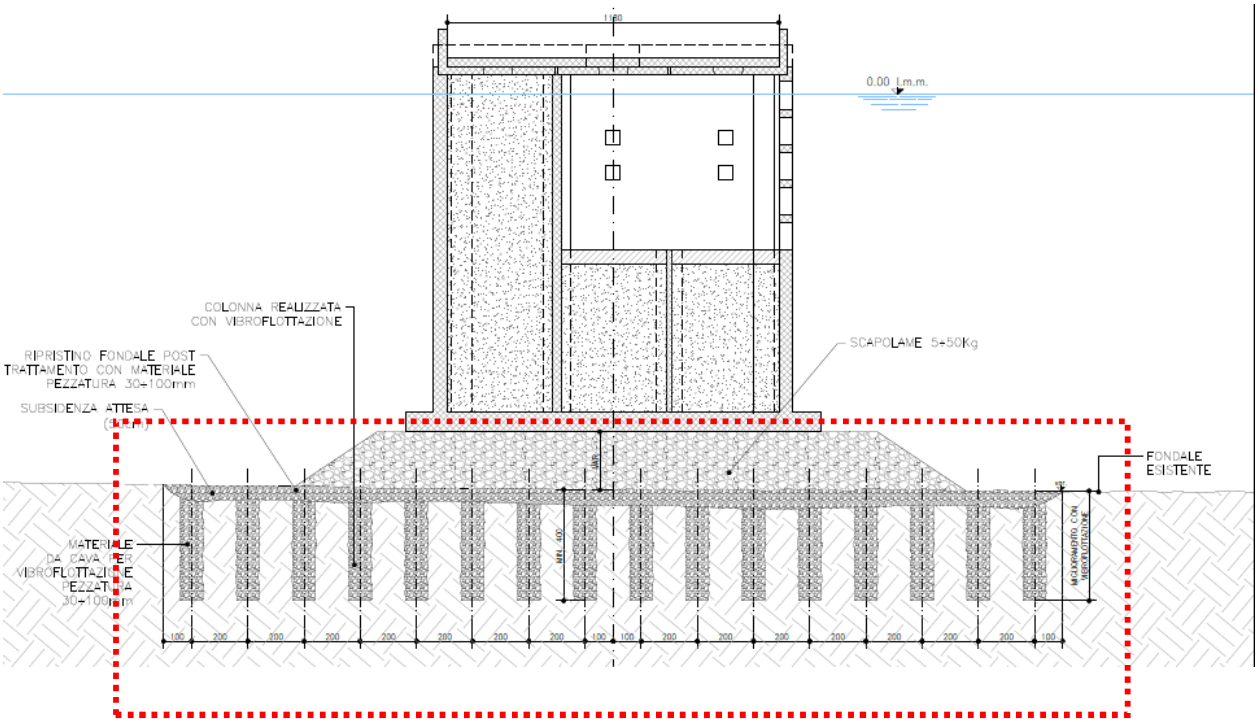


Figura 17-2. Sezione tipologica dello scanno dôimbasamento Progetto Esecutivo

- Cassone Cellulare: Lôutilizzo di cassoni cellulari a celle perforate monocamera, in luogo dei cassoni con masso antiriflettente previsti nel Progetto Definitivo. Tale soluzione, a parità di prestazioni idrauliche, consente una netta semplificazione della sequenza costruttiva di completamento dellôopera di conterminazione e delle relative fasi di cantierizzazione, oltre ad una migliore prestazione strutturale.

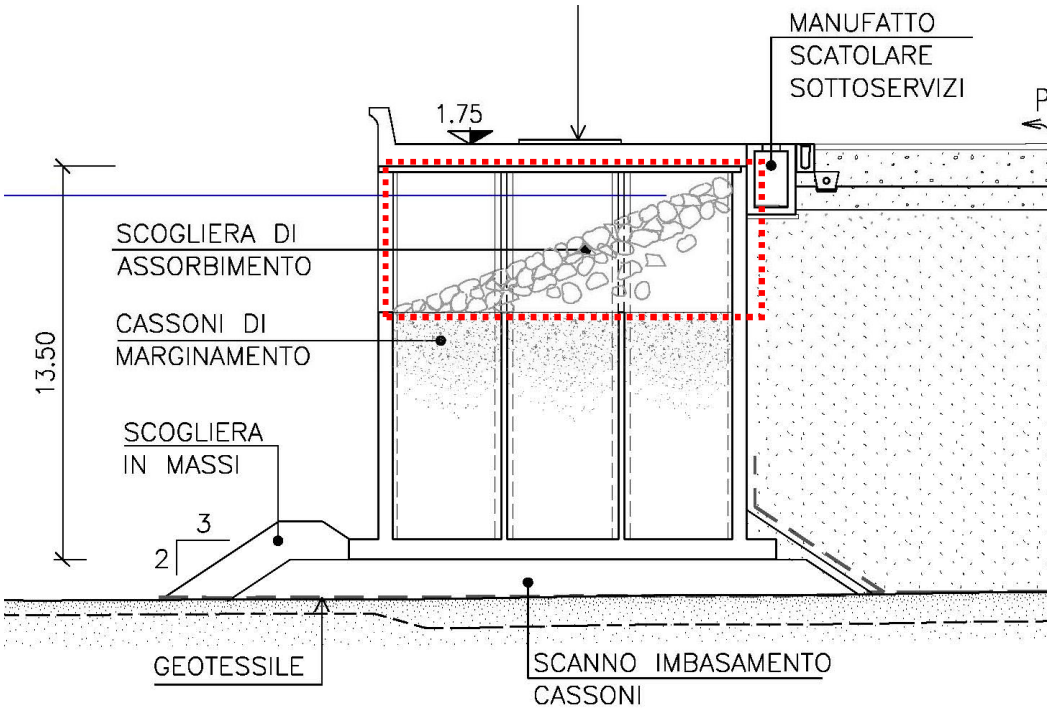


Figura 17-3. Sezione tipologica cassone con cella antiriflettente Progetto Definitivo

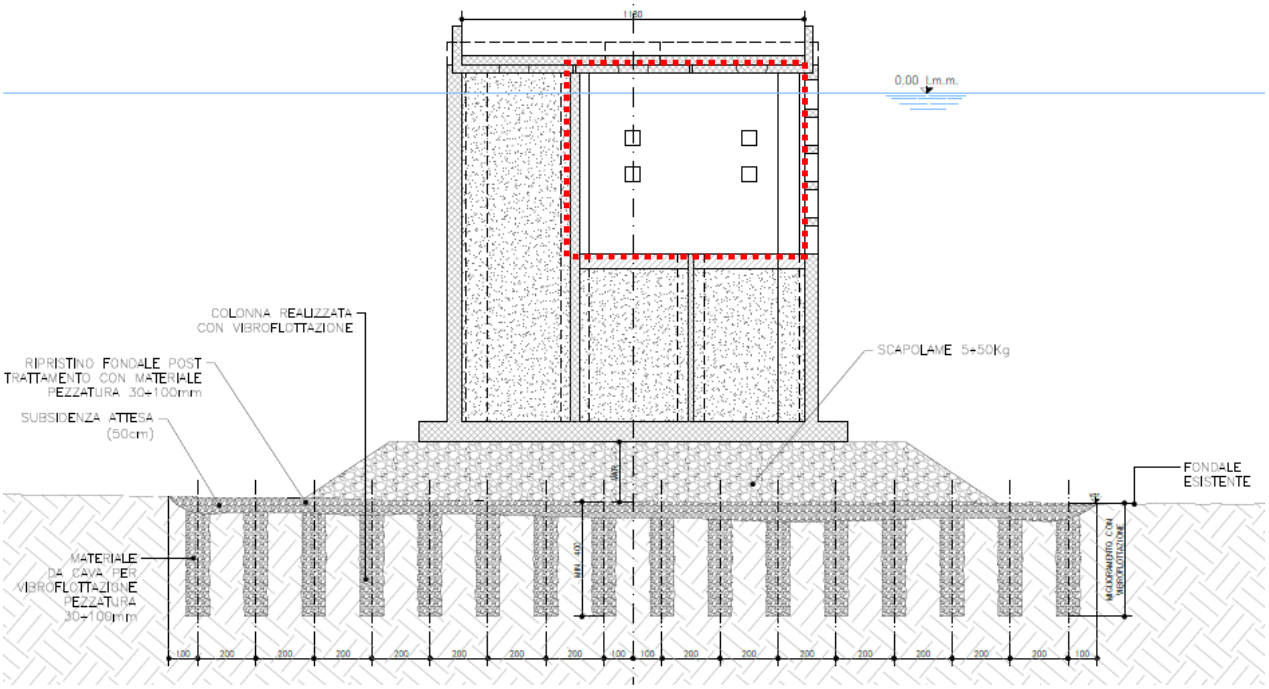


Figura 17-4. Sezione tipologica cassone con celle perforate monocamera Progetto Esecutivo

- La realizzazione di un cuneo di rinfianco in materiale selezionato a tergo della nuova banchina di conterminazione: ciò consente la posa continua del telo di impermeabilizzazione in HDPE che racchiude la colmata in materiale potenzialmente amiantifero, a garanzia dell'effettiva conterminazione ambientale.

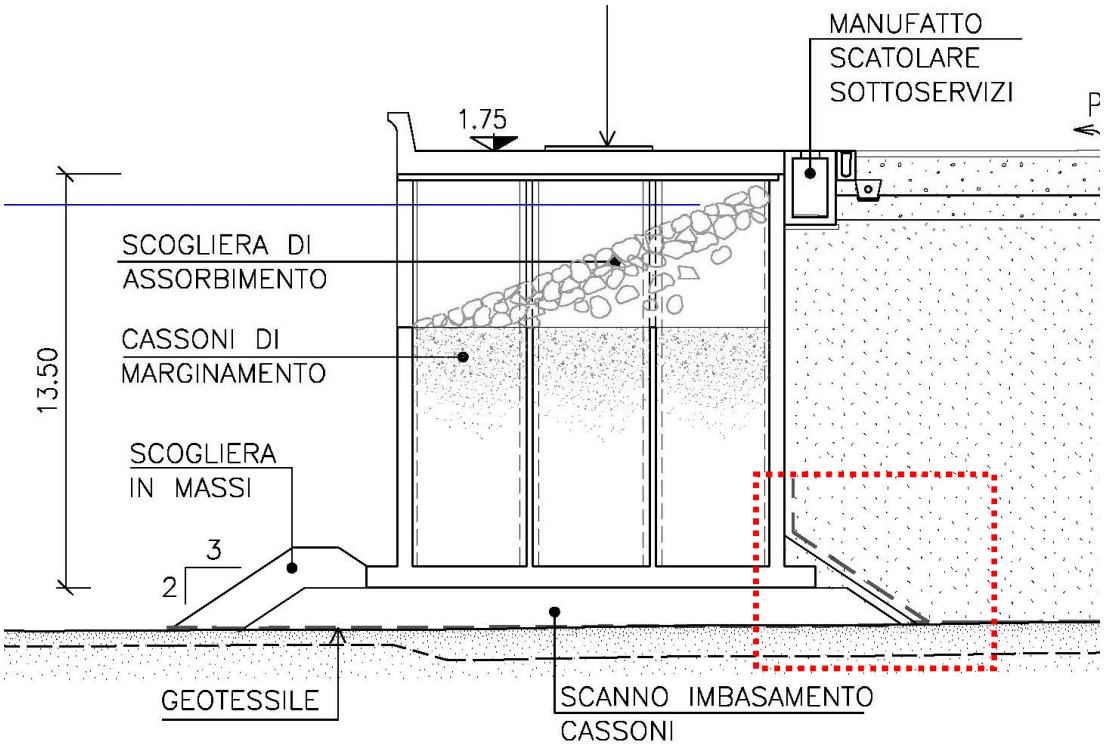


Figura 17-5. Sezione tipologica cassone con posa geomembrana Progetto Definitivo

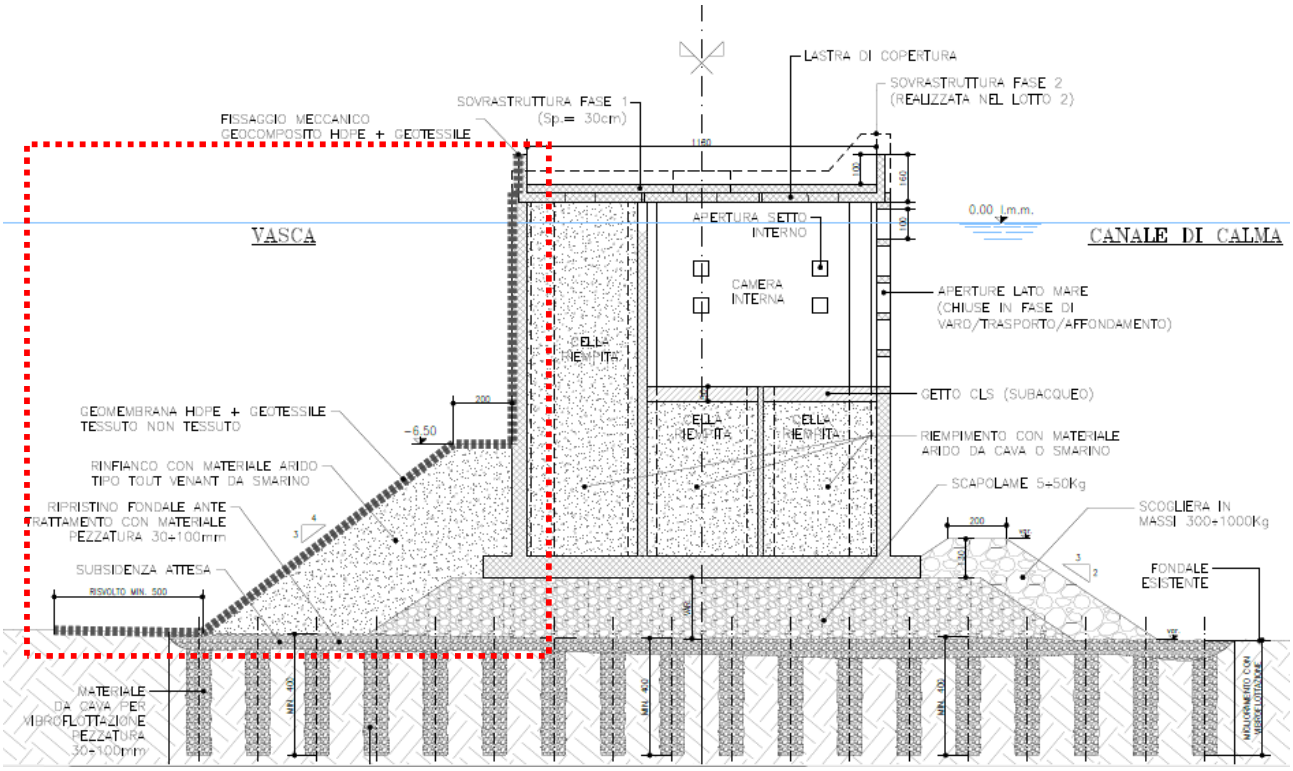


Figura 17-6. Sezione tipologica cassone con rinfianco e posa geomembrana Progetto Esecutivo

- La suddivisione della realizzazione del masso di sovrastruttura in due fasi e lôinserimento sul coronamento dei cassoni di due setti laterali verticali di protezione, con il duplice obiettivo di utilizzare la sommità dei cassoni per il passaggio dei mezzi fin dalle prime fasi di lavorazione, qualora necessario, e di eseguire il getto di completamento e le finiture quando la nuova banchina abbia espletato interamente i cedimenti.

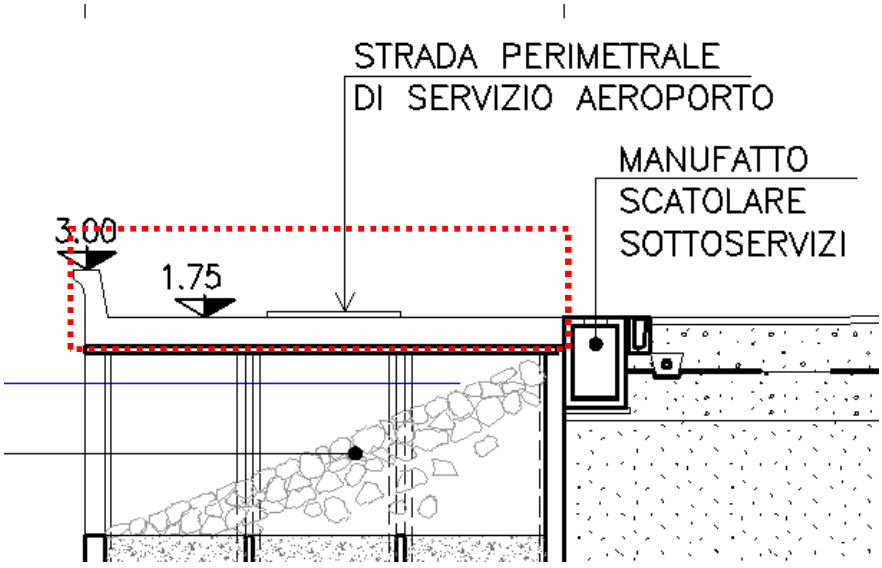


Figura 17-7. Sezione tipologica sovrastruttura soluzione unica Progetto Definitivo

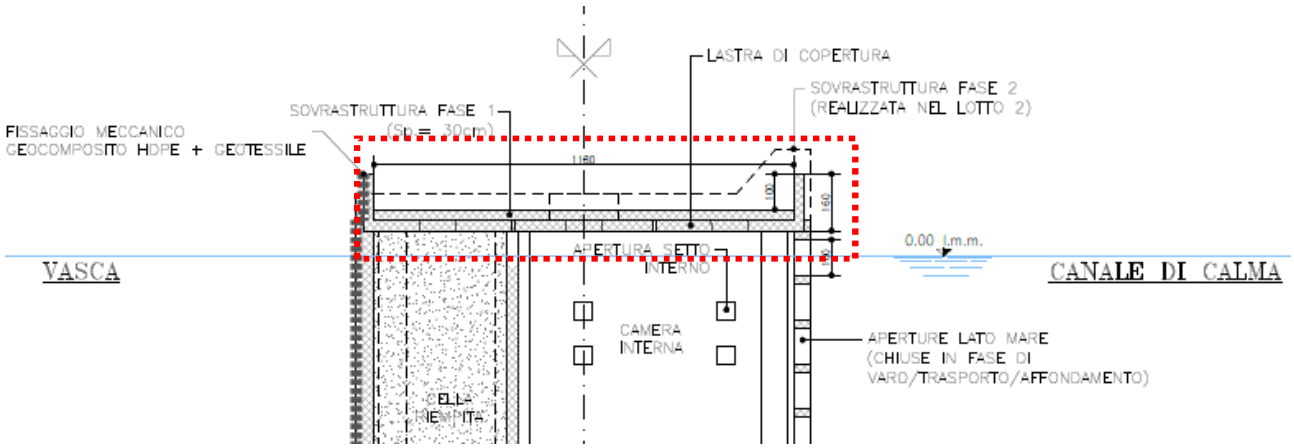


Figura 17-8. Sezione tipologica sovrastruttura prima fase Progetto Esecutivo

- La realizzazione delle opere di compartimentazione interna della colmata con cassoni cellulari, anziché con argini in terra come previsto nel progetto definitivo, con il duplice fine di massimizzare la capienza della cassa di colmata, accelerare lôesecuzione e minimizzare le interferenze con lôaeroporto durante la fase costruttiva.

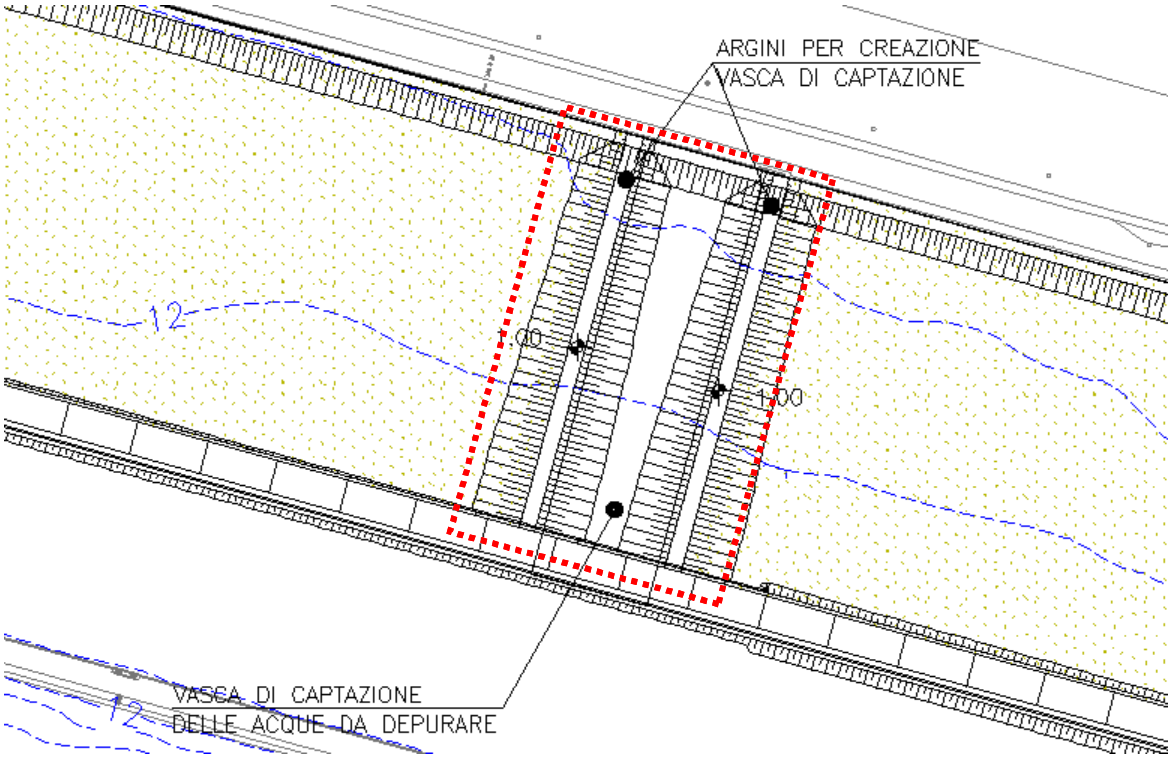


Figura 17-9. Planimetria vasca W2 Progetto Definitivo



Figura 17-10. Planimetria vasca W2 Progetto Esecutivo

- Realizzazione del prolungamento del Rio Secco. Il progetto definitivo prevedeva una soluzione con lôinstallazione di due allineamenti di palancolati, vincolati sia in testa che sulla loro luce libera con elementi di contrasto.

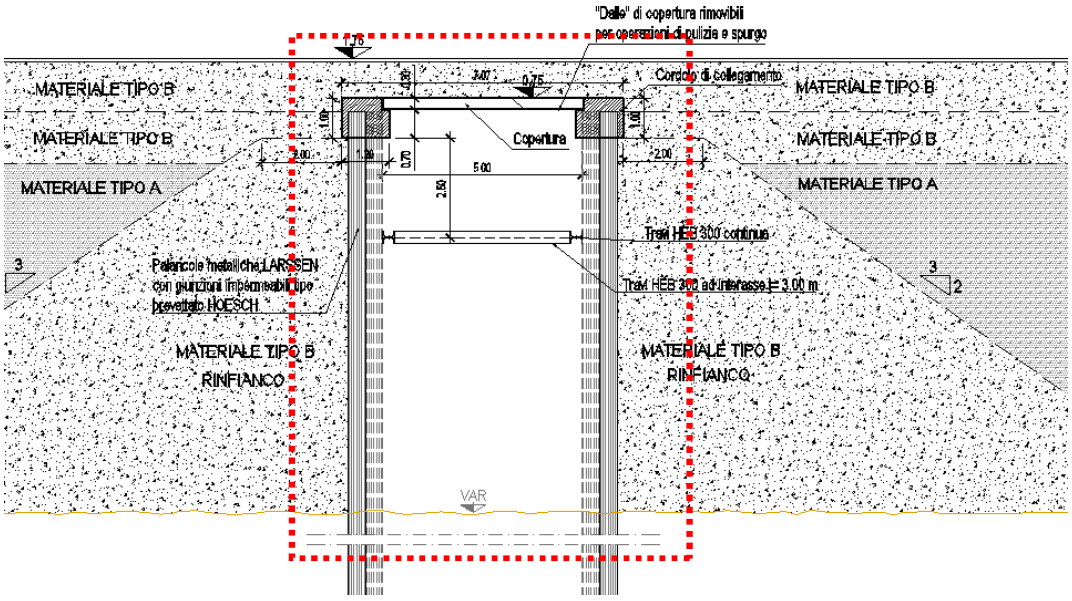


Figura 17-11. Sezione tipologica opera di prolungamento di Rio Secco del Progetto Definitivo

Il Progetto Esecutivo prevede la realizzazione del prolungamento mediante lôutilizzo di cassoni cellulari. Questo consente di ridurre la potenziale interferenza tra la posa in opera dei palancolati metallici e i vincoli aeroportuali. A tergo dei cassoni cellulari si prevede la messa in opera di un rinfianco su cui si provvederà alla posa delle geomembrana e del geotessile tessuto non tessuto.

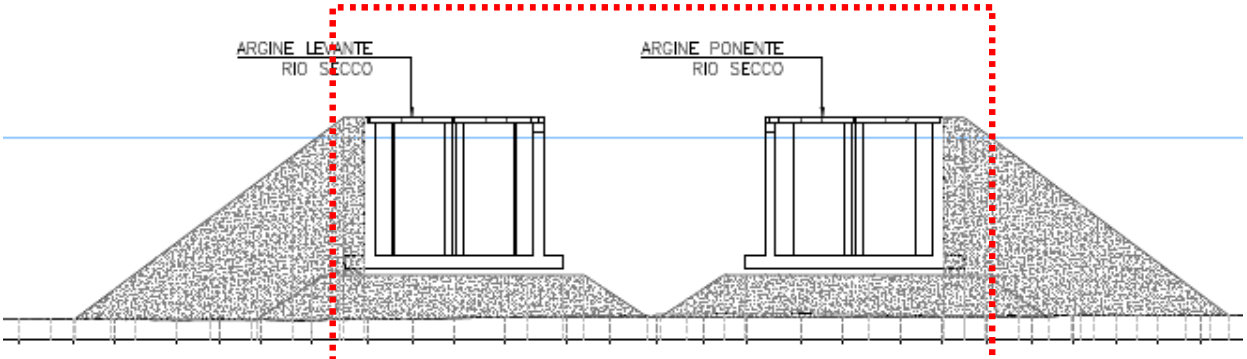


Figura 17-12. Sezione tipologica opera di prolungamento di Rio Secco del Progetto Esecutivo

18 FORNITURA DEI MATERIALI

Di seguito si riporta una tabella di riepilogo dei materiali inerti per la chiara identificazione delle forniture previste in progetto.

Tabella 18.1 ï Materiali inerti

		Appaltatore	Committente	
Tipologia di materiale	**Quantità totali [m³]**	**Forniti da cava [m³]**	**Forniti da scavi [m³]**	**Forniti da cava [m³]**
Tout venant pezzatura 30-100 mm	385.158,07	113.791,33	0,00	271.366,74
Tout venant pezzatura 10-100 mm	311.378,31	16.060,91	263.325,73	31.991,67
Pietrame di cava da 5 a 50 kg	205.957,93	0,00	0,00	205.957,93
TOTALE	**902.494,31**	**129.852,24**	**263.325,73**	**509.316,34**

Come si evince dai dati riportati in tabella, i materiali inerti per la realizzazione delle opere in appalto saranno forniti presso il cantiere CI04B secondo il fabbisogno di Programma Lavori dalla Committenza allôAppaltatore. La Committenza si riserva il diritto di utilizzare materiale sia proveniente da cave che proveniente dallo scavo gallerie della Gronda di Ponente per le quantità che ritiene più convenienti ai fini dellôavanzamento delle attività.

LôAppaltatore dovrà organizzare il trasporto del materiale inerte prelevando lo stesso presso le aree del cantiere CI04B, dove sarà caricato a cura e costo della Committenza; per il trasporto tra il cantiere CI04B ed il cantiere CI04A lôAppaltatore sarà remunerato a misura con il prezzo PAM 357.

Di seguito si riporta una tabella di riepilogo dei materiali inerti forniti dalla Committente da cava, con la relativa quantificazione economica.

Tabella 18.2 ï Materiali inerti forniti da cava dalla Committente

Fornitura materiale	**Quantità [m³]**	**Quantità [t]**	**Prezzo [ú/ton]**	**Importo [ú]**	**Descrizione prezzo**
Tout venant 30-100 mm	271.366,74	488.460,13	12,46	6.086.213,22	Provvista e posa in opera di toutvenant di cava (Derivato da Prezzario Regione Liguria voce 48.5.10.20, con scorporo fornitura voce 3.2.20)
Tout venant 10-100 mm	31.991,67	57.585,00	12,46	717.509,10	
Pietrame di cava 5-50 kg	205.957,93	411.915,86	13,98	5.758.583,72	Provvista e posa in opera di pietrame di cava (Derivato da Prezzario Regione Liguria voce 48.4.10, con scorporo fornitura voce 3.2.10)
Totale fornitura	*509.316,34*			*12.562.306,04*	
Trasporto materiale	**Quantità [m³]**	**Quantità [t]**	**Prezzo [ú/m³*km]**	**Importo [ú]**	**Descrizione prezzo**
	509.316,34		0,19	4.801.253,17	Elenco prezzi ANAS 2015 voce A.01.010. Ipotizzati 50 km come media delle cave individuate (vedi elaborato GEN0011), al netto di Cave Ghigliazza Srl che ha capacità residua e produzioni basse
Totale trasporto				*4.801.253,17*	
TOTALE				**17.363.559,30**	

19 IL QUADRO ECONOMICO

Il prospetto seguente sintetizza il Quadro Economico del progetto, comprensivo dei Lavori a Base dôAsta e degli Oneri per la Sicurezza.

NODO STRADALE E AUTOSTRADALE DI GENOVA

ADEGUAMENTO DEL SISTEMA A7-A10-A12

PROGETTO ESECUTIVO
QUADRO ECONOMICO

N°	Descrizione		Importo a corpo	Importo a misura	Importo totale
	A) LAVORI A BASE D'ASTA				
A.1	CASSONI DI CONTERMINAZIONE VASCHE A1 - A2 - A3	euro	96.857.940,44	12.838.002,27	109.695.942,71
A.2	CASSONI VASCA A1 /A2 - ARGINE -W1 -	euro	6.490.642,92	6.844.315,62	13.334.958,54
A.3	CASSONI VASCA A2 /A3 - ARGINE -W2 -	euro	4.017.220,68	616.127,68	4.633.348,36
A.4	CAMPO OPERATIVO INDUSTRIALE OPERE A MARE - AREA DI CARATTERIZZAZIONE	euro	1.998.236,23	883.438,42	2.881.674,65
A.a	LAVORI A BASE D'ASTA	euro	*109.364.040,27*	*21.181.883,99*	*130.545.924,26*
S	ONERI PER LA SICUREZZA NON SOGGETTI A RIBASSO	euro			*5.888.194,00*
A.5	FORNITURA DEI MATERIALI	euro		17.363.559,30	17.363.559,30
A.b	LAVORI DI FORNITURA FRANCO CANTIERE DEI MATERIALI	euro		*17.363.559,30*	*17.363.559,30*
A	TOTALE LAVORI - A.a+A.b	euro	*109.364.040,27*	*38.545.443,29*	*147.909.483,56*
A+S	TOTALE LAVORI LORDI A BASE D'ASTA COMPRESO ONERI DELLA SICUREZZA	euro			*153.797.677,56*
A*+S	TOTALE LAVORI NETTI A BASE D'ASTA COMPRESO ONERI DELLA SICUREZZA	euro			*131.611.255,03*

APPENDICE A: PARERI AUTORIZZATIVI PROGETTO DEFINITIVO

Accordo di programma redatto in n. 6 originali dotati di sigillo di sicurezza recante uno dei seguenti numeri:
- 3321733 -
- 82 66288 -
- 22 10 622 -
- 60 44066 -
- 43 12846 -

Accordo di Programma

PER

La realizzazione di un'Opera a Mare nel Canale di Calma del Porto di Genova mediante il riutilizzo del materiale di smarino delle gallerie necessarie per la realizzazione delle opere del "*Nodo stradale e autostradale di Genova*"

TRA

- **AUTOSTRADE per L'ITALIA S.p.A.** (di seguito Autostrade per l'Italia) (Società con socio unico- soggetta all'attività di direzione e coordinamento di Atlantia S.p.A.) con sede in Roma, Via A. Bergamini 50, in seguito denominata per brevità "Autostrade per l'Italia", per la quale interviene l'ing. Giovanni Castellucci nella sua qualità di Amministratore Delegato;
- **ENTE NAZIONALE per l'AVIAZIONE CIVILE** (di seguito ENAC) con sede in Roma Via Castro Pretorio, 118, che per quanto stabilito dal presente atto si costituisce per il tramite del proprio DIRETTORE GENERALE DOTT. ALESSIO QUARANTA
- **AUTORITA' PORTUALE di GENOVA** (di seguito APG) con sede in Genova Via della Mercanzia, 2, che per quanto stabilito dal presente atto si costituisce per il tramite del proprio PRESIDENTE LUIGI MERLO
- **AEROPORTO di GENOVA S.p.A.**, (di seguito AGS) con sede in Genova, Sestri Ponente, che per quanto stabilito dal presente atto si costituisce per il tramite del proprio PRESIDENTE AVV. PROF. MARCO ARATO

PREMESSO CHE:

1) che in data 12.10.2007 ANAS e Autostrade per l'Italia hanno stipulato la Convenzione Unica – approvata per legge 6 giugno 2008 n. 101- novativa e sostitutiva della convenzione del 04.08.1997 e successivi atti aggiuntivi, nel cui ambito rientra altresì il progetto dell'adeguamento e potenziamento del sistema autostradale dell'A7/A10/A12 c.d. nodo stradale ed autostradale di Genova, nel proseguo per brevità "Gronda";

2) che, ai sensi dell'art. 11 comma 5 del Decreto Legge 29 dicembre 2011 n.216, convertito dalla legge 24 febbraio 2012 n.14 e s.m., si è verificato, a far data dal 1.10.2012, il trasferimento ex lege al Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (di seguito "Ministero") delle funzioni di amministrazione concedente - di cui all'art. 36, decreto legge 6 luglio 2011, n. 98, convertito con modificazioni, dalla legge 15 luglio 2011, n. 111 e s.m. - precedentemente affidate all'ANAS S.p.A.;

3) che AGS è concessionario dell'ENAC in virtù della Convenzione n°22 del 30/04/2009 .....per l'Aeroporto di Genova. Tale concessione ha durata fino al 31/12/2027. Allo scadere della stessa subentrerà, nei patti qui contemplati, il nuovo concessionario. Nel proseguo del presente atto, AGS e/o il nuovo concessionario saranno definiti unitamente, per brevità, "Concessionario Aeroportuale" ;

4) che il Progetto della Gronda si propone di sgravare il tratto di A10 più interconnesso con la città di Genova - cioè quello dal casello di Genova Ovest (Porto di Genova) sino all'abitato di Voltri - trasferendo il traffico passante su un tracciato fuori sede che si affianca all'esistente, costituendone di fatto un raddoppio. In questo modo il traffico delle

seguenti direttrici:

i. Milano - Ventimiglia (per le O/D non attratte dalla A26);

ii. Livorno - Porto di Voltri – Ventimiglia;

iii. Genova Ovest (Porto) - Porto di Voltri – Ventimiglia;

che non ha necessità di connettersi con le aree cittadine, si sposterebbe sulla Gronda, alleggerendo l'A10 che rimarrebbe principalmente a servizio della città di Genova e delle sue funzioni.

La realizzazione della "Gronda" si pone di raggiungere una molteplicità di finalità che possono essere riassunte nei seguenti punti:

i. suddividere il traffico cittadino da quello di attraversamento

ii. migliorare le condizioni di circolazione sulla rete esistente;

iii. migliorare la sicurezza stradale;

iv. offrire un'alternativa all'unico asse autostradale ligure;

v. sostenere la crescita economica.

5) che il tracciato della Gronda presenta oltre il 95% del suo sviluppo in sotterraneo e prevede il ricorso sia allo scavo meccanizzato con TBM (tunnel boring machine) che alle consolidate tecnologie di avanzamento in tradizionale. La volumetria del materiale di smarino che ne deriva è pari a circa 9 milioni di metri cubi in banco, che risulta pari a circa 12 milioni di materiale sciolto considerando il rigonfiamento;

6) che detta disponibilità di materiale ha portato alla soluzione di integrare, nell'ambito del progetto della Gronda, diversi interventi di sistemazione sul territorio, che comportano il riutilizzo di circa 3,5 milioni di metri cubi, nonché di realizzare, all'interno del Canale

di Calma antistante l'Aeroporto di Genova, un nuovo rilevato in affiancamento all'attuale rilevato aeroportuale (di seguito per brevità denominato Opera a Mare). Detta Opera a Mare prevede il riutilizzo dei restanti 8,5 milioni di metri cubi.

7) che nel quadro di riuso del materiale di smarino, il conferimento a mare ad ampliare il sedime aeroportuale, offre l'opportunità di un utilizzo finalizzato, dal punto di vista tecnico funzionale, a:

i) l'adeguamento regolamentare della strip (fascia laterale) dell'Aeroporto di Genova, oggi oggetto di deroga permanente che passerebbe sul lato mare dagli attuali 105 m ai 150 m di largezza previsti dal Regolamento per la Costruzione e l'esercizio degli Aeroporti dell'ENAC;

ii) la realizzazione di una superficie praticabile in rilevato aggiuntiva rispetto all'allargamento della Runway strip esistente (vedi punto precedente), finalizzata alla prosecuzione, in continuità con l'esistente, della strada perimetrale lato sud esterna alla strip ed alla protezione della stessa da eventi meteo marini significativi attraverso la realizzazione di una nuova banchina dotata di muro paraonde ed il conseguente aumento della distanza tra lo specchio acqueo e la pista aeroportuale;

iii) il miglioramento strutturale della rete di drenaggio della piattaforma aeroportuale, consentendo un incremento della capacità di accumulo della stessa e aumentando la quota dello sbocco a mare, evitando quindi che i rialzi mareali possano mandarla "sottobattente" con conseguenti problemi di scarico ed

esondazioni a monte;

2) l'individuazione di tale area deriva dal seguente iter di valutazione tecnico/autorizzativa che ha coinvolto gli Enti territoriali ed i Ministeri competenti:

i. Febbraio 2007 - nel Protocollo d'Intesa del 05.02.2007 - sottoscritto da Regione Liguria, Provincia di Genova, Comune di Genova, APG e Anas - si conveniva che il materiale di risulta proveniente dagli scavi in galleria sarebbe dovuto essere allocato nel nuovo sito aeroportuale all'esterno della diga foranea attuale, previa una verifica di fattibilità tecnica a carico di Autostrade per l'Italia";

ii. Aprile 2007 - il 05.04.2007 Autostrade per l'Italia ha presentato lo Studio di Fattibilità Tecnica in merito alla soluzione prevista al precedente punto i, evidenziando le difficoltà pressoché insormontabili di tale soluzione;

iii. Maggio 2007 - in data 24.05.2007 Autostrade per l'Italia ha consegnato ufficialmente alla Regione Liguria lo Studio di Fattibilità Tecnica all'interno del quale veniva esaminata - su richiesta della Regione stessa - la possibilità di conferire il materiale di risulta nel Canale di Calma prospiciente l'aeroporto di Genova (c.d. Opera a Mare);

iv. Aprile 2008 - diventa operativo il Gruppo Tecnico di Lavoro – istituito presso il Ministero delle Infrastrutture - che, anche con il contributo del Ministero dell'Ambiente, doveva individuare, tra i due siti analizzati nello Studio di Fattibilità Tecnica presentato da Autostrade per l'Italia, quello ottimale in cui conferire il materiale

provveniente dallo scavo delle gallerie;

vi. Agosto 2008 - La Regione Liguria, la Provincia di Genova e il Comune di Genova con nota n° 288041 in data 04.08.2008 hanno confermato al Ministero delle Infrastrutture e ad Anas, l'idoneità del Canale di Calma come sito idoneo al conferimento del materiale di risulta;

vii. Settembre 2008 - in data 10.09.2008 il Gruppo Tecnico di Lavoro istituito presso il Ministero delle Infrastrutture - con il contributo del Ministero dell'Ambiente, espresso con nota prot. DSA-2008-0021242 del 30.07.2008 - ha concluso i lavori individuando anch'esso il Canale di Calma come più idoneo per il recapito finale del materiale di risulta.

vii. Febbraio 2010 – in data 08.02.2010 è stato condiviso il protocollo d'Intesa tra Ministero delle infrastrutture e Trasporti, Regione Liguria, Provincia di Genova, Comune di Genova, APG, ANAS, Autostrade per l'Italia per la realizzazione del nodo stradale ed autostradale di Genova ed in data 13 aprile 2011 lo stesso è stato sottoscritto anche dalla Regione Liguria;

viii. Maggio 2011- l'ENAC, con nota prot. 0056179/CIA del 04 maggio 2011, ha espresso la propria condivisione all'intervento proposto sulla base di specifiche prescrizioni riassumibili come segue:

- ✓ salvaguardia della continuità operativa dell'aeroporto nelle fasi di cantierizzazione e realizzazione dell'opera;
- ✓ caratteristiche tecniche dell'area in ampliamento rispondenti alle prescrizioni ICAO ed al Regolamento per la costruzione e

l'esercizio degli aeroporti

- ✓ gestione e manutenzione dei sistemi di drenaggio e delle opere di protezione in merito alle erosioni marine a carico del soggetto proponente;
- ✓ collaudo opere attraverso una commissione composta da almeno due professionisti ENAC ed oneri a carico della stazione appaltante;
- ✓ passaggio al demanio pubblico dello Stato – ramo trasporti – aviazione civile del futuro ampliamento a mare;
- ✓ stipula di un accordo di programma per la definizione dei termini di cui ai punti precedenti.

ix. Giugno 2011 - in data 15.06.2011 Autostrade per l'Italia ha presentato al Ministero dell'Ambiente della Tutela del Territorio e del Mare la domanda di pronuncia di compatibilità ambientale relativa al progetto definitivo della "Gronda", assumendo il ruolo di proponente dell'Opera a Mare ed inviando a tutti gli Enti coinvolti nel procedimento, inclusi APG ed ENAC, gli elaborati progettuali e lo Studio di Impatto Ambientale della "Gronda", di cui fa parte l'Opera a Mare;

x. Ottobre 2011 - APG con nota n. 21835 del 7 ottobre 2011 trasmessa al Ministero dell'Ambiente ha formulato, in relazione al progetto di cui ai punti precedenti, le proprie osservazioni ai sensi dell'articolo 24 del D.Lgs 152/2006;

xi. Ottobre 2011 – Autorità Marittima con nota n.12.01.00/46535 del 13 ottobre 2011 ha espresso il proprio assenso alla realizzazione

dell'Opera a Mare del canale di calma, subordinatamente al rispetto di specifiche condizioni tecniche richiamate nella medesima nota;

xii. Ottobre 2011 - in data 27.10.2011 APG ha deliberato nella seduta di Comitato Portuale l'accoglimento della proposta progettuale di riempimento parziale del Canale di Calma prospiciente l'aeroporto, subordinatamente al rispetto di condizioni tecniche aventi principalmente lo scopo di garantire adeguate dimensioni di navigabilità del rimanente canale, adeguato contenimento del moto ondoso ai fini della navigabilità, accessibilità e manovrabilità degli specchi acquei di accesso al porto, nonché della agibilità delle banchine ILVA e Ronco-Derna-Canepa; con la delibera di cui al punto precedente il Comitato Portuale ha dato mandato agli Uffici di procedere con l'istruttoria finalizzata al riconoscimento dell'opera proposta quale "adeguamento tecnico-funzionale" al vigente piano regolatore portuale;

xiii. Agosto 2012 - APG con nota n. 19246/p del 9.8.2012 ha richiesto al Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici il parere circa la proposta di adeguamento tecnico funzionale del piano regolatore del Porto di Genova, sottolineando in particolare l'esigenza di addivenire a specifici accordi con Autostrade spa in ordine al mantenimento dei fondali degli specchi acquei afferenti banchine e bacini di evoluzione interessati dalla realizzazione dell'opera;

xiv. Agosto 2012 – l'Autorità Marittima con nota 25.24.00/1067 del 16 agosto 2012 ha espresso il proprio parere con prescrizioni in merito al progetto definitivo di riempimento parziale del canale di calma

aeroportuale;

xv. Febbraio 2013 - Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – Terza Sezione – nell'adunanza del 28 novembre 2012, ha espresso parere favorevole, trasmesso con nota n. 2703/A dell'8.02.2013 alla proposta di adeguamento tecnico funzionale del piano regolatore del Porto di Genova, subordinando lo stesso alle condizioni, prescrizioni e raccomandazioni espresse da Autorità Portuale, Autorità Marittima ed Enac, nonché al perfezionamento del presente accordo di programma tra le parti entro 120 giorni dalla data di ricezione del parere medesimo (e quindi entro l'08.06.2013);

xvi. Novembre 2013 – Autostrade per l'Italia, con lettera prot. n. 22867 del 15.11.2013, ha trasmesso ad APG lo "Studio morfodinamico dell'impatto dell'opera a mare sulla sedimentazione nel porto di Genova" che ha consentito di effettuare una quantificazione del sedimento depositato nel volume di controllo in presenza e assenza dell'opera di conterminazione per il periodo di riferimento dal 2018 (anno di realizzazione dell'opera a mare) al 2038 (termine della Concessione autostradale).

I risultati dello studio fanno stimare che la presenza dell'Opera di conterminazione determina una maggiore sedimentazione all'interno del volume di controllo, nell'arco temporale dei 20 anni (2018-2038), pari a circa 10.300 mc.

xvii. Gennaio 2014 – Il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, con il DEC/VIA n. 28 del 23.01.2014, ha decretato la compatibilità ambientale del progetto definitivo del

"Nodo stradale e autostradale di Genova –Adeguamento del sistema A7-A10-A12", subordinandolo all'ottemperanza delle prescrizioni ivi contenute, tra le quali la sottoscrizione del presente accordo di programma prima dell'approvazione del progetto definitivo in Conferenza dei Servizi;

xviii. Aprile 2014 – Autostrade per l'Italia ha avviato il procedimento finalizzato all'apposizione del vincolo preordinato all'esproprio, ai sensi dell'art.11 del D.P.R. 8 giugno 2011, n. 327 e s.m.i.;

xix. Ottobre 2014 – APG, con lettera prot. n. 22008/P del 9.10.2014, ha rilasciato ad Autostrade per l'Italia il nulla osta tecnico di competenza e quantificato in € 300.000,00 (Euro trecentomila/00) i maggiori oneri di dragaggio, in base ai risultati dello "Studio Morfodinamico dell'impatto dell'opera a mare sulla sedimentazione nel porto di Genova" trasmesso in data 15.11.14;

xx. Ottobre 2014 – Il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, ai fini del perfezionamento dell'intesa Stato-Regione Liguria di cui al D.P.R. n. 383/94, ha convocato la prima seduta della Conferenza dei Servizi, in conformità a quanto disposto dall'art.14 della legge 7 agosto 1990 n.241 e dal D.P.R. 18 aprile 1994 n.383;

CONSIDERATO CHE:

a. Le caratteristiche della destinazione finale che si intende attribuire all'Opera a Mare sono esclusivamente quelle elencate al precedente punto 7).

b. La suddetta destinazione non modifica le potenzialità e la capacità dell'aeroporto. Pertanto il sistema air-side dell'aeroporto non necessita

di modifiche in quanto l'Opera a Mare verrebbe ad essere inclusa nel sedime dell'aeroporto già esistente già autorizzato nel suo esercizio ivi inclusa l'autorizzazione ambientale, ottenuta da ENAC a seguito della precedente procedura di Valutazione di Impatto Ambientale (decreto Ministro dell'ambiente di concerto con Ministero per i beni e le attività culturali del 2002 e precisamente DEC/VIA n.6916 del 23 gennaio 2002).

c. Le operazioni previste nel sedime aeroportuale non implicano una modifica alle condizioni di compatibilità di cui al suddetto DEC/VIA 6916/2002.

d. Il presente accordo permette di dare certezza a quanto riportato nel Piano di Utilizzo delle terre e rocce da scavo dovute alla realizzazione della Gronda di Genova, approvato dal Ministero dell'Ambiente con lettera prot. n. 14268 del 19.06.2013, ai sensi del DM 161/2012.

Tutto ciò premesso e considerato tra i soggetti in epigrafe si conviene e stipula quanto segue:

Articolo 1: premesse

Le premesse e i considerato fanno parte integrale e sostanziale del presente Accordo di Programma.

Articolo 2: obiettivi e oggetto dell'Accordo

Il presente Accordo stabilisce i ruoli e le azioni che i singoli sottoscrittori devono sviluppare e la ripartizione dei relativi oneri. Le parti confermano la volontà di realizzare l'Opera a Mare nel Canale di Calma del Porto di Genova, per la posa in opera delle terre e rocce da scavo derivanti dalla realizzazione della Gronda.

L'Opera a Mare impegnerà una superficie racchiusa tra i seguenti punti in coordinate Gauss Boaga: A (coordinate E 1485845.422, N 4917990.049), B coordinate E 1485802.295, N 4917833.793), C (coordinate E 1489169.152, N 4916903.563), D (coordinate E 1489295.203, N 4917039.747).

La realizzazione dell'Opera a Mare e la conseguente manutenzione, disciplinata dal presente accordo, sono da considerarsi subordinate alla conclusione favorevole dell'iter approvativo della Gronda, nello specifico all'approvazione del progetto definitivo e in Conferenza dei Servizi e approvazione finale da parte del Concedente del progetto esecutivo.

Articolo 3: Attività ed oneri a carico di Autostrade per l'Italia

Autostrade per l'Italia, soggetto proponente del progetto della "Gronda" nel cui ambito ricade altresì l'Opera a Mare, si impegna a svolgere, sostenendone integralmente le spese, ogni attività di progettazione, studio, analisi, simulazione necessaria alla realizzazione dell'opera in oggetto anche al fine di soddisfare le condizioni e le prescrizioni indicate da APG, dall'Autorità Marittima di Genova, dall'ENAC, nonché dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Resta inteso che Autostrade per l'Italia si impegna a recepire in fase di progettazione e di esecuzione delle opere, oltre alle prescrizioni e condizioni già espresse dai firmatari dell'accordo e dall'Autorità Marittima, le prescrizioni contenute nel DEC/VIA n. 28 del 23.01.2014 e quelle che dovessero essere stabilite in sede di Conferenza dei Servizi.

Autostrade per l'Italia si impegna altresì a recepire nel progetto esecutivo le specifiche tecniche di dettaglio impartite da ENAC e necessarie al fine di garantire:

- l'adozione dei requisiti di idoneità di cui al cap.3 del Regolamento ENAC per la costruzione ed esercizio degli Aeroporti, per la realizzazione dell'ampliamento della strip;
- le caratteristiche di portanza dell'area di ampliamento dell'attuale strip, anche in relazione all' "aereo critico" previsto per l'aeroporto.
- la continuità operativa dell'aeroporto nella fase di cantierizzazione mediante l'adozione di mezzi operativi che implichino il minor sviluppo verticale su tutte le lavorazioni che interessino aree ad alta sensibilità operativa o che interferiscano con le superfici di limitazione ostacoli;
- il controllo delle fasi lavorative e di approvvigionamento materiali che prevedono l'utilizzo di mezzi di cantiere durante la realizzazione della piarda e di navigli in transito presso la testata strumentale 28 per la quale è presumibile il maggiore impatto sugli apparati radio assistenza attraverso l'elaborazione di uno studio di compatibilità elettromagnetica (EMC) che valuti l'impatto delle lavorazioni di cui al precedente punto;
- l'adozione di una procedura per la gestione del controllo degli ostacoli aeronautici costituiti dai mezzi di cantiere e congruente con i requisiti informativi di cui al Regolamento ENAC AIS;
- l'assunzione di tutti gli accorgimenti necessari che evitino la produzione di polveri che possano investire la pista di volo e/o lo spazio limitrofo alle testate della pista stessa;
- la non sussistenza di condizioni che possano risultare potenzialmente attrattive per l'avifauna mediante la redazione di uno specifico studio di impatto e previsione, in fase realizzativa, di specifici accorgimenti volti

al controllo ed allontanamento della stessa in caso di necessità;

- l'elaborazione di adeguate procedure ed apprestamenti necessari ad assicurare la security aeroportuale da concordare con la Direzione Aeroportuale (Comitato di sicurezza).

Autostrade per l'Italia si impegna altresì a recepire nel progetto esecutivo le specifiche tecniche di dettaglio impartite da Autorità Portuale ed Autorità Marittima sulla base delle note e delibere richiamate in premessa ed ogni altra condizione finalizzata ad assicurare la navigabilità del canale di calma aeroportuale, anche nella fase di cantierizzazione delle opere, il contenimento del moto ondoso ed il mantenimento dei fondali ai fini della navigabilità, accessibilità e manovrabilità degli specchi acquei di accesso al porto, nonché della agibilità delle banchine ILVA e Ronco-Derna-Canepa.

Autostrade per l'Italia si impegna a verificare con APG, Autorità Marittima ed ENAC le soluzioni progettuali esecutive adottate, compresa la fase di cantierizzazione dei lavori, anche ai fini del rispetto delle condizioni e delle prescrizioni indicate al comma che precede.

In relazione al previsto cantiere da localizzare nell'ambito demaniale di Voltri, Autostrade per l'Italia e APG provvederanno a definire le specifiche caratteristiche localizzative, dimensionali e di durata del cantiere tenuto conto delle osservazioni di cui al punto 8- x delle premesse e di cui al parere n.270 del 25 ottobre 2011 formulato dal Comitato Tecnico Regionale per il Territorio.

In considerazione della specificità e complessità dell'opera a mare, la prevista verifica del progetto esecutivo ai sensi dell'art.44 e seguenti del DPR 207/2010, dovrà dare evidenza della congruità del termine decennale

nel quale sono prevedibili le variabili evolutive cui la struttura è suscettibile, onde avere una condizione armonizzata con il termine del monitoraggio post operam di cui al successivi articolo 9.

Autostrade per l'Italia invierà il progetto esecutivo verificato dell'Opera a Mare, così come modificato, ai soggetti firmatari del presente atto ed all'Autorità Marittima per la verifica di competenza.

Quindi Autostrade per l'Italia, previa approvazione del presente Accordo e del progetto esecutivo della "Gronda" da parte del Ministero, provvederà, a propria cura, spese e responsabilità, alla realizzazione dell'Opera a Mare secondo il progetto condiviso con APG, Autorità Marittima ed ENAC, nonché, alle azioni di monitoraggio, così come meglio descritte nei successivi artt. 9, 10.

L'esecuzione dell'opera sarà sottoposta alla sorveglianza degli uffici tecnici di APG, Autorità Marittima e di ENAC, le cui eventuali prescrizioni, dettate a tutela dei pubblici interessi rappresentati, fermo restando il Progetto Esecutivo approvato dagli stessi, dovranno essere rispettate in sede di cantiere e di esecuzione dei lavori.

Si precisa che sono a carico esclusivo di Autostrade per l'Italia le responsabilità e gli oneri per eventuali interruzioni dell'esercizio aeroportuale, nonché per interruzioni e/o limitazioni delle funzioni portuali causate da eventi in qualche modo determinati dalla realizzazione del nuovo rilevato.

Al termine dei lavori, sarà effettuato il necessario collaudo tecnico dell'opera da parte dell'ENAC e APG, in seguito al quale l'Opera a Mare sarà presa in consegna in via provvisoria da ENAC così come previsto al

successivo art.6. Per quanto concerne gli oneri derivanti dalla gestione e manutenzione dell'Opera a Mare, questi saranno sostenuti da Autostrade per l'Italia, così come descritto al successivi artt. 7, 8 e 9.

Articolo 4: Attività ed oneri a carico di ENAC e del "Concessionario Aeroportuale"

L'ENAC prende atto dell'opportunità di ampliamento del sedime aeroportuale e accetta tale modifica assicurando di prendere in carico con le modalità di cui al successivo art. 6) il suolo che sarà realizzato da Autostrade per l'Italia.

ENAC ed il "Concessionario Aeroportuale" s'impegnano a rilasciare ad Autostrade per l'Italia tutte le autorizzazioni e/o nulla osta necessari alla realizzazione dell'Opera a Mare nonché a supportare Autostrade per l'Italia nelle procedure che verranno svolte per l'acquisizione delle ottemperanze al DEC/VIA.

Resto inteso che, ENAC e/o il "Concessionario Aeroportuale" metteranno a disposizione di Autostrade per l'Italia, prima dell'inizio dei lavori tutte le aree -di loro proprietà e/o assentite in concessione dal Demanio Aeroportuale- necessarie alla realizzazione dell'Opera a Mare e alla relativa cantierizzazione, così come meglio identificate nell'elaborato di cantierizzazione allegato al presente accordo, ferme restando le prescrizioni che saranno verificate ai sensi dell'articolo 3 del presente accordo.

A seguito della presa in carico di cui al primo comma del presente articolo, ENAC assume l'impegno di trasferire detto sedime al "Concessionario Aeroportuale", il quale si impegna alla gestione e manutenzione dell'opera stessa fermi restando gli oneri a carico di Autostrade per l'Italia così come

previsto nei successivi artt.7, 8, 9. L'Opera a Mare verrà trasferita, con apposito atto secondo modalità temporali che andranno concordate tra il "Concessionario Aeroportuale" ed ENAC.

Al fine di non modificare le condizioni di compatibilità ambientale dell'aeroporto, ENAC e/o il "Concessionario Aeroportuale" si impegnano a non utilizzare il nuovo sedime per realizzare interventi che modifichino la capacità dell'aeroporto ma solo per l'eventuale miglioramento dell'efficienza dei propri impianti sia in chiave tecnologica che energetica. In tale ultimo caso ENAC e/o il "Concessionario Aeroportuale" impegnano ad assumere ogni necessaria ulteriore autorizzazione tale comunque da non inficiare l'operazione della realizzazione della Gronda.

ENAC, unitamente ad APG, procederà a propria cura, ma a spese di Autostrade per l'Italia alla necessaria attività di collaudo tecnico dell'Opera a Mare.

Articolo 5: Attività ed oneri a carico di APG

APG conferma la destinazione attuale dell'area oggetto del presente accordo come Canale di Calma del Porto - oggi specchio acqueo per il transito di imbarcazioni di servizio protetto dalla relativa diga foranea.

In tale logica APG, acquisito in sede di istruttoria del progetto il parere dell'Autorità Marittima, di cui alla premessa 8 -xi accetta una riduzione della dimensione trasversale del Canale di Calma, la cui larghezza non potrà comunque essere inferiore a metri 75 e che dovrà essere realizzato nel rispetto delle condizioni e prescrizioni indicate da APG ed Autorità Marittima. APG, previa istanza di Autostrade per l'Italia e relativa istruttoria, inoltre s'impegna a rilasciare ad Autostrade per l'Italia i titoli

concessori e tutte le necessarie autorizzazioni e/o nulla osta di sua competenza necessari all'insediamento dei cantieri finalizzati alla realizzazione dell'Opera a Mare, nonché a supportare Autostrade per l'Italia nelle procedure che verranno svolte per l'acquisizione delle ottemperanze al DEC/VIA.

APG, unitamente ad ENAC, procederà a propria cura, ma a spese di Autostrade per l'Italia alla necessaria attività di collaudo tecnico dell'Opera a Mare.

APG provvederà, a propria cura e spese al monitoraggio dei fondali in corrispondenza delle banchine ILVA, del bacino di evoluzione dell'imboccatura di ponente del porto di Sampierdarena e delle banchine Ronco-Derna-Canepa anche al fine di attivare gli eventuali interventi di ripristino dei fondali di cui al precedente art. 3

Articolo 6: Termine dei lavori e presa in consegna dell'Opera a Mare

Al termine dei lavori dell'Opera a Mare, Autostrade per l'Italia ne darà comunicazione all'ENAC, al "Concessionario Aeroportuale" e ad APG.

Entro 15 giorni dalla predetta comunicazione le parti eseguiranno un sopralluogo per constatare la conformità dell'Opera a Mare al progetto esecutivo approvato e contestualmente saranno avviati l'agibilità ed il collaudo tecnico dell'Opera a Mare da parte di ENAC e APG.

A seguito di tale sopralluogo, ottenuta l'agibilità e nelle more del succitato collaudo tecnico, ENAC avvierà la procedura di presa in consegna provvisoria per il trasferimento, con apposito atto, dell'Opera a Mare al "Concessionario Aeroportuale".Il collaudo tecnico delle opere avverrà attraverso una commissione costituita da almeno due professionisti

dell'ENAC e da un rappresentante tecnico di APG.

Dalla data di presa in consegna provvisoria dell'Opera a Mare, ENAC/ "Concessionario Aeroportuale", ne curerà la gestione e la manutenzione nei termini e con le modalità del successivo art. 7.

Tutti gli oneri del collaudo tecnico saranno a carico della stazione appaltante.

Solo dopo aver effettuato il collaudo tecnico amministrativo dell'Opera a Mare a cura del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, detta consegna provvisoria diventerà definitiva.

Articolo 7: Gestione e Manutenzione Ordinaria dell'Opera a Mare

Il "Concessionario Aeroportuale" - a seguito del trasferimento dell'Opera a Mare con apposito atto da parte di ENAC come disciplinato nel precedente art. 6 - provvederà alla gestione e alla manutenzione ordinaria della suddetta Opera a sua cura e responsabilità con oneri a carico di Autostrade per l'Italia.

Il presente articolo individua pertanto gli oneri legati alla gestione e agli interventi ordinari di manutenzione degli elementi tecnico-funzionali presenti nelle nuove aree dell'Opera a Mare. Tali interventi di manutenzione ordinaria non comportano ripercussioni sull'ordinaria operatività dello scalo aeroportuale.

Gli elementi tecnico funzionali sono così descritti e quantificati:

- Superficie sistemata a verde;
- Opere di difesa marittima della nuova Opera a Mare, con particolare riferimento alle sovrastrutture di banchina, ai muri paraonde ed alla relativa verifica del corretto stato di servizio ;

- Strade pavimentate a conglomerato bituminoso;
- Concertina di delimitazione area aeroportuale;
- Rete di drenaggio, costituita da cunette stradali, pozzetti, canalette modulari autoportanti , tubazioni strutturate PE-HD, tubi corrugati di PEAD;
- Stazioni di sollevamento;
- Impianto di illuminazione costituito da corpi illuminanti, apparecchi per illuminazione di emergenza, apparecchi di illuminazione diretta, aspiratori elicoidali;
- Impianti dissuasori per volatili.

Per ogni elemento tecnico funzionale sono individuate le seguenti operazioni di gestione e manutenzione ordinaria:

- Superficie sistemata a verde: sfalcio, ricariche e ripristini dovuti a eventuali cedimenti o assestamenti localizzati;
- Opere di difesa marittima della nuova Opera a Mare: verifica periodica dei copriferri delle opere in conglomerato cementizio armato, della tenuta dei giunti e più in dettaglio la durabilità dei singoli manufatti;
- Strade pavimentate: rifacimento localizzato della segnaletica orizzontale, interventi di ripristino, comportanti rappezzi localizzati;
- Concertina di delimitazione: sostituzione localizzata, legata a fenomeni di deterioramento o danneggiamento;
- Rete di drenaggio: pulizia e manutenzione, ripristini o riparazioni localizzate legate a cedimenti localizzati dei terreni di fondazione;
- Stazioni di sollevamento: assorbimento elettrico legato al funzionamento degli impianti, manutenzione e controllo;

- Impianto di illuminazione: assorbimento elettrico legato al funzionamento degli impianti, manutenzione e controllo, sostituzione degli elementi deteriorati o danneggiati;
- Impianti dissuasori per volatili: assorbimento elettrico legato al funzionamento degli impianti, materiali di consumo, manutenzione e controllo.

La stima degli oneri annui connessi alla gestione ordinaria e agli interventi di manutenzione ordinaria è stata effettuata facendo riferimento ai più recenti Elenchi Prezzi in vigore presso Autostrade per l'Italia, e per quanto attiene alle nuove Opere di difesa marittima, ai corrispondenti Prezziari Unioncamere Opere Edili della Regione Liguria, applicandone i prezzi unitari alle quantità desunte dal Progetto Definitivo dell'Opera a Mare (revisione Maggio 2012). Nel caso degli interventi di manutenzione ordinaria è stato utilizzato il parametro "civilistico" del 5% annuo rispetto alla quantità iniziale - approssimando all'unità (per eccesso) le eventuali parti frazionarie - per determinare le quantità, attraverso cui si quantifica il costo dell'onere manutentivo in questione.

L'allegato al presente documento "Allegato 1" - Valorizzazione degli oneri annui del "Concessionario Aeroportuale" per la gestione dell'Opera a Mare nel Canale di Calma - illustra e quantifica gli oneri legati alla gestione e manutenzione dell'Opera a Mare.

Autostrade per l'Italia s'impegna a corrispondere al "Concessionario Aeroportuale" gli oneri di gestione e manutenzione dell'Opera a Mare dalla data di consegna provvisoria della stessa fino alla scadenza della Convenzione unica di cui alla premessa n. 1) e cioè fino al 31-12-2038.

Tali oneri, calcolati con i criteri sopra indicati, ammontano ad € 421.608,72 (quattrocentoventunomilaseicentootto,72/100) + IVA annui e saranno oggetto di rivalutazione, utilizzando gli elenchi prezzi vigente al momento della presa in consegna provvisoria dell'Opera a Mare di cui al precedente articolo 6.

Detti oneri, così come rivalutati, saranno inoltre oggetto di attualizzazione e verranno corrisposti da Autostrade per l'Italia al "Concessionario Aeroportuale" in un'unica soluzione, entro 90 giorni dalla presentazione della fattura emessa dallo stesso.

Le parti convengono che l'attualizzazione degli oneri sarà calcolata sulla rata, così come rivalutata, applicando il tasso di interesse legale in vigore al momento della presa in consegna provvisoria dell'Opera a Mare di cui al precedente articolo 6, per un arco temporale pari a quello intercorrente tra la consegna provvisoria dell'Opera a Mare e la scadenza della Convenzione unica di cui alla premessa n. 1) e cioè fino al 31-12-2038.

Autostrade per l'Italia s'impegna inoltre a corrispondere annualmente al "Concessionario Aeroportuale" -a decorrere dal secondo anno successivo dalla consegna provvisoria dell'Opera a Mare e sino al 31-12-2038- la variazione dell'indice "del costo di costruzione di un tronco stradale- costo della mano d'opera" accertata dall'ISTAT, nella misura del 100% e registrata nei dodici mesi precedenti, fatto riferimento al mese di giugno.

Tale variazione accertata dall'ISTAT sarà calcolata sulla rata relativa gli oneri di manutenzione e gestione, così come rivalutata, al momento della consegna provvisoria dell'Opera a Mare.

Il pagamento annuale degli oneri derivati dall'adeguamento dell'ISTAT

avverrà da parte di Autostrade per l'Italia al "Concessionario Aeroportuale" entro 90 giorni dalla presentazione della fattura emessa dallo stesso.

Autostrade per l'Italia si impegna inoltre a corrispondere ad APG gli oneri di dragaggio derivanti dalla maggiore sedimentazione dovuta alla realizzazione dell'opera di conterminazione e quantificati da APG in misura di € 300.000,00 (Euro trecentomila) per l'arco temporale (2018-2038) previsto nello studio morfodinamico.

Tale importo dovrà essere corrisposto ad APG contestualmente alla data di avvenuto collaudo tecnico della nuova Opera a Mare. Autostrade per l'Italia si impegna inoltre a corrispondere ad APG gli adeguamenti ISTAT desumibili dal Prezziario Opere Edili Unioncamere della Regione Liguria. Tale variazione sarà calcolata tenendo conto dell'anno di effettivo intervento di dragaggio ed assumendo quale riferimento una quota nominale annuale peri a € 15.000,00 (Euro Quindicimila).

Articolo 8: Attività di Monitoraggio ed eventuali interventi di ripristino della Infrastruttura Aeroportuale Esistente

Autostrade per l'Italia assicura tutte le attività di monitoraggio sull'infrastruttura aeroportuale esistente durante la realizzazione dell'Opera a Mare e per dieci anni successivi al collaudo tecnico dell'opera a mare.

Nel presente articolo si considerano i danneggiamenti subiti dall'infrastruttura esistente conseguenti al verificarsi:

- di cedimenti o assestamenti, indotti dalla costruzione dell'opera e legati alle caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione;
- di ripercussioni che eventuali danneggiamenti subiti dall'opera a mare (causati dalle azioni di progetto considerate nel calcolo e

dimensionamento dell'opera a mare e/o da vizi di costruzione dell'opera a mare) generano sull'infrastruttura aeroportuale esistente.

Danneggiamenti dovuti ad altre cause non sono considerati nel presente accordo.

La succitata attività di monitoraggio dell'infrastruttura aeroportuale esistente sarà effettuata da Autostrade per l'Italia in accordo alle prescrizioni contenute nelle "Linee guida per l'adeguamento delle strip aeroportuali" e nel "Regolamento Tecnico" redatti da ENAC.

Il piano delle azioni di monitoraggio farà parte del progetto esecutivo sottoposto alla verifica dei soggetti firmatari del presente atto come indicato dall'art. 3).

L' attività di monitoraggio sarà condotta con la seguente frequenza:

- ogni tre mesi durante il periodo di costruzione dell'Opera a Mare, con inizio tre mesi prima della consegna lavori;
- ogni sei mesi a decorrere dalla data di sottoscrizione del "Verbale di presa in consegna provvisoria" dell'Opera a Mare di cui all'art. 6, e fino al quinto anno successivo alla realizzazione della stessa (individuato come possibile periodo di assestamento dell'opera);
- ogni dodici mesi dal sesto anno successivo al collaudo tecnico dell'opera a e fino alla scadenza delle garanzie di cui all'art. 126 del DPR 207 del 05.10.2010.

Qualora Autostrade per l'Italia dovesse individuare, durante la succitata attività di monitoraggio, danneggiamenti all'infrastruttura aeroportuale esistente derivanti dalla realizzazione dell'Opera a Mare, provvederà a predisporre a sua cura e spese un progetto di ripristino da sottoporre

all'approvazione di APG per la parte idraulico-marittima ed ENAC e il "Concessionario Aeroportuale" per le restanti componenti progettuali.

Autostrade per l'Italia al fine di condividere il predetto progetto di ripristino con APG, ENAC ed il "Concessionario Aeroportuale"convocherà un tavolo tecnico a sua cura e spese, al quale potrà intervenire anche un funzionario tecnico del Ministero.

Individuata la soluzione progettuale più idonea, il tavolo tecnico l'approverà e autorizzerà i relativi interventi di ripristino definendone anche i tempi di attuazione ed il soggetto esecutore.

Resta inteso che tutte le spese e gli oneri relativi ai succitati interventi di ripristino rimarranno in capo ad Autostrade per l'Italia fino ai dieci anni successivi al completamento dei lavori dell'Opera a Mare, termine di scadenza delle garanzie di cui agli artt. 125 e 126 del DPR 207 del 05.10.2010.

Nel caso in cui i danneggiamenti e i relativi interventi di ripristino abbiano ripercussioni sull'attività ordinaria dello scalo, il tavolo tecnico ha il compito, tra l'altro, sulla base delle indicazioni pervenute dal "Concessionario Aeroportuale", di definire e approvare l'ammontare dei relativi oneri e le modalità di erogazione che Autostrade per l'Italia dovrà corrispondere al "Concessionario Aeroportuale"per le ripercussioni sull'ordinaria attività dello scalo aeroportuale.

Al termine del monitoraggio post operam, ENAC e/o il "Concessionario Aeroportuale" provvederà a propria cura, spese e responsabilità ad individuare e realizzare gli eventuali interventi di ripristino di cui dovesse necessitare l'infrastruttura esistente.

Articolo 9: Attività di Monitoraggio ed eventuali interventi di ripristino dell'Opera a Mare

Nel presente articolo si considerano gli interventi di ripristino legati a danneggiamenti subiti dall'Opera a mare conseguenti al verificarsi:

- delle azioni di progetto considerate nel calcolo e dimensionamento dell'opera a mare;
- di cedimenti o assestamenti, indotti dalla costruzione dell'opera e legati alle caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione;
- di vizi di costruzione dell'opera a mare.

Autostrade per l'Italia ha previsto all'interno del progetto definitivo della Gronda, l'attività di monitoraggio geotecnico e topografico da eseguire sull'Opera a Mare. Tale attività di monitoraggio sarà effettuata da Autostrade per l'Italia durante il corso dei lavori dell'Opera a Mare e per 10 anni successivi al collaudo tecnico dell'opera a mare (c.d. monitoraggio post operam).

Il piano delle azioni di monitoraggio farà parte anche del progetto esecutivo sottoposto alla verifica dei soggetti firmatari del presente atto come indicato dall'art. 3).

Qualora Autostrade per l'Italia dovesse individuare, durante il monitoraggio post operam, la necessità di effettuare interventi di ripristino sull'Opera a Mare, provvederà a darne comunicazione ad APG, ENAC e/o il "Concessionario Aeroportuale". Le parti condivideranno i predetti interventi di ripristino, definendone anche i tempi di attuazione ed il soggetto esecutore, con le modalità disciplinate al precedente art. 8.

Resta inteso che tutte le spese e gli oneri relativi a detti interventi di

ripristino saranno sostenuti da Autostrade per l'Italia fino ai dieci anni successivi al collaudo tecnico dell'Opera a Mare, termine di scadenza delle garanzie di cui agli artt. 125 e 126 del DPR 207 del 05.10.2010.

Al termine del monitoraggio post operam, ENAC e/o il "Concessionario Aeroportuale" provvederà a propria cura, spese e responsabilità ad individuare e realizzare gli eventuali interventi di ripristino di cui dovesse necessitare l'Opera a Mare.

Articolo 10: Garanzie

Autostrade per l'Italia si impegna a porre in essere le garanzie previste dalla normativa vigente, ed in particolare:

- dall'art. 125 del DPR 207 del 05.10.2010 in merito ai danni per il danneggiamento o la distruzione totale o parziale di impianti ed opere, anche preesistenti, verificatisi nel corso dell'esecuzione dei lavori e per la responsabilità civile dovuta a danni causati a terzi nel corso dell'esecuzione dei lavori;
- dall'art. 126 del DPR 207 del 05.10.2010 a copertura dei rischi di rovina totale o parziale dell'opera, ovvero dei rischi derivanti da gravi difetti costruttivi, per danni e per la responsabilità civile dovuta a danni causati a terzi con decorrenza dalla data di emissione del certificato di collaudo provvisorio o del certificato di regolare esecuzione e per la durata di dieci anni.

Articolo 11: Coordinamento

Per l'attuazione degli obiettivi oggetto del presente Accordo, le parti stabiliscono di istituire un Comitato di coordinamento – i cui costi saranno sostenuti in quota parte dai Partecipanti - che svolge i seguenti compiti:

1. esaminare e verificare lo stato di attuazione dell'Accordo in relazione agli impegni in esso assunti dai soggetti sottoscrittori;
2. individuare le migliori modalità di raccordo tra le attività dei sottoscrittori al fine di una più efficace attuazione dei contenuti dell'accordo;
3. evidenziare ai sottoscrittori la necessità di eventuali modifiche ed integrazioni dell'accordo al fine del perseguimento delle finalità condivise.

Il Comitato di coordinamento è composto da quattro membri in rappresentanza dei sottoscrittori ed è presieduto dal rappresentante di ENAC.

Il Comitato di coordinamento si riunisce in via ordinaria presso la sede dell'APG, su richiesta avanzata da uno dei soggetti sottoscrittori.

Articolo 12: Impegno alla diligenza

Fermo restando quanto regolato con il presente atto, nonché nel rispetto delle norme e dei regolamenti di settore vigenti, i sottoscrittori dell'Accordo di Programma sono reciprocamente impegnati, in ogni caso, ad assolvere alle attività di propria competenza ed a quelle scaturenti dalle esigenze di coordinamento con la massima diligenza e tempestività, al fine di assicurare con la massima efficienza la compiuta realizzazione dell'oggetto dell'Accordo di Programma.

Articolo 13: Efficacia e Durata del presente Accordo

Il presente atto sarà efficace a far data dal decreto di approvazione dello stesso da parte del "Ministero"- e avrà durata pari a quella della convenzione di cui in premessa al punto 1 e quindi fino al 31.12.2038.

Al termine della concessione assentita nella predetta convenzione, ovvero in caso anticipata cessazione della stessa, il "Ministero" subentrerà in tutti i patti contemplati con il presente atto.

ENAC, al termine della concessione con AGS, si impegna a trasferire in capo al futuro concessionario dell'Aeroporto di Genova tutti i patti e le condizioni del presente accordo.

Articolo 14: Domicilio

A tutti gli effetti amministrativi e giudiziari, le parti contraenti eleggono il proprio domicilio presso le proprie sedi.

Articolo 15: Foro competente

Tutte le controversie che dovessero insorgere in ordine all'interpretazione, esecuzione, validità, efficacia e risoluzione della presente Accordo, saranno di esclusiva competenza del Foro di Roma.

Articolo 16: Spese fiscali

Tutte le spese e gli oneri inerenti, relativi al presente Accordo ed agli atti conseguenti sono a carico di Autostrade per l'Italia.

Ai sensi dell'art. 5 comma 2° del testo Unico delle disposizioni concernenti l'imposta di registro, approvato con D.P.R. 26/04/86 n. 131, il presente Accordo sarà registrato solo in caso d'uso nei pubblici registri a cura e spese di. Autostrade per l'Italia e sconterà l'imposta, in misura fissa, come stabilito nella parte seconda art. 1 lett. b) della tariffa allegata al Testo Unico stesso.

Le parti dichiarano di seguito i rispettivi numeri di Codice Fiscale:

Autostrade per l'Italia: 07516911000,

APG 00801480108

AGS 0270142010L

ENAC 97158180584

Articolo 17: Informativa per la gestione dei dati di contratto

Ai sensi dell'Art.13 del D.Lgs. 30.06.2003, n.196 (Testo Unico delle norme in materia di tutela dei dati personali), riguardante la tutela delle persone e di altri soggetti rispetto al trattamento dei dati personali, le parti della presente Accordo si danno reciproco atto che i dati personali relativi a ciascuna verranno inseriti ed elaborati nelle rispettive banche dati, al fine di gestire i reciproci rapporti contrattuali, i cui adempimenti amministrativi sono curati per Autostrade per l'Italia da EsseDiEsse S.p.A., nominata Responsabile del Trattamento.

Le parti del presente atto si riconoscono reciprocamente il diritto di conoscenza, cancellazione, rettifica, aggiornamento, integrazione ed opposizione al trattamento dei dati stessi, secondo quanto previsto dall'art.7 del suddetto D. Lgs.

Resta espressamente inteso che ciascuna parte dichiara di aver preso visione di quanto sopra esposto.

Titolare delle banche dati di rilievo ai fini del presente atto sono le parti così come costituite in testa al presente atto.

Il presente atto, composto di 31 pagine è redatto in cinque originali che vengono sottoscritte dalle parti sopra costituite.

Perché tutto ciò consti si è redatto il presente atto che, letto e confermato, viene sottoscritto.

Roma, lì 14/9/2015

Per Autostrade per l'Italia:

autostrade per l'Italia
Società per azioni
Amministratore Delegato
(Giovanni Castellucci)

Per Ente Nazionale per l'Aviazione Civile:

Il Direttore Generale
Dott. Alessio Quaranta

Per Autorità Portuale di Genova:

IL PRESIDENTE
LUIGI MERLO

Per Aeroporto di Genova:

AEROPORTO DI GENOVA S.p.A.
IL PRESIDENTE
(Prof. Avv. M. ARATO)

ALLEGATO A

VALORIZZAZIONE DEGLI ONERI DI AEROPORTO DI GENOVA SPA PER LA GESTIONE DELL'OPERA A MARE NEL CANALE DI CALMA

PREMESSA

La realizzazione dell'Opera a Mare nel Canale di Calma a cura di Soc. Autostrade va ad aggiungere nuove opere civili e impianti elettromeccanici a quelli già esistenti che costituiscono l'infrastruttura dell'Aeroporto di Genova.

Mentre i costi di realizzazione di tali nuove opere sono compresi nei lavori a Base d'Asta della Gronda di Genova, la Soc. AGS dovrà essere ristorata per i maggiori oneri di gestione/manutenzione durante tutto il periodo che andrà dall'ultimazione dei lavori al termine della concessione di AGS.

Per stimare i costi di "*gestione*" ci si è riferiti ai più recenti Elenchi Prezzi in vigore presso la Soc. Autostrade o la Soc. Anas, applicandone i prezzi unitari alle quantità desunte dal Progetto Definitivo dell'Opera a Mare. Quando invece ci si riferisce a costi di "*manutenzione*" (rifacimenti, ripristini, riparazioni, ricambi, sostituzioni, ecc.) si è utilizzato il parametro "civilistico" del 5% annuo rispetto alla quantità iniziale, approssimando all'unità (per eccesso) le eventuali parti frazionarie.

MANUTENZIONE MAGGIORE SUPERFICIE A VERDE

SFALCIO

Per valorizzare lo sfalcio dell'erba sulla nuova superficie realizzata dall'Opera a Mare ci si è riferiti al prezzo X.06 dell'Elenco Prezzi della Soc. Autostrade "*PER IL SERVIZIO DI MANUTENZIONE INTEGRATA (ORDINARIA E STRAORDINARIA) DELLE OPERE COMPLEMENTARI DELLE PERTINENZE AUTOSTRADALI COMPRENDENTE LE OPERE IN VERDE, L'IGIENE AMBIENTALE, IL CORPO AUTOSTRADALE, GLI IMPIANTI DI SICUREZZA STRADALE ED IL PRONTO INTERVENTO*" Edizione Set/2008, con l'inserimento dell'onere della raccolta e dello smaltimento dei residui di lavorazione.

La descrizione del prezzo diventa quindi la seguente:

X06 - Sfalcio erbe nelle aree interne ai rami di svincolo, parcheggi, stazioni, aree di servizio ecc., comprese le scarpate dei piazzali e delle rampe di svincolo, lo sfalcio attorno alle piantagioni ed ai cartelli, esclusa la fascia di mt. 1,50 dal margine del ciglio erboso. E' compreso l'onere della raccolta e dello smaltimento dei residui di lavorazione.

1) per il primo sfalcio dell'anno solare

- ogni 100 mq €. 2,27.= (diconsi euro due e 27/100)

2) per il secondo e successivi sfalci dell'anno solare

ogni 100 mq €. 1,60.= (diconsi euro uno e 60/100)

Il prezzo si applica a tutta l'area inerbita dell'Opera a Mare (tranne la fascia di 1,50 ml che contorna le strade di servizio) prevedendo 4 sfalci all'anno, per ciascuno degli anni di gestione.

Per quanto attiene la fascia di mt. 1,50 lungo il ciglio stradale, ci si può riferire al prezzo X.03 del medesimo Elenco, che propone la seguente descrizione:

X03 - Sfalcio erbe sulle banchine laterali protette da sicurvia H3 tipo "Autostrade compreso l'onere del taglio delle erbe attorno ai montanti del sicurvia, alle canalette ecc., la triturazione e lo stendimento uniforme del materiale di risulta su tutta la superficie di intervento. Tutto cio' da eseguire tutte le volte che si renderà necessario al fine di mantenere lo sviluppo delle erbe costantemente inferiore a 30 cm. di altezza, per ogni anno di validità del contratto.

1 - *per una larghezza di m. 1,50 (m.0,50 di banchina e m. 1,00 di scarpata adiacente)*

- ogni 100 ml./anno €. 18,49.= (diconsi euro diciotto e 49/100)

Il prezzo si applica alla fascia di 1,50 ml che contorna le strade di servizio, per ciascuno degli anni di gestione.

RICARICHE E RIPRISTINI DOVUTI A EVENTUALI CEDIMENTI O ASSESTAMENTI LOCALIZZATI

Per queste attività ci si può riferire al prezzo U.01 dell'Elenco Prezzi della Soc. Autostrade "*PER IL SERVIZIO DI MANUTENZIONE INTEGRATA (ORDINARIA E STRAORDINARIA) DELLE OPERE COMPLEMENTARI DELLE PERTINENZE AUTOSTRADALI COMPRENDENTE LE OPERE IN VERDE, L'IGIENE AMBIENTALE, IL CORPO AUTOSTRADALE, GLI IMPIANTI DI SICUREZZA STRADALE ED IL PRONTO INTERVENTO*" Edizione Set/2008, ridotto per eliminare il riferimento al caso – non pertinente - di incidente stradale.

La descrizione del prezzo diventa quindi la seguente:

U001 - Ripristino di superfici di terreno con risagomatura delle zone dissestate con riporto del terreno smosso ed integrazione, ove necessario, di idoneo terreno agrario fornito in opera. Compreso quant'altro occorrente per la perfetta sistemazione e rifinitura dello strato superficiale.

01) in piano, per aiuole in genere, anche spartitraffico e su banchine laterali.

- per ogni metro quadrato €. 2,49.= (diconsi euro due e 49/100)

02) in pendenza, su scarpate in rilevato o in trincea

- per ogni metro quadrato €. 3,13.= (diconsi euro tre e 13/100)

Il prezzo 01 si applica al 5% della superficie piana per ciascuno degli anni di gestione, il prezzo 02 al 5% della superficie in pendenza, per ciascuno degli anni di gestione.

MANUTENZIONE STRADE PAVIMENTATE

RIFACIMENTO LOCALIZZATO DELLA SEGNALETICA ORIZZONTALE E INTERVENTI DI RIPRISTINO

Per valorizzare la manutenzione delle strutture stradali realizzate per l'Opera a Mare ci si è riferiti al prezzo 07.01.051 dell'Elenco Prezzi della Soc. ANAS *"MANUTENZIONE ORDINARIA E STRAORDINARIA"* Edizione 2011, che propone la seguente descrizione:

07.01.051 - Esecuzione di rappezzi localizzati

I rappezzi devono essere preparati con accurata demolizione del materiale degradato, a mezzo di fresatura, riquadratura dei bordi, spianamento del fondo anche con apporto di materiale prebitumato fine ed impregnazione con emulsione acida al 60% di tutte le superfici orizzontali e verticali. Seguirà il riempimento e la compattazione. Non si dovranno superare i 10 cm per ogni strato data la difficoltà di ben compattare spazi ridotti. Potrà essere previsto impiego di fresato idoneo nella percentuale massima del 20%. Dopo la stesa della mano di attacco andrà steso il conglomerato bituminoso, provvisto di marchiature CE, di riempimento che non dovrà essere a freddo (bitumi flussati), ma a caldo e preferibilmente modificato con plastomeri, aggiunti nel mescolatore (3-4 kg / ton di conglomerato bituminoso). I rappezzi fatti in condizioni climatiche avverse potranno essere realizzati con materiali a freddo, ma le riparazioni dovranno essere ripetute con conglomerato a caldo e con i metodi sopra descritti già compreso nel presente prezzo.

- per ogni metro quadrato €. 9,024.= (diconsi euro nove e 24/1000)

Il prezzo si applica al 5% della superficie stradale realizzata, per ciascuno degli anni di gestione.

MANUTENZIONE CONCERTINA DI DELIMITAZIONE

SOSTITUZIONE LOCALIZZATA, LEGATA A FENOMENI DI DETERIORAMENTO O DANEGGIAMENTO

Per valorizzare la manutenzione della recinzione aeroportuale realizzata per l'Opera a Mare ci si può riferire ai prezzi 06.07.014 e dell'Elenco Prezzi della Soc. ANAS *"MANUTENZIONE ORDINARIA E STRAORDINARIA"* Edizione 2011, che propongono la seguente descrizione:

06.07.014 - Rimozione di vecchie recinzioni metalliche di qualsiasi tipo

comprendente paletti, rete, filo spinato, ecc., compreso carico e trasporto a rifiuto dei materiali di risulta, nonchè il taglio di arbusti e rovi a ridosso della recinzione stessa

- per ogni metro lineare €. 1,955.= (diconsi euro uno e 955/1000)

06.07.009.a - Fornitura e posa in opera di recinzione

costituita da rete metallica elettrosaldata zincata a caldo con 240 g di zinco per mq di superficie norme DIN/E 1548, dell'altezza metri 1 in filo del diametro non inferiore a mm 2.2 a maglie non superiori a mm 50x100, ancorata, mediante legature con filo di acciaio zincato ricotto diam mm2, a

itti in profilato metallico zincato a caldo di sezione ad U da mm50x30 spessore mm2.5 di cui m0.45 ancorati in blocco di calcestruzzo, posti verticalmente ad interasse non superiore a metri 2.00 (due), compresi:

- un ritto completo di un controvento ogni trenta metri al massimo di recinzione ed un ritto completo di due controventi all'inizio e termine di ciascun tratto ed ogni cento metri al massimo di recinzione e ove lo richiedano variazioni allineamento e di pendenza;

- controventi in profilato metallico zincato a caldo di sezione ad U non inferiore a mm 30x25 spessore mm2.5 (oppure mm 30x35 spessore mm2);

- un filo spinato zincato in tensione sovrastante la rete posto a distanza di cm 20 circa dal bordo superiore della rete stessa, costituito da due fili intrecciati di diam. non inferiore a mm2.2; e triboli a quattro punte poste a cm10 circa di interasse, oppure filo liscio zincato in tensione del diam. mm3 in luogo di quello spinato ove richiesto dalla Direzione Lavori;

- tre ordini di filo di tensione in acciaio zincato del diam. mm3 posti longitudinalmente nella parte inferiore, in mezzeria ed in sommità circa della rete, compresi gli appositi tenditori zincati posti in corrispondenza di ogni ritto con due controventi per la tenuta in tensione di ciascuno dei suddetti tre ordini di filo longitudinale e del filo spinato, o liscio, sovrastante la rete;

- il filo zincato ricotto non inferiore a diam. mm 2 per le legature ed i bulloni con dado zincati di fissaggio dei controventi ai ritti;

- lo scavo in terreno di qualsiasi natura e consistenza anche in roccia da mina o formazione di fori adeguati sopra le murature esistenti, necessari per l'ancoraggio dei sostegni e controventi con calcestruzzo cementizio in maniera idonea a garantire un solido ancoraggio degli stessi compreso altresì ogni onere e magistero per dare compiuti i lavori a regola d'arte; tutto secondo l'indicazione della Direzione Lavori

- per ogni metro lineare €. 15,051.= (diconsi euro quindici e 51/1000)

Entrambi i prezzi si applicano al 5% dello sviluppo di recinzione realizzata, per ciascuno degli anni di gestione.

MANUTENZIONE RETE DI DRENAGGIO

PULIZIA E MANUTENZIONE

Per valorizzare la manutenzione della rete di drenaggio aeroportuale realizzata per l'Opera a Mare ci – costituita da cunette, canalette ci si può riferire ai prezzi dell'Elenco Prezzi della Soc. ANAS "*MANUTENZIONE ORDINARIA E STRAORDINARIA*" Edizione 2011 e a quelli dell'Elenco Prezzi della Soc. Autostrade "*PER IL SERVIZIO DI MANUTENZIONE INTEGRATA (ORDINARIA E STRAORDINARIA) DELLE OPERE COMPLEMENTARI DELLE PERTINENZE AUTOSTRADALI COMPRENDENTE LE OPERE IN VERDE, L'IGIENE AMBIENTALE, IL CORPO AUTOSTRADALE, GLI IMPIANTI DI SICUREZZA STRADALE ED IL PRONTO INTERVENTO*" Edizione Set/2008, che propongono la seguente descrizione:

06.06.002 - Pulizia di cunette stradali comprendente la eliminazione di erbe, rovi, ecc., nonché l'allontanamento a rifiuto del materiale di risulta

- per ogni metro lineare €. 0,638.= (diconsi euro zero e 638/1000)

Il prezzo si applica all'intero sviluppo della rete di cunette, per ciascuno degli anni di gestione.

06.06.014 - Pulitura canalette e canali di scolo di acque da erbacce, terriccio e quant'altro ostacoli il naturale deflusso delle acque, da effettuarsi a macchina o a mano, anche in presenza di traffico

- per ogni metro lineare €. 1,152.= (diconsi euro uno e 152/1000)

Il prezzo si applica si applica all'intero sviluppo della rete di canalette e canali, per ciascuno degli anni di gestione.

Y12 - Vuotatura di fossa biologica, anche composta da piu' camere contigue, o pozzo nero, sia a tenuta che perdente, ovunque ubicati. Compreso il lavaggio delle pareti interne, delle tubazioni di adduzione e scarico per non meno di mt. 3.00 e dei dispersori ove esistenti. Eseguita con attrezzatura ad alto rendimento, anche combinata tipo "canal jet", in grado di assicurare il totale distacco del materiale in essi accumulato. Compreso ogni onere per la fornitura dell' acqua necessaria, aspirazione, trasporto, conferimento e smaltimento dei liquami presso impianto di trattamento autorizzato e quant' altro previsto dal Capitolato Speciale.

- 1) per volume complessivo delle camere fino a mc. 5.00.

- per singolo impianto €. 206,95.= (diconsi euro duecentosei e 95/100)

- 2) per volume complessivo delle camere oltre i mc. 5.01

- per singolo impianto €. 363,59.= (diconsi euro trecentosessantatré e 59/100)

Il prezzo 01 si applica al 5% dei pozzetti per ciascuno degli anni di gestione, il prezzo 02 al 5% delle vasche delle stazioni di sollevamento, per ciascuno degli anni di gestione.

RIPRISTINI O RIPARAZIONI LOCALIZZATE LEGATE A CEDIMENTI LOCALIZZATI DEI TERRENI DI FONDAZIONE

Per valorizzare l'eventuale ripristino della rete di drenaggio che nei primi anni successivi all'esecuzione dell'Opera a Mare potrebbe ammalorarsi a causa dei cedimenti del terreno, viene considerato il 5% del costo della rete di di tubazioni, per ciascuno degli anni di gestione.

STAZIONI DI SOLLEVAMENTO

ASSORBIMENTO ELETTRICO LEGATO AL FUNZIONAMENTO DEGLI IMPIANTI

Per valorizzare il costo a kw dell'energia elettrica ci si può riferire ai prezzi dell'Elenco Prezzi della Soc. ANAS, Compartimento Viabilità della Liguria EP Unico 2012, che propone la seguente descrizione:

CE.7.6 Energia elettrica

- per ogni kw €. 0,200.= (diconsi euro zero e 200/1000)

Il prezzo si applica alla potenza nominale delle elettropompe installate nelle stazioni di sollevamento, considerate in funzione per il tempo necessario a smaltire la portata meteorica media annuale, per ciascuno degli anni di gestione.

MANUTENZIONE E CONTROLLO

Per valorizzare gli oneri di manutenzione dell'impianto di sollevamento delle acque meteoriche, viene considerato il 5% del costo di realizzazione della componente impiantistica delle stazioni di sollevamento, per ciascuno degli anni di gestione.

IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

ASSORBIMENTO ELETTRICO LEGATO AL FUNZIONAMENTO DEGLI IMPIANTI

Per valorizzare il costo a kw dell'energia elettrica ci si può riferire ai prezzi dell'Elenco Prezzi della Soc. ANAS, Compartimento Viabilità della Liguria EP Unico 2012, che propone la seguente descrizione:

CE.7.6 Energia elettrica

- per ogni kw €. 0,200.= (diconsi euro zero e 200/1000)

Il prezzo si applica si applica alla potenza nominale dei corpi illuminanti installati, considerati in funzione per 10 h/g, per ciascuno degli anni di gestione.

MANUTENZIONE E CONTROLLO, SOSTITUZIONE DEGLI ELEMENTI DETERIORATI O DANEGGIATI;

Per valorizzare gli oneri di manutenzione dell'impianto di illuminazione dell'Opera a Mare, viene considerato il 5% del costo di realizzazione dell'impianto illuminante, per ciascuno degli anni di gestione.

IMPIANTI DISSUASORI PER VOLATILI

possibile che la tecnologia applicata ad oggi agli impianti dissuasori (piuttosto rudimentale, ata su detonazioni di impianti alimentati a gas), subisca nel tempo importanti evoluzioni. Nella cessità di valutare comunque i costi, si concorda di inserire un prezzo annuale a corpo pari a .000,00 Euro.

perviene pertanto alla seguente valorizzazione degli oneri:

ALORIZZAZIONE ONERI

a tabella seguente riporta il riepilogo degli oneri stimati nel documento "Opera a Mare nel Canale Calma – Computo Metrico Estimativo degli oneri di gestione ordinaria e degli interventi di Manutenzione ordinaria", allegato al presente.

Codice WBS	Codice Lavorazione	Descrizione	Importi Gestione Ordinaria	Importi Manutenzione Ordinaria	Importo Totale
0.1		**SUPERFICIE A VERDE**			**€ 105.782,37**
	0.1.a	SFALCIO	€ 39.066,06		
	0.1.b	RICARICHE E RIPRISTINI		€ 66.716,31	
0.2		**STRADE PAVIMENTATE**			**€ 11.742,03**
	0.2.a	RIFACIMENTO LOCALIZZATO		€ 11.742,03	
0.3		**CONCERTINA DI DELIMITAZIONE**			**€ 3,264.30**
	0.3.a	RIFACIMENTO LOCALIZZATO		€ 3.264,30	
0.4		**RETE DI DRENAGGIO**			**€ 136.972,31**
	0.4.a	PULIZIA E MANUTENZIONE	€ 79.298,31		
	0.4.b	RIPRISTINI O RIPARAZIONI LOCALIZZATE		€ 57.674,00	
0.5		**STAZIONI DI SOLLEVAMENTO**			**€ 105.783,60**
	0.5.a	FUNZIONAMENTO DEGLI IMPIANTI	€ 9.000,00		
	0.5.b	MANUTENZIONE E CONTROLLO		€ 96.783,60	
0.6		**IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE**			**€ 48.064,11**
	0.6.a	FUNZIONAMENTO DEGLI IMPIANTI	€ 12.932,68		
	0.6.b	MANUTENZIONE E CONTROLLO		€ 35.131,43	
0.7		**IMPIANTI DISSUASORI PER VOLATILI**			**€ 10.000,00**
	0.7.a	FUNZIONAMENTO DEGLI IMPIANTI	€ 10.000,00		
TOTALE			**€ 150.297,05**	**€ 271.311,67**	**€ 421.608,72**

INTEGRAZIONE E AGGIORNAMENTO

Le valorizzazioni sopra riportate dovranno essere integrate e aggiornate sulla base dei seguenti elementi:

- I prezzi unitari utilizzati nella quantificazione dei costi, riferiti a prezzari vigenti all'anno 2011 e 2012, dovranno essere aggiornati con le corrispondenti voci riportate nell'edizione dei prezzari in vigore al momento dell'attivazione della presente convenzione e dovranno essere aggiornati annualmente, durante il periodo di validità, sulla base degli indici ISTAT;
- Le quantità delle singole voci, stimate sulla base della revisione progettuale di Maggio 2012, dovranno essere verificate ed integrate alla luce della configurazione finale del

dell'Opera a Mare costruita e funzionale, al momento della consegna in carico all'ente gestore.

ALLEGATO

Si allega al presente il documento "Opera a Mare nel Canale di Calma – Computo Metrico Estimativo degli oneri di gestione ordinaria e degli interventi di Manutenzione ordinaria"

Pos.	Articolo	Breve	Cod. U.M.	Prezzo	Provenienza Riferimento	Cod. WBS lavoro	Des. WBS lavoro	Cod. Lavorazione	Des. Lavorazione	Commento	Simili	Lunghezza	Larghezza	Altezza	TOT	Quantità	Importo	TOTALE
1	X.06	Sfalcio erba nelle aree interne ai rami di svincolo, parcheggi, stazioni, aree di servizio ecc., comprese le scarpate dei piazzali e delle rampe di svincolo, lo sfalcio attorno alle piantagioni ed ai cartelli, esclusa la fascia di mt. 1,50 dal margine del ciglio erboso. E' compreso l'onere della raccolta e dello smaltimento dei residui di lavorazione.					SUPERFICIE A VERDE	0.1.a	SFALCIO									39.066,06
2		1)per il primo sfalcio dell'anno solare	100 m²	0,27	A	0.1	SUPERFICIE A VERDE	0.1.a	SFALCIO						504.934,89	5.049,55	11.482,47	
3		2)per il secondo e successivi sfalci dell'anno solare	100 m²	1,6	A	0.1	SUPERFICIE A VERDE	0.1.a	SFALCIO						504.934,89	11.149,64	24.337,82	
4	X.03	Sfalcio erba sulle banchine laterali protette da sicurvia H3 tipo "Autostrade compreso l'onere del taglio delle erbe attorno ai montanti del sicurvia, alle canalette ecc., la sfumazione e lo stendimento uniforme del materiale di risulta su tutta la superficie di intervento. Tutto ciò da eseguire tutte le volte che si renderà necessario al fine di mantenere lo sviluppo delle erbe costantemente inferiore a 30 cm. di altezza, per ogni anno di validità del contratto. 1 - per una larghezza di m. 1,50 (m.0,50 di banchina e m. 1,00 di scarpata adiacente) -	100 m / anno	68,48	A	0.1	SUPERFICIE A VERDE	0.1.a	SFALCIO							18.200,14	2.385,76	
											2,00	3.845,14	1,50		16.951,43			
											2,00	800,00	1,50		1.920,00			
											1,00	3.845,14	1,50		5.467,71			
5	U.001	Ripristino di superfici di terreno interessate da incidente, con rimozione di materiali estranei di qualsiasi natura e relativo conferimento in discarica, risagomatura della zona dissestata con riporto del terreno smosso ed integrazione, ove necessario, di idoneo terreno agrario fornito in opera. Compreso quant'altro occorrente per la perfetta sistemazione a regola d'arte della strada superficiale.				0.1	SUPERFICIE A VERDE	0.1.b	RICARICHE E RIPRISTINI									66.716,31
6		1)in piano, per aiuole in genere, anche spartitraffico e su banchine laterali.	m²	2,48	A	0.1	SUPERFICIE A VERDE	0.1.b	RICARICHE E RIPRISTINI	5%					439.145,65	21.957,28	54.873,63	
7		2)in pendenza, su scarpate in rilevato o in trincea	m²	3,13	A	0.1	SUPERFICIE A VERDE	0.1.b	RICARICHE E RIPRISTINI	5%					76.650,00	3.847,50	12.042,68	
8	07.01.051	Esecuzione di rappezzi localizzati - I rappezzi devono essere preparati con accurata demolizione del materiale degradato, a mezzo di frasatura, squadratura dei bordi, spianamento del fondo anche con apporto di materiale preliminare fine ed impregnazione con emulsione acida al 60% di tutte le superfici orizzontali e verticali. Seguirà il riempimento e la compattazione. Non si dovranno superare i 10 cm per ogni strato data la difficoltà di ben compattare spazi ridotti. Potrà essere previsto impiego di trasco idoneo nella percentuale massima del 20%. Dopo la stesa della mano di attacco andrà steso il conglomerato bituminoso, provvisto di marchiatura CE, di riempimento che non dovrà essere a freddo (bitumi flussati), ma a caldo e preferibilmente modificato con plastomeri, aggiunti nel mescolatore (3-4 kg / ton di conglomerato bituminoso). I rappezzi nelle condizioni climatiche avverse potranno essere realizzati con materiali a freddo, ma le riparazioni dovranno essere ripetute con conglomerato a caldo e con i metodi sopra descritti già compreso nel presente prezzo.	m²	9,094	B	0.2	STRADE PAVIMENTATE	0.2.a	RIFACIMENTO LOCALIZZATO	5%					25.094,00	1.361,20	11.742,03	11.742,03
											1,00	12.758,00						
											1,00	12.758,00						
											1,00	508,00						

Pos	Articolo	Breve	Cod. U.M.	Prezzo	Prezzario Riferimento	Cod. WBS lavoro	Des. WBS lavoro	Cod. Lavorazione	Des. Lavorazione	Commento	Simili	Lunghezza	Larghezza	Altezza	TOT	Quantità	Importo	TOTALE
9	06.07.014	Rimozione di vecchie recinzioni metalliche di qualsiasi tipo comprendente paletti, rete, filo spinato, ecc., compreso carico e trasporto a rifiuto dei materiali di risulta, nonché il taglio di arbusti e rovi a ridosso della recinzione stessa	m	1,955	8	5.2	CONCERTINA DI DELIMITAZIONE	0.3.a	RIFACIMENTO LOCALIZZATO	5%					3.809,00	181,95	373,29	
10	06.07.009.a	Fornitura e posa in opera di recinzione costituita da rete metallica elettrosaldata zincata a caldo con 240 g di zinco per mq di superficie norma DIN/E 1548, dell'altezza metri 1 in filo del diametro non inferiore a mm 2.2 a maglie non superiori a mm 50x100, ancorata, mediante legature con filo di acciaio zincato ricotto diam mm2, a ritti in profilato metallico zincato a caldo di sezione ad U da mm50x30 spessore mm2,5 di cui m0,45 ancorati in blocco di calcestruzzo, posti verticalmente ad interasse non superiore a metri 2,50 (due), compresi: - un ritto completo di un controvento ogni trenta metri al massimo di recinzione ed un ritto completo di due controventi all'inizio e termine di ciascun tratto del ogni cento metri al massimo di restrizione e ove lo richiedano variazioni allineamento e di pendenza; - controventi in profilato metallico zincato a caldo di sezione ad U non inferiore a mm 30x25 spessore mm2,5 (oppure mm 30x35 spessore mm2); - un filo spinato zincato in tensione sovrastante la rete posto a distanza di cm 20 circa dal bordo superiore della rete stessa, costituito da due fili intrecciati di diam. non inferiore a mm2,2, e tiboli a quattro punte poste a cm10 circa di interasse, oppure filo liscio zincato in tensione del diam. mm3 in luogo di quello spinato ove richiesto dalla Direzione Lavori; - tre ordini di filo di tensione in acciaio zincato del diam. mm3 posti longitudinalmente nella parte inferiore, in mezzeria ed in sommità circa della rete, comprasi gli appositi fondi/od zincati posti in corrispondenza di ogni ritto con due controventi per le tirate in tensione di ciascuno dei suddetti tre ordini di filo longitudinale e del filo spinato, o liscio, sovrastante la rete; - il filo zincato ricotto non inferiore a diam. mm 2 per le legature ed i bulloni con dado zincati di fissaggio dei controventi ai ritti; - lo scavo in terreno di qualsiasi natura e consistenza, anche in roccia da mina o formazione di fori adeguati sopra le murature esistenti, necessari per l'ancoraggio dei sostegni e controventi con calcestruzzo cementizio in maniera idonea a garantire un solido ancoraggio degli stessi compreso altresì ogni onere e magistero per dare compiuti i lavori a regola d'arte; tutto secondo l'indicazione della Direzione Lavori	m	15,051	8	0.5	CONCERTINA DI DELIMITAZIONE	0.3.a	RIFACIMENTO LOCALIZZATO	5%					3.809,00	181,95	2.889,04	3.264,30

Prg.	Articolo	Breve	Cod. U.M.	Prezzo	Prezzario Riferimento	Cod. WBS lavoro	Des. WBS lavoro	Cod. Lavorazione	Des. Lavorazione	Commento	Simili	Lunghezza	Larghezza	Altezza	TOT	Quantità	Importo	TOTALE
11	06.06.002	Pulizia di cunette stradali comprendente la eliminazione di erba, revi, ecc., nonché l'allontanamento e rifiuto del materiale di risulta	m	6,535	B	0,4	RETE DI DRENAGGIO	0.4.a	PULIZIA E MANUTENZIONE							345,45	220,37	
										accesso centrale sui due lati		165,40						
										accesso a est		80,20						
										raccordo a est		100,20						
12	06.06.014	Pulizia canalette e canali di scolo di acque da arbacce, terriccio e quant'altro ostacoli il naturale deflusso delle acque, da effettuarsi a macchina o a mano, anche in presenza di traffico	m	1,152	B	0,4	RETE DI DRENAGGIO	0.4.a	PULIZIA E MANUTENZIONE							42.683,00	49.170,82	
										tubazioni corrugate di PEAD per fognature DN 200		35.260,00						
										tubazioni strutturate in PE-HD DN 630 mm		2.420,00						
										tubazioni strutturate in PE-HD DN 800 mm		126,00						
										cameiette modulari autoportanti		6.907,00						
13	Y12	Vuotatura di fossa biologica, anche composta da più camere contigue, o pozzo nero, ala o tenuta che perdano, ovunque ubicati. Compreso il lavaggio delle pareti interne, delle tubazioni di adduzione e scarico per non meno di mt. 3,00 e dei dispersori ove esistenti. Eseguita con attrezzature ad alto rendimento, anche combinate tipo "canal jet", in grado di assicurare il totale distacco del materiale in essi accumulato. Compresi ogni onere per la fornitura dell'acqua necessaria, aspirazione, trasporto, conferimento e smaltimento dei fanghi presso impianto di trattamento autorizzato e quant'altro previsto dal Capitolato Speciale.			A	0,4	RETE DI DRENAGGIO	0.4.a	PULIZIA E MANUTENZIONE									136.972,31
14		1) per volume complessivo delle camere fino a mc. 5,00.	cad	206,95	A	0,4	RETE DI DRENAGGIO	0.4.a	PULIZIA E MANUTENZIONE							141,00	29.178,95	
										pozzetti Φ 800	24,00							
										pozzetti 100x100	77,00							
										pozzetti 120x120	30,00							
15		2) per volume complessivo delle camere oltre i mc. 5,01	cad	363,59	A	0,4	RETE DI DRENAGGIO	0.4.a	PULIZIA E MANUTENZIONE							2,00	727,18	
										stazioni di sollevamento	9,00							
										canale grande lato ovest	1,00							
										canale grande lato centro - est	1,00							
										stacco provvisorio	16,00							
16	RDR	Rete di Drenaggio	a corpo	-	E	0,4	RETE DI DRENAGGIO	0.4.b	RIPRISTINI O RIPARAZIONI LOCALIZZATE	5%						1.153.470,95	57.674,00	
17	28.7.6	Energia elettrica per ogni kw	kw	0,2	C	0,5	STAZIONI DI SOLLEVAMENTO	0.5.a	FUNZIONAMENTO DEGLI IMPIANTI							45.000,00	9.000,00	
										Stazione 1	pompa 1	93,00	30,00		2.790,00			
											pompa 2	46,00	30,00		1.380,00			
											pompa 3	31,00	30,00		930,00			
											pompa 4	23,00	30,00		690,00			
											pompa 5	0,00	0,00		0,00			
										Stazione 2	pompa 1	93,00	30,00		2.790,00			
											pompa 2	46,00	30,00		1.380,00			
											pompa 3	31,00	30,00		930,00			
											pompa 4	23,00	30,00		690,00			
											pompa 5	0,00	0,00		0,00			
										Stazione 3	pompa 1	93,00	30,00		2.790,00			
											pompa 2	46,00	30,00		1.380,00			
											pompa 3	31,00	30,00		930,00			
											pompa 4	23,00	30,00		690,00			
											pompa 5	0,00	0,00		0,00			
										Stazione 4	pompa 1	93,00	30,00		2.790,00			
											pompa 2	46,00	30,00		1.380,00			
											pompa 3	31,00	30,00		930,00			
											pompa 4	23,00	30,00		690,00			
											pompa 5	0,00	0,00		0,00			
										Stazione 5	pompa 1	93,00	30,00		2.790,00			
											pompa 2	46,00	30,00		1.380,00			
											pompa 3	31,00	30,00		930,00			
											pompa 4	23,00	30,00		690,00			
											pompa 5	0,00	0,00		0,00			
										Stazione 6	pompa 1	93,00	30,00		2.790,00			105.783,60
											pompa 2	46,00	30,00		1.380,00			
											pompa 3	31,00	30,00		930,00			
											pompa 4	23,00	30,00		690,00			
											pompa 5	0,00	0,00		0,00			
										Stazione 7	pompa 1	55,00	30,00		1.650,00			

Pro.	Articolo	Breve	Cod. U.M.	Prezzo	Prezzario di riferimento	Cod. WBS lavoro	Des. WBS lavoro	Cod. Lavorazione	Des. Lavorazione	Commento	Simili	Lunghezza	Larghezza	Altezza	TOT	Quantità	Importo	TOTALE
											pompa 2	27,00	30,00		810,00			
											pompa 3	18,00	30,00		540,00			
											pompa 4	14,00	30,00		420,00			
											pompa 5	0,00	0,00		0,00			
										Stazione I	pompa 1	55,00	30,00		1.650,00			
											pompa 2	27,00	30,00		810,00			
											pompa 3	18,00	30,00		540,00			
											pompa 4	14,00	30,00		420,00			
											pompa 5	0,00	0,00		0,00			
										Stazione Rio Rocallo	pompa 1	55,00	30,00		1.650,00			
											pompa 2	27,00	30,00		810,00			
											pompa 3	18,00	30,00		540,00			
											pompa 4	14,00	30,00		420,00			
											pompa 5	0,00	0,00		0,00			
18	PAM.073	Realizzazione di stazione di sollevamento, completa di struttura in c.a. di contenimento assieme gli elaborati grafici di progetto delle dimensioni interne di m 6,00x (5,30+3,40), il prezzo comprende la fornitura e posa di n. 5 elettropompe sommergibili - stazioni di sollevamento intermedie e di testa	cad	-	D	0,5	STAZIONI DI SOLLEVAMENTO	0.5.b	MANUTENZIONE E CONTROLLO	5%						1.025.671,00	66.783,60	

Prg.	Articolo	Sigla	Descrizione	Cod. V.M.	Prezzo	Provenienza Riferimento	Cod. WBS Impianto	Des. WBS Impianto	Cod. Lavorazione	Des. Lavorazione	Commento	Righi	Lunghezza	Larghezza	Altezza	TOT	Quantità	Importo	TOTALE
19	CE.7.E	Energia elettrica per ogni kw			0,2	C	0,6	IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE	0.6.a	FUNZIONAMENTO DEGLI IMPIANTI							84.683,40	12.802,68	
											corpi illuminanti, dotati di corpo illuminante da 100 W	135,00	100,00	1,00	3.650,00	45.825,00	-		48.064,11
											apparecchi per illuminazione di emergenza da 24 W	160,00	24,00	1,00	3.650,00	14.016,00			
											apparecchi di illuminazione diretta da soffito da 2x58 W	10,00	58,00	2,00	3.650,00	4.234,00			
											apparecchi di illuminazione diretta da soffito da 2x36 W	3,00	36,00	2,00	3.650,00	788,40			
20	IE.ON	Impianti Elettrici su Opere a Mare	a corpo	-	-	E		IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE	0.6.b	MANUTENZIONE E CONTROLLO	5%					702.628,67		35.131,43	10.000,00
		Impianti dissuasori per volatili						IMPIANTI DISSUASORI PER VOLATILI											
21			a corpo	-	-	-	0.7		0.7.a	FUNZIONAMENTO DEGLI IMPIANTI	-							10.000,00	
																		411.608,72	421.608,72

Il Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare

DI CONCERTO CON IL MINISTRO DEI BENI E DELLE ATTIVITÀ CULTURALI E DEL TURISMO

VISTO l'art. 7, comma 3 del D.lgs. 3 aprile 2006, n. 152 come modificato dal D.lgs. del 29 giugno 2010, n. 128;

VISTI gli articoli 26 e 28 del D.lgs. 3 aprile 2006, n. 152 come modificato dal D.lgs. del 29 giugno 2010, n. 128;

VISTO il D.P.C.M. del 27 dicembre 1988, concernente "Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale e la formulazione del giudizio di compatibilità di cui all'art. 6 della legge 8 luglio 1986, n. 349, adottate ai sensi dell'art. 3 del D.P.C.M. del 10 agosto 1988, n. 377 e successive modifiche ed integrazioni";

VISTO l'art. 4, comma 5, del D.lgs. 29 giugno 2010, n. 128, recante *"Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, a norma dell'articolo 12 della legge 18 giugno 2009, n. 69"*;

VISTO il Decreto del Presidente della Repubblica del 14 maggio 2007, n. 90, concernente "*Regolamento per il riordino degli organismi operanti presso il Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, a norma dell'articolo 29 del D.L. 4 luglio 2006, n. 223, convertito, con modificazioni, dalla L. 4 agosto 2006, n. 248*" e, in particolare, l'art. 9, che prevede l'istituzione della "Commissione tecnica di verifica dell'impatto ambientale V.I.A. e V.A.S.", nonché le successive modifiche di cui all'art. 7, comma 1, del decreto legge 23 maggio 2008, n. 90, convertito in legge il 14 luglio 2008, n. 123;

VISTA la domanda di pronuncia di compatibilità ambientale del progetto definitivo di realizzazione del Nodo stradale ed autostradale di Genova adeguamento sistema A7 - A10 – A12, ricadente nel territorio del Comune di Genova, presentata dalla Società Autostrade per l'Italia S.p.A., con sede legale in via Alberto Bergamini n. 50, 00159 Roma con nota acquisita al prot. n. DVA-2011-0014934 in data 21 giugno 2011;

PRESO ATTO dell'annuncio relativo alla domanda di valutazione di impatto ambientale ed al conseguente deposito del progetto e dello studio di impatto ambientale e della sintesi non tecnica, per la pubblica consultazione, avvenuto in data 15 giugno 2011, su i quotidiani "La Repubblica" ed "Il Secolo XIX";

VISTA la documentazione trasmessa dal soggetto proponente a corredo dell'istanza di valutazione di impatto ambientale acquisita in data 21 giugno 2011, nonché le integrazioni e chiarimenti pervenuta nel corso dell'iter istruttorio;

PRESO ATTO che l'intervento in esame si riferisce al progetto definitivo di realizzazione del Nodo stradale ed autostradale di Genova adeguamento sistema A7- A10 – A12, che consiste in un potenziamento fuori sede della A10 tra Genova Ovest e Vesima, nella realizzazione della nuova carreggiata nord della A7 tra Genova Ovest e Genova Bolzaneto, nel potenziamento dell'interconnessione A7/A12 da Genova Bolzaneto (A7) a Genova Est (A12) e da Genova Ovest (A7) a Genova Est (A12);

che in merito alle alternative di progetto, quella di non intervento è stata esaminata sotto i profili decisionale, trasportistico ed ambientale e ritenuta non perseguibile anche sulla base di quanto espresso da Regione Liguria, Provincia di Genova e Comune di Genova, Ministero Infrastrutture e Trasporti, Autorità Portuale di Genova, ANAS SpA, e riportato nel Protocollo di Intesa per la realizzazione del Nodo stradale ed autostradale di Genova, del 8 Febbraio 2010, così come pure confermato nelle proprie valutazioni espresse con il proprio parere 1282/2013 dalla Commissione Tecnica per le valutazioni ambientali;

che la soluzione sviluppata come progetto definitivo è frutto dell'elaborazione di diverse ipotesi di configurazione del Nodo autostradale, sviluppate a differenti livelli di progettazione che hanno visto il concorso nella loro valutazione degli Enti territoriali;

PRESO ATTO che funzionale alla realizzazione dell'opera è, inoltre, la cosiddetta opera a mare che costituisce il principale sito di riutilizzo delle terre provenienti dagli scavi delle gallerie autostradali, insiste nell'area portuale di Genova e permette l'ampliamento dell'attuale banchina a servizio dell'Aeroporto Cristoforo Colombo, mediante la realizzazione di un nuovo rilevato, da eseguirsi all'interno del Canale di Calma, in prosecuzione dell'area aeroportuale esistente;

PRESO ATTO che:

- l'ASPI ha presentato l'istanza per la valutazione ambientale dell'opera a mare che costituisce adeguamento regolamentare della strip (fascia laterale) dell'Aeroporto di Genova e incide sulla ampiezza del canale di calma del porto di Genova; è in corso di definizione finale l'Accordo di programma tra l'Autorità Portuale del Porto di Genova, l'ENAC e l'ASPI che autorizza l'ASPI ad operare e gestire l'opera a mare anche per conto delle due amministrazioni pubbliche coinvolte;
- la presente valutazione ambientale include la valutazione ambientale dell'adeguamento tecnico funzionale del Piano Regolatore Portuale del Porto di Genova sul quale il Consiglio Superiore dei Lavori pubblici ha espresso avviso favorevole con il voto n. 68 del 28 novembre 2012, ai sensi dell'articolo 5 della legge n. 84 del 1994;
- la presente valutazione ambientale include la valutazione ambientale dell'ampliamento del sedime aeroportuale, funzionale all'adeguamento regolamentare della fascia laterale dell'Aeroporto di Genova, oggi oggetto di deroga permanente, senza modificare la potenzialità e capacità

dell'Aeroporto già autorizzato nel suo esercizio, previa autorizzazione ambientale con DEC VIA n. 6916 del 23 gennaio 2002;

VISTO il provvedimento direttoriale, prot. DVA-2013-14268 del 18/06/2013, con cui è approvato, ai sensi dell'art. 5, comma 3 del D.M. 161/2012, il Piano di Utilizzo dei materiali di scavo presentato dalla Società Autostrade per l'Italia S.p.A., per il Progetto Nodo stradale ed autostradale di Genova adeguamento del sistema A7 - A10 - A12, sulla base del parere positivo con prescrizioni n. 1239 del 24 maggio 2013, espresso dalla Commissione Tecnica di Verifica dell'Impatto Ambientale V.I.A./V.A.S.

PRESO ATTO che, il citato provvedimento direttoriale 14268/2013, dispone che la durata di validità del Piano di Utilizzo è di 8,5 anni dall'inizio dei lavori che dovrà avvenire entro 2 anni dall'emanazione del decreto di compatibilità ambientale relativo al progetto Nodo stradale ed autostradale di Genova adeguamento del sistema A7 — A10 — A12.;

che, in recepimento di quanto indicato nel parere della Commissione Tecnica di Verifica dell'Impatto Ambientale VIA e VAS è istituito presso la Direzione Generale per le Valutazioni Ambientali dello scrivente Ministero il Comitato di Controllo "Nodo stradale ed autostradale di Genova adeguamento del sistema A7 — A10 — A12" coordinato dal Ministero dell'Ambiente e composto dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, dalla Regione Liguria e da ARPA Liguria. Con successivo provvedimento ministeriale della Direzione Generale competente si provvederà alla costituzione del Comitato di Controllo, i cui oneri di funzionamento sono posti a carico della Soc. Autostrade per l'Italia p.A.. Il Ministero si riserva, negli eventuali successivi provvedimenti, di estendere al predetto Comitato di Controllo ulteriori compiti tra cui quello di sovrintendere alla escuzione del Monitoraggio Ambientale e di verificare il rispetto delle eventuali prescrizioni emanate.

M. GIUNTO M.A.T.T.M.

Il Ministro dell'Ambiente

e della Tutela del Territorio e del Mare

ACQUISITO il parere della Regione Liguria espresso con Delibera di Giunta Regionale n. 1508/2012 del 7 dicembre 2012, trasmessa con nota della Regione Liguria, prot. n. PG/2012/182259, del 24 dicembre 2012, assunta al prot. DVA-2013-398 del 08/01/2013, che, allegata al presente decreto, ne costituisce parte integrante con cui è ritenuto che "*il giudizio di compatibilità ambientale positivo è da vincolare alle prescrizioni indicate nel parere del CTVIA 270B del 4/12/2012, per il superamento delle carenze conoscitive e alle integrazioni del progetto che risolvano le problematiche di natura funzionale evidenziate.*" e che "*In caso di pronuncia positiva di compatibilità ambientale le prescrizioni indicate nel citato voto 270B del Comitato Tecnico per il Territorio – Sezione per la VIA dovranno essere ottemperate prima della conclusione del procedimento di approvazione del progetto (Conferenza di Servizi).*"

ACQUISITO il parere positivo con prescrizioni n. 1282 del 28 giugno 2013, dalla Commissione Tecnica di Verifica dell'Impatto Ambientale V.I.A. e V.A.S., a seguito dell'istruttoria sul progetto presentato dalla Società Autostrade per l'Italia S.p.A., che allegato al presente decreto ne costituisce parte integrante;

CONSIDERATO che nel citato parere 1282/2013 la Commissione Tecnica di Verifica dell'Impatto Ambientale V.I.A. e V.A.S., ha valutato che "*tenuto conto dei pareri della Regione Liguria e delle prescrizioni del CTVIA regionale, si evidenzia che la natura e la consistenza degli approfondimenti richiesti possano trovare soluzioni maggiormente soddisfacenti nell'ambito del progetto esecutivo, anche tenuto conto che le mancanze di alcune informazioni e puntuali rilevamenti ambientali, che nello studio vengono compensati da modellazioni e analisi di rischio, sono principalmente dovuti ad impedimenti fisici, divieti di accesso, acclività del sito, aree boscate, interferenze infrastrutturali, che non potrebbero essere colmate prima dell'entrata in possesso delle aree e, comunque, nell'ambito del progetto definitivo; si evidenzia inoltre che anche la caratterizzazione ambientale dei materiali di scavo è stata rinviata in corso d'opera, ai sensi dell'allegato 8 del Regolamento di cui al DM 161/2012, per l'impossibilità fisica di effettuare tutti i sondaggi nell'ambito del progetto definitivo;*":

PRESO ATTO che per quanto sopra, con il citato parere n. 1282 del 28 giugno 2013, la Commissione Tecnica di Verifica dell'Impatto Ambientale V.I.A. e V.A.S. nel formulare il proprio quadro prescrittivo ha esaminato le valutazioni e il quadro prescrittivo espresso nella citata Delibera di Giunta Regionale n. 1508/2012 del 7 dicembre 2012;

ACQUISITO il parere favorevole con prescrizioni espresso dal Ministero dei beni e delle attività culturali e del turismo prot. n. DG/PBAAC/ 34.19.04/21697 del 19 agosto 2013, assunto al prot. DVA-2013-19412 del 22 agosto 2013, che, allegato al presente decreto, ne costituisce parte integrante;

PRESO ATTO che sono pervenute osservazioni ai sensi dell'art. 24 comma 4 del D.lgs 3 aprile 2006 n. 152 e ss.mm.ii., riportate nel citato parere della Commissione Tecnica di Verifica dell'Impatto Ambientale V.I.A. e V.A.S., n. 1282 del 28 giugno 2013, che dette osservazioni sono state esaminate ai fini dell'espressione del parere stesso, e che se ne è tenuto conto nel parere e nell'annesso quadro prescrittivo;

PRESO ATTO che per i Siti di Importanza Comunitaria (SIC) e le Zone di Protezione Speciale (ZPS) tutelate a livello comunitario localizzate nelle vicinanze o all'interno dell'area di progetto, è stata elaborata la valutazione di incidenza ai sensi del DPR n. 357/1997 come modificato dal DPR n. 120/2007, effettuata dal proponente;

CONSIDERATO che sulla base dello studio di incidenza ambientale, la Commissione Tecnica di Verifica dell'Impatto Ambientale V.I.A. e V.A.S., tenuto conto del citato parere della Regione Liguria, ha valutato:

- *che sono stati individuati e valutati i possibili effetti del progetto sulle componenti ambientali, con particolare riferimento agli habitat della rete Natura 2000, basandosi su dati territoriali reali, emersi dalle indagini in campo. È stata quindi definita una soglia oltre la quale il rischio di interferenza tra l'opera e l'ambiente è stato considerato non accettabile e pertanto tale da necessitare l'intervento con opere di mitigazione, atte a riportare il livello di rischio al di sotto di tale soglia. Lo studio effettuato ha portato ad*

escludere l'interferenza tra progetto e habitat di interesse naturalistico e conservazionistico, valutando per l'azione derivante dagli scavi degli imbocchi in galleria un valore di rischio nullo;

- *che per quanto riguarda il rischio di isterilimento delle sorgenti, e la possibile alterazione della composizione faunistica e della fisiologia degli habitat, è stato rilevato che per tutte le aree, ad eccezione di tre, il valore di rischio è risultato tale da non far presupporre possibili interferenze con le componenti in esame; per le 3 aree, per le quali è stato ritenuto opportuno abbassare il livello di rischio, sono previsti due tipologie di interventi mitigativi da utilizzare nel caso che si verifichi un'interferenza:*
  - *i primi volti alla riduzione del rischio attraverso l'abbattimento della pericolosità, realizzando opportuni sistemi di impermeabilizzazione dell'opera rendendola così non drenante– azione prevista per l'ambito 3 Torrente Branega;*
  - *i secondi volti a ripristinare le aree interferite attraverso interventi atti al recupero degli habitat delle specie presenti in tali ambiti. Tale seconda tipologia – applicata agli ambiti 2 Versante Occidentale Monte Amandola e 4 Bric delle Monache – prevede la realizzazione di piccoli invasi, di dimensioni tali da permettere la raccolta delle acque piovane e di ruscellamento, volti a ricreare l'habitat naturale delle specie anfibie presenti nell'area e permettendone così le attività riproduttive.*

che "*non si rilevano incidenze ambientali non mitigabili; occorre tuttavia prevedere un monitoraggio piezometrico continuo delle sorgenti e delle acque sotterranee a rischio per verificare un eventuale trend negativo di incidenza e adottare le opportune misure di mitigazione e, nell'occorrenza, di compensazione; in tal caso, dovranno essere seguite le procedure previste dall'art. 6 par. 4 della Direttiva 92/43/CEE e dall'art. 9 della Direttiva 147/2009 CEE e art. 5 c. 9 DPR 357 dell'8/9/97 e ss. mm. ed ii*";

CONSIDERATO che, ai sensi dell'articolo 26, comma 4, del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii., il provvedimento di valutazione di impatto ambientale sostituisce o coordina tutte le autorizzazioni, intese, concessioni, licenze, pareri, nulla osta e assensi comunque denominati in materia ambientale;

ATTESO che ai sensi dell'articolo 26, comma 4, del D.lgs. 3 aprile 2006, n. 152 e ss.mm.ii., sulla base di quanto indicato dal proponente in sede di istruttoria di VIA, si è provveduto ad una ricognizione delle autorizzazioni, intese, concessioni, licenze, pareri, nulla osta e assensi comunque denominati in materia ambientale, relativi al livello di progettazione oggetto del procedimento di VIA medesimo.

E' fatta salva l'acquisizione in sede di definizione del procedimento autorizzativo di eventuali ulteriori rinvenibili autorizzazioni, intese, concessioni, licenze, pareri, nulla osta e assensi comunque denominati in materia ambientale

Sono fatte salve, e quindi non comprese nel presente atto, le autorizzazioni, intese, concessioni, licenze, pareri, nulla osta e assensi in terna di patrimonio culturale eventualmente da rilasciare da parte del Ministero dei beni e delle attività culturali e del turismo e dalla Regione;

RITENUTO di dover provvedere ai sensi dell'art. 26 del D.lgs 3 aprile 2006 n. 152 e ss.mm.ii., al rilascio della compatibilità ambientale del progetto sopraindicato, sulla base di quanto premesso;

D E C R E T A

la compatibilità ambientale del progetto definitivo di realizzazione del "Nodo stradale ed autostradale di Genova adeguamento sistema A7 - A10 – A12", ricadente nel territorio del Comune di Genova, presentato dalla Società Autostrade per l'Italia S.p.A., nel rispetto delle prescrizioni che di seguito si riportano:

A. *Quadro prescrittivo aggregato della Commissione Tecnica di Verifica dell'Impatto Ambientale VIA e VAS e della Regione Liguria*

1. devono essere ottemperate tutte le condizioni del Piano di utilizzo delle terre e rocce da scavo, come da parere n. 1239 del 24/05/2013 della Commissione VIA e VAS;

2. fatta salva la competenza dell'ARPA Liguria, dovrà essere costituito il Comitato di Controllo, come previsto dalle condizioni imposte dal parere n. 1239 del 24/05/2013 della Commissione Tecnica VIA-VAS sul Piano di utilizzo delle terre e rocce da scavo, e dovrà anche effettuare tutte le attività occorrenti ai fini della vigilanza, monitoraggio e controllo delle attività di cantiere; tale comitato deve essere partecipato da ARPA Liguria, dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare e dalla Regione Liguria, con oneri a carico della Società Autostrade per l'Italia S.p.A;
3. prima dell'approvazione del progetto definitivo dalla conferenza di servizi dovrà essere sottoscritto l'Accordo di programma tra ENAC, Autorità Portuale e Autostrade per l'Italia S.p.A. che autorizzi quest'ultima ad operare e gestire la realizzazione dell'opera a mare anche per conto delle due amministrazioni pubbliche;
4. prima dell'approvazione del progetto esecutivo, dovrà essere presentato al MATTM, ai fini dell'ottemperanza, uno studio trasportistico di verifica funzionale del collegamento Genova Aeroporto – Genova Ovest, che considera le possibili soluzioni alternative, ivi incluse le iniziative di supporto all'attuale tracciato (viadotto Morandi), indicando altresì i tempi e i soggetti competenti per la realizzazione di tali soluzioni;
5. dovrà essere verificata da parte del MATTM la fattibilità del progetto del campo fotovoltaico di 25 Ha in relazione alla scarsità di territorio da utilizzare a tal fine e, in caso di mancata realizzazione, tale compensazione dovrà comprendere il completamento delle iniziative di supporto di cui al punto precedente o, in subordine, un eventuale progetto alternativo di energia rinnovabile e/o di efficientamento energetico di pari potenza;
6. a seguito dalla realizzazione della nuova infrastruttura e in accordo con il Comune di Genova dovranno essere definite le regolamentazioni del traffico cittadino e la limitazione al traffico pesante per il tratto Genova Aeroporto – Genova Voltri; la segnaletica autostradale dovrà rendere evidente l'obbligo di percorrenza della nuova autostrada per il traffico di attraversamento del territorio genovese;

7. in accordo con ANAS, dovrà essere valutata la possibilità di adottare un piano tariffario che preveda, con riferimento alla A10, tariffe più basse per i residenti e tariffe più alte per il traffico di attraversamento dalla stessa A10 rispetto a quelle della nuova infrastruttura, allo scopo di incentivare l'utilizzo della Gronda; successivamente ASPI, in accordo con ANAS e con la Regione Liguria dovrà valutare la possibilità di declassamento della A10 attuale;
8. l'approvvigionamento dei materiali da costruzione e lo smaltimento dei materiali di risulta dovrà essere effettuato utilizzando siti autorizzati, privilegiando, a parità di idoneità, quelli più prossimi all'area di intervento, allo scopo di minimizzare gli impatti derivanti dal trasporto; nell'ambito del progetto esecutivo dovrà essere valutata, in accordo con Autorità Portuale e Capitaneria di Porto, la possibilità del trasporto del materiale non amiantifero destinato all'opera a mare attraverso bettoline per limitare l'interferenza con il sito e le lavorazioni dell'ILVA;
9. al fine di evitare o limitare le interferenze con il ciclo delle lavorazioni dell'ILVA, nell'ambito della progettazione esecutiva, dovranno essere valutate e presentate al MATTM eventuali soluzioni alternative per il passaggio dello slurrydotto dal cantiere CI 04 all'opera a mare, da individuare in accordo con tutti gli Enti coinvolti, ASPI, ILVA, Comune, Autorità Portuale, Gestore Aeroporto di Genova e Regione Liguria;
10. nell'ambito del progetto esecutivo, occorre presentare al MATTM ai fini dell'ottemperanza, un piano di gestione ambientale, con le modalità di intervento in caso di incidenti, sia in fase di cantiere sia in fase di esercizio, e in caso di sversamento accidentale di inquinanti e contaminazione di vegetazione, suolo e acque;
11. dovrà essere implementato un Sistema di Monitoraggio Integrato dell'opera che dovrà essere concordato con l'ARPA Liguria e dovrà porre particolare attenzione ai monitoraggi di cui alle successive prescrizioni nonché al controllo dei flussi di traffico sulla viabilità interessata dalle attività di costruzione e dei flussi della rete in cui si inserisce la nuova infrastruttura autostradale per l'aggiornamento degli studi, delle verifiche e delle

ottimizzazioni oggetto delle presenti prescrizioni; il programma del monitoraggio dovrà essere presentato al MATTM ai fini dell'ottemperanza;

atmosfera

12. almeno 12 mesi prima dell'avvio dei lavori, la società ASPI dovrà concordare con l'ARPA Liguria e attuare il programma di monitoraggio della qualità dell'aria previsto dallo studio per tutte le aree interessate dal traffico in superficie e per gli imbocchi delle gallerie, secondo le tempistiche e le modalità tecniche e gestionali che verranno stabilite in base ad apposito accordo preventivo da sottoporre a verifica di ottemperanza al MATTM; ferme restando le competenze dell'ARPA Liguria, il monitoraggio dovrà iniziare prima dell'avvio dei lavori, dovrà proseguire durante le attività di cantiere e per i primi due anni di esercizio dell'infrastruttura e dovrà essere orientato ai principali inquinanti da traffico veicolare, tra cui almeno ossidi di azoto, monossido di carbonio, polveri sottili, piombo, benzene e ozono; tale programma dovrà prevedere la predisposizione di una idonea banca dati per l'archiviazione e la diffusione delle informazioni e dovrà contenere una valutazione dell'incidenza dell'infrastruttura e del traffico indotto dai cantieri sui recettori presi a riferimento; sulla base di monitoraggi occorre accertare l'effettività delle stime presentate nell'ambito dello studio d'impatto ambientale e, all'occorrenza, potenziare gli interventi di mitigazione e compensativi sia per la fase della cantierizzazione sia per quella post operam, in particolare per le zone critiche di Voltri e Bolzaneto; il programma dovrà contenere, inoltre, uno schema a blocchi nel quale devono essere riportati tutti i processi e apparecchiature che possono produrre emissioni puntuali o diffuse di polveri (compresi i cumuli), le tipologie di movimentazione (camion, nastri trasportatori, mezzi d'opera, ecc.) e i punti dei processi in cui sono effettuati tali spostamenti di materiale, i controlli e i sistemi di abbattimento applicati, le dimensioni del materiale e i flussi trattati. Devono essere inoltre descritti in maniera completa i sistemi di abbattimento, comprensivi di criteri di dimensionamento, efficienza, manutenzioni previste, localizzazione e caratteristiche dei camini, punti di campionamento, portata e concentrazioni al camino. In considerazione della durata della fase

di cantiere, per i cantieri in cui sono previste emissioni convogliate si ritiene necessario, in sede di progettazione esecutiva, che venga conseguita una specifica autorizzazione alle emissioni in atmosfera ai sensi della Parte V del D.Lgs. 152/06; l'attuazione del Piano di monitoraggio per le attività di Cantiere dovrà essere verificata dal Comitato di cui al punto 2. Il Piano di monitoraggio per i primi due anni di esercizio dell'opera dovrà essere verificato annualmente dal MATTM;

13. ferme restando le "*Linee guida per la gestione del rischio amianto negli scavi all'aperto e in galleria*" prodotte nell'ambito dello Studio, si ritiene comunque opportuno adottare i seguenti accorgimenti da controllare da parte del Comitato di cui al punto 2:
    - ove tecnicamente possibile dovrà essere previsto il confinamento totale dell'area e captazione dell'emissione presidiata da idonei sistemi di abbattimento;
    - l'utilizzo di nastri trasportatori chiusi;
    - l'utilizzo di sistemi di abbattimento delle emissioni di polveri dalle fasi di cadute dal nastro e dalle fasi di caricamento;
    - il monitoraggio in continuo delle fibre d'amianto nell'area circostante il cantiere prevedendo l'utilizzo del sistema di abbattimento polveri *fog cannon* ogni qual volta si verifichi un incremento delle fibre d'amianto rispetto al fondo naturale (avendo avuto cura di stabilire il livello "zero" prima dell'inizio dei lavori);
    - come previsto dalle condizioni del Piano utilizzo terre e rocce da scavo, i lavori dovranno essere interrotti per velocità di vento superiori a 5 m/s;
    - nel caso di trasporto di materiale potenzialmente contaminato da amianto si ritiene opportuno vengano adottate le stesse precauzioni utilizzate nel caso di materiale contenente amianto per evitare la dispersione di polveri;

suolo e sottosuolo

14. tutte le prescrizioni per la caratterizzazione dei suoli e del fondo marino dell'opera a mare nonché per i progetti di stabilizzazione delle aree di cantiere industriale e tutte le aree di imbocco gallerie sia ad ovest che ad est del Polcevera, le cui opere interferiscono con processi geomorfologici attivi o quiescenti, sono contenuti nelle condizioni del Piano di utilizzo delle terre e rocce da scavo. Ai fini della tutela della stabilità dei pendii e dei manufatti eventualmente presenti, e in considerazione dell'applicazione della metodologia "osservazionale" delle NTC 2008, è necessario che la progettazione esecutiva indichi, nell'ambito della cantierizzazione di tutti gli interventi previsti, imbocchi, viabilità, piazzali, piloni, cantieri e opere provvisionali e accessorie, che interessano i versanti, specifiche fasi costruttive e modalità di attuazione degli sbancamenti che tengano, in ogni caso, conto delle particolari condizioni locali di instabilità segnalate dal modello geologico-geotecnico di riferimento e che prevedano, se del caso, la realizzazione di opportune ed adeguate opere di consolidamento; la verifica di ottemperanza dovrà essere effettuata dal MATTM;
15. il controllo dei monitoraggi geotecnici già previsti dallo studio per le forme individuate di versante dovute alla gravità, ed all'assetto idrogeologico, con particolare attenzione agli acquiferi incontrati, alle falde presenti e loro opere di captazione, alle acque sorgive, nonché al rischio di innesco di fenomeni gravitativi in seguito all'esecuzione degli scavi provvisori e definitivi sia nei terreni instabili (a scadenti caratteristiche geotecniche), caratterizzati dalla presenza di corpi franosi per i quali esiste la possibilità di una riattivazione, sia in terreni con bassa propensione al dissesto, laddove però si attuano azioni di progetto tali da determinare mobilizzazioni di versante, verrà effettuato dal Comitato di cui al punto 2;
16. relativamente al rispetto della normativa dei relativi piani di bacino, a seguito del recente aggiornamento dei criteri di riferimento di cui alla DGR n.1208 del 12/10/2012, attualmente in fase di recepimento da parte della Provincia, si richiama che, nel caso di interferenza delle opere in progetto con le aree classificate a suscettività al dissesto molto elevata Pg4 (frana attiva), le infrastrutture pubbliche viarie di valenza strategica sono ammesse purché

venga acquisito preventivamente un apposito parere del Comitato tecnico di bacino ai sensi dell'art. 11 c. 4 lett.b) della l.r. n.58/2009 espresso in merito alle opere di consolidamento finalizzate alla stabilizzazione del dissesto; mentre, qualora le opere in progetto interagissero con aree classificate ad elevata suscettività al dissesto Pg3a (frana quiescente) o Pg3b è richiesto uno specifico parere vincolante della Provincia. Si richiama che le misure di attenzione per la prevenzione del rischio idrogeologico, definite nell'ambito dei criteri soprarichiamati, prevedono che gli elaborati geologici e geotecnici a corredo dei progetti si diano carico di considerare e valutare se sussistano pericoli di possibili interferenze per eventuali fenomeni di arretramento o di espansione di corpi o di cigli di frana presenti nell'intorno di una fascia di rispetto di almeno 100 m e, comunque, considerando un'area di estensione significativa in merito al contesto in esame."; l'ottemperanza della presente prescrizione è effettuata dalla Regione Liguria;

ambiente idrico

17. tutte le modellazioni idrauliche condotte hanno dimostrato la validità delle soluzioni prospettate nello studio ai fini della prevenzione del rischio idraulico; ciò nondimeno, dovranno essere riverificate, sia per i tratti principali che per le affluenze, nelle successive fasi di progettazione al fine di accertare l'adeguatezza delle sistemazioni idrauliche previste, reinalveazioni, gabbioni metallici, tombinature, vasche di accumulo, con l'obbiettivo di rallentare a sufficienza le condizioni di deflusso e garantire l'assenza di criticità idrauliche aggiuntive su beni e persone; dovrà essere considerata anche la situazione di piena del ricettore, eventualmente in condizioni di magra dell'affluente; dovranno essere approfondite schematizzazioni modellistiche per i tratti di sistemazioni idrauliche dove i salti di fondo consistono in una gradonatura continua molto ripida; per le opere provvisionali dovrà essere considerata come portata di calcolo minima quella 50-ennale; l'ottemperanza dovrà essere effettuata dal MATTM;
18. in caso di impatti derivanti da esondazioni dei corsi d'acqua minori causate dalle opere provvisionali che interessino le aree di cantierizzazione occorre

prevedere il ripristino della situazione *ex ante*, fatta salva l'applicazione della normativa vigente;

19. nelle successive fasi di progettazione occorre approfondire la caratterizzazione delle sorgenti interferibili dalla realizzazione dell'opera, individuadone i bacini di carico e gli utilizzi delle stesse, con particolare riferimento alle portate ad uso idropotabile; le indagini dovranno tenere conto degli approfondimenti del progetto esecutivo dal punto di vista geologico, geotecnico e idrogeologico; le rilevazioni dovranno essere presentate al MATTM ai fini della verifica di ottemperanza;
20. il piano di monitoraggio sulle possibili interferenze del progetto con le acque sotterranee, e sul controllo quali-quantitativo dei volumi drenati dalle gallerie, come previsto dallo studio, prima, durante e successivamente alla realizzazione delle opere, dovrà essere concordato con l'ARPA Liguria, per le modalità, la durata, i parametri di misura, i punti di controllo e i tempi dei prelievi, prevedendo misurazioni in continuo per la portata e il livello piezometrico dei pozzi e campagne di prelievi per la caratterizzazione chimico-fisica delle acque, e presentato al MATTM ai fini dell'ottemperanza, prima dell'inizio dei lavori della tratta interessata; il controllo sull'attuazione del Piano dovrà essere effettuato dal Comitato di cui al punto 2; il Piano dovrà contenere anche le azioni di intervento che limitano e minimizzino eventuali interferenze con acquiferi il cui drenaggio possa alterare il sistema di alimentazione delle sorgenti, introducendo misure di intervento urgente in caso di venute d'acqua via via più significative, analizzando le diverse ipotesi e conseguenti azioni di prevenzione e mitigazione;
21. nelle successive fasi di progettazione, occorre definire un "Protocollo per la gestione del rischio di insterilimento dei punti d'acqua ad uso umano" atto a regolamentare gli impegni di ASPI nei confronti degli utenti, garantendo loro la continuità della fornitura idrica, a parità di costi e di volumi consumati, e verso i gestori dei servizi idrici, assumendo l'onere di realizzare le opere ed impianti necessari a garantire la continuità della fornitura idrica ed a curarne la manutenzione di impianti ed opere d'arte relative al ripristino delle acque drenate, fatta salva la possibilità della stipula di successivo atto

M.A.T.T.M. M. GRILLO

per il passaggio in carico ai gestori stessi; i progetti dovranno essere presentati al MATTM ai fini della verifica dell'ottemperanza;

22. occorre impedire che le acque solfuree entrino in contatto con le acque delle falde acquifere e comunque che entrino in contatto con le altre acque drenate dalle gallerie; dovranno essere inoltre adottati tutti gli accorgimenti tecnici atti ad impedire che tali acque possano interagire con i calcestruzzi; il controllo dovrà essere effettuato dal comitato di cui al punto 2;
23. per le concessioni idriche con maggiore valore economico, ed in particolare per le terme Acquasanta e le sorgenti Madonna della Guardia, dovrà essere predisposto un accurato monitoraggio piezometrico che consenta di valutare, già nelle fasi iniziali, eventuali interferenze e di attuare idonei interventi di mitigazione o eliminazione dell'impatto;
24. il piano di monitoraggio sulle interferenze dei corpi idrici superficiali provocate dalle opere di progetto e dalle attività di cantiere, come previsto dallo studio, prima, durante e successivamente alla realizzazione delle opere, dovrà essere concordato con l'ARPA Liguria, per le modalità, i parametri di misura, i punti di controllo e i tempi dei prelievi, e presentato al MATTM ai fini dell'ottemperanza, prima dell'inizio dei lavori della tratta interessata; il controllo sull'attuazione del Piano dovrà essere effettuato dal Comitato di cui al punto 2; particolare attenzione dovrà essere adottata nella misurazione delle pressioni con riferimento al sotto attraversamento del torrente Branega e nelle prescrizioni da capitolato per la condotta dei lavori in caso di interferenza;
25. dovrà essere presentato al MATTM ai fini dell'ottemperanza il progetto esecutivo degli impianti di gestione delle acque di piattaforma e il progetto esecutivo dell'impianto di trattamento delle acque in uscita dalle operazioni di riempimento dell'opera a mare nel cantiere CI 04, nonché i piani di manutenzione di tali impianti;
26. dovrà essere presentato al MATTM prima dell'inizio dei relativi lavori, ai fini dell'ottemperanza, il progetto esecutivo delle pile di sostegno dei viadotti di attraversamento dell'ampliamento del viadotto Secca Sud – Autostrada A7 direzione Genova e del viadotto Leiro Ovest, che interferiscono rispettivamente con i corsi d'acqua Secca e Leiro;

27. prima dell'inizio dei lavori dovrà essere concordato con l'ARPA Liguria e attuato il piano di monitoraggio previsto dallo studio per l'ambiente marino e delle attività di pronto intervento; l'attività di monitoraggio che potrà essere attuata mediante l'istallazione di centraline fisse di monitoraggio ovvero mediante periodiche raccolte ed analisi di campioni, dovrà essere avviata prima dell'inizio delle attività di cantiere e dovrà essere estesa, con le modalità che verranno stabilite nel suddetto piano, per tutto il periodo del cantiere; il monitoraggio dovrà riguardare la colonna d'acqua, i sedimenti e il biota e sarà finalizzato alla verifica dello stato ambientale del canale di calma, prevedendo misurazioni della torbidità, analisi chimiche, fisiche e microbiologiche tese soprattutto a conoscere le concentrazioni dei principali inquinanti (eventuali fibre di amianto, metalli pesanti, indicatori microbiologici, idrocarburi, BOD, COD) e i loro effetti (temperatura, ossigeno disciolto); dovrà inoltre essere monitorata la zona di formazione del potenziale accumulo di sedimenti di fronte alla banchina di ILVA, come emerso dagli studi idrodinamici effettuati; il Piano dovrà essere presentato al MATTM ai fini della verifica dell'ottemperanza e controllato nella sua attuazione dal Comitato di cui al punto 2;

Vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi

28. nell'ambito della progettazione esecutiva occorre effettuare monitoraggi e rilievi naturalistici approfonditi, diretti a validare le elaborazioni dei dati e le conclusioni derivanti dall'applicazione della "teoria del rischio"; i risultati dovranno essere presentati al MATTM;
29. a seguito degli approfondimenti di cui al punto precedente, occorre prevedere un monitoraggio piezometrico continuo delle sorgenti e delle acque sotterranee per verificare un eventuale trend di incidenza significativa e adottare le opportune misure di mitigazione già previste; il controllo sull'attuazione del monitoraggio verrà effettuato dal Comitato di cui al punto 2;
30. occorre effettuare un monitoraggio della fauna troglobia delle grotte a rischio di intercettazione e prevedere adeguate misure di mitigazione in caso di una alterazione di una o più grotte, tenendo conto del problema del regime idrico delle aree carsiche e la protezione e difesa da inquinamento

degli acquiferi, nonché i problemi di inquinamento delle cavità dal traffico in galleria; il controllo sull'attuazione del monitoraggio verrà effettuato dal Comitato di cui al punto 2;

31. il progetto esecutivo degli invasi previsti per gli ambiti 2 (Versante Occidentale Monte Amandola) e 4 (Bric delle Monache) deve essere supportato da una preliminare individuazione sul campo delle specie che si intendono salvaguardare e solo successivamente deve essere elaborato, in modo che le vasche rispondano alle esigenze biologiche delle specie selezionate, avendo anche cura di posizionare i corpi idrici nel contesto ambientale corretto e dotato di caratteristiche ecologiche idonee; a seguito di tale approfondimento occorre valutare la possibilità di prevedere un'integrazione (almeno parziale) delle acque piovane di ruscellamento con le acque drenate nelle gallerie, previa depurazione se necessaria, per garantire la presenza di acqua anche nelle stagioni sfavorevoli; gli approfondimenti dovranno essere presentati al MATTM ai fini dell'ottemperanza; il controllo sull'attuazione degli interventi verrà effettuato dal Comitato di cui al punto 2;
32. nei punti di attraversamento di tutti i corsi d'acqua tutelati ai sensi del D.Lgs. 42/2004, dovrà essere previsto un ripristino adeguato delle aree di cantiere con potenziamento del corridoio ecologico interessato anche finalizzato alla permeabilità per la fauna e la sistemazione di formazioni arboreo – arbustive di tipo igrofilo, al fine di ricucire i nuclei di vegetazione preesistente e garantire la continuità della fascia di vegetazione ripariale, nell'ottica della conservazione e della valorizzazione degli elementi lineari della rete di connessione ecologica; l'attuazione degli interventi verrà controllata dal Comitato di cui al punto 2;
33. con riferimento all'attraversamento del torrente Varenna, occorre effettuare, lungo il corso d'acqua attraversato dall'opera, un monitoraggio prima dell'inizio dei lavori in modo da verificare l'effettiva consistenza delle popolazioni di Austropotamobius pallipes ed individuare specifiche misure di mitigazione o interventi finalizzati all'eventuale reintroduzione della specie; a seguito della realizzazione dell'opera, occorre attuare il monitoraggio consigliato dallo studio di incidenza per verificare l'effettiva

A.T.T.M. GRILLO

consistenza del rischio di mortalità per le specie ornitiche di interesse comunitario, per l'impatto con i veicoli e, se necessario, individuare opportune misure di mitigazione finalizzate a limitare il rischio di impatto (es. posizionamento lungo il viadotto di barriere visibili, emissioni sonore, dissuasori su eventuali posatoi, ecc.); il controllato sull'attuazione del monitoraggio verrà effettuato dal Comitato di cui al punto 2;

Rumore e vibrazioni

34. in fase di progettazione esecutiva dovrà essere predisposto uno specifico elaborato contenente la verifica acustica nei confronti dei recettori già individuati nell'attuale studio; il progetto di cantiere (che dovrà considerare anche lo slurrydotto) dovrà tenere conto, ai fini della tutela della popolazione residente in prossimità dei cantieri, della concreta possibilità di contenere il livello di immissione agli edifici entro valori accettabili, considerando la lunga durata dei lavori;
35. almeno 12 mesi prima dell'avvio dei lavori, la società ASPI dovrà concordare con l'ARPA Liguria e attuare il programma di monitoraggio del rumore e vibrazioni previsto dallo studio per tutte le aree interessate dal traffico in superficie e per gli imbocchi delle gallerie, nonché per lo slurrydotto secondo le tempistiche e le modalità tecniche e gestionali che verranno stabilite in base ad apposito accordo preventivo da sottoporre a verifica di ottemperanza al MATTM; ferme restando le competenze dell'ARPA Liguria, il monitoraggio dovrà iniziare prima dell'avvio dei lavori, dovrà proseguire durante le attività di cantiere e per i primi due anni di esercizio dell'infrastruttura; tale programma dovrà prevedere la predisposizione di una idonea banca dati per l'archiviazione e la diffusione delle informazioni e dovrà contenere una valutazione dell'incidenza dell'infrastruttura e del traffico indotto dai cantieri sui recettori presi a riferimento; sulla base di monitoraggi occorre accertare l'effettività delle stime presentate nell'ambito dello studio d'impatto ambientale e, all'occorrenza, potenziare gli interventi di mitigazione sia per la fase della cantierizzazione sia per quella post operam con particolare riguardo ai recettori sensibili ed in particolare agli ospedali Celesia di Fegino, Carolina Pastorino ed al Presidio ospedaliero Genova

A.T.T.M. M. GRILLO

Nord; per tutti i recettori dovranno essere progettati e realizzati interventi di mitigazione dell'impatto acustico di tipo attivo sulla infrastruttura nonché di tipo passivo sui recettori per valori residuali; l'attuazione del Piano di monitoraggio per le attività di Cantiere dovrà essere verificata dal Comitato di cui al punto 2. Il Piano di monitoraggio per i primi due anni di esercizio dell'opera dovrà essere verificato annualmente dal MATTM;

36. con riferimento allo scavo delle gallerie con metodo tradizionale, occorre limitare l'utilizzo dei martelli demolitori laddove siano presenti recettori nell'ambito dei 40 m dal fronte di scavo, adottando metodi alternativi di abbattimento (es. frese puntuali), se tecnicamente applicabili; con riferimento alle palificate, occorre rispettare le cautele previste dallo studio per le distanze ivi consigliate; Per quanto infine attiene alle vibrazioni indotte dal transito dei mezzi di cantiere su strade o piste, in relazione alle distanze critiche definite nello studio, occorre garantire la manutenzione di tratti stradali utilizzati da tali mezzi in tutti quei tratti in prossimità di edifici, per tutta la durata dei lavori; il rispetto della prescrizione verrà verificata dal comitato di controllo di cui al punto 2;
37. i progetti delle compensazioni ambientali previste dallo studio, ossia del parco fotovoltaico, del progetto di forestazione o riforestazione, del recupero delle acque drenate e dell'intervento di rinaturalizzazione della cava P62GE, dovranno essere concordati con la Regione Liguria e presentati al MATTM ai fini dell'ottemperanza;
38. dovranno essere messi in atto i monitoraggi ambientali, i presidi e le opere di mitigazione e compensazione individuati nel progetto, nello studio di Incidenza ambientale, nello Studio d'Impatto Ambientale, nelle relative integrazioni e nei chiarimenti forniti dal Proponente, unitamente a quelli contenuti nel presente parere;

Gli eventuali costi relativi alle prescrizioni dovranno essere inseriti nel quadro economico del progetto esecutivo.

B) ***Ministero dei beni e delle attività culturali e del turismo:***
Ai fini della tutela monumentale e del paesaggio interessati dalle opere in argomento:

1. dovrà essere prevista una soluzione da concordare con la Soprintendenza competente relativamente all'inserimento nella galleria delle Grazie della cosiddetta *"rompa 2"* dell'interconnessione di Volti: la proposta progettuale, infatti, costituisce ancora, malgrado la variante prevista al progetto originario, una delle principali criticità in quanto insiste in una porzione del Parco di Villa Duchessa di Galliera, tutelato ai sensi della D.Lgs 42/2004 — parte II, con consistenti trasformazioni morfologiche di un area significativa del percorso *storico* ideato dall'arch. Tagliafichi, autore del progetto complessivo di quest'area di parco, in cui la Grotta dei Leoni e la "Latteria" costituiscono architetture ideali di tappe significative del percorso "romantico" ideato dallo stesso architetto - che prosegue verso l'area del Tirolo. La realizzazione di muri di contenimento di. rilevante impatto e la consistente modifica proposta per l'assetto vegetazionale del Parco previste dal progetto non rendono compatibile l'intervento proposto con la necessaria tutela del Parco Storico e con quella paesaggistica (DM 18.12.1929).
2. Per tutto il tracciato, le soluzioni alle quali si dovrà pervenire dovranno essere compatibili con il contesto di appartenenza, evitando, in particolare, l'impatto visivo prodotto dai muri di contenimento e proponendo un assetto del verde che tenga conto delle preesistenze, pertanto:
   - dovranno essere previste soluzioni capaci di minimizzare l'impatto paesaggistico dei rilevati, delle sistemazioni dei piazzali e dei volumi tecnici previsti, nonché dei muri di contenimento necessari ai riempimenti delle aree in prossimità delle gallerie, ricorrendo a metodologie proprie dell'ingegneria naturalistica riproponendo la morfologia esistente e prevedendo la piantumazione di una vegetazione capace di ricomporsi con quella presente nel contesto in cui si interviene;
   - dovrà essere ridotta al minimo l'estensione delle aree di *servizio* in prossimità delle gallerie;
   - le opere di cantiere dovranno essere ridotte al minimo e, a fine lavori, dovranno essere ripristinate le aree impegnate da percorsi e zone di

M.A.T.T.M. M. GRILLO

cantiere, curando l'effettivo ripristino della morfologia dei terreni e dei relativi aspetti vegetazionali;
- la collocazione dello smarino dovrà essere utilizzata per il ripascimento delle aree di cava;
- dovranno essere individuate soluzioni meno impattanti in prossimità del Cimitero di Voltri, minimizzando l'impatto visivo degli imbocchi del viadotto fra le gallerie Amandola e Voltri che oltre ad insistere sull'area cimiteriale interessano con i relativi imbocchi due aree ancora integre.

Per quanto riguarda la tutela archeologica delle aree interessate dal progetto:

3. Prima di procedere alle successive fasi di progetto dovrà essere predisposta la documentazione preliminare di Verifica preventiva dell'interesse archeologico, così come prescritta dal D.lgs 163/2006 artt. 95 e 96, relativa al tracciato, nonché alla viabilità di appoggio ed alle aree di cantiere. Questo tanto più considerato che si interverrà in una zona caratterizzata da un elevato numero di evidenze archeologiche sparse, rappresentate in alcuni casi da singoli manufatti o da toponimi di origine antica, che costituiscono indizi di una frequentazione capillare del territorio nei secoli. La zona intorno agli odierni nuclei di Morego, Morigallo e Isola di Serra Riccò ricade nell'area descritta dalla Tavola del Polcevera, noto documento storico risalente al 117 a.C. che secondo recenti studi era toccata dalla viabilità romana (Via Postumia), Ancora nel periodo tardoantico e alto medievale la *"via* della Vittoria" che partendo da Morego attraversava il passo della Vittoria, costituiva il tragitto più frequentato per l'oltre giogo ed è spesso citata nella letteratura agiografica, Per quanto riguarda l'impatto sul parco della Villa Duchessa di Galliera si ricorda che, secondo fonti del secolo scorso, sarebbe stata rinvenuta in quell'area una necropoli preromana con corredi di particolare importanza. L'area non ha sinora offerto occasione di verifica archeologica diretta. Inoltre i lavori interesseranno in varia misura le pendici e i fianchi di rilievi montuosi, le cui sommità presentano caratteristiche favorevoli all'insediamento umano nella Protostoria, così come dimostrato in aree limitrofe come il Bric Castellà di Sestri Ponente e l'alveo di torrenti attraversati in antico dalla viabilità parallela alla costa.

Dagli esiti della documentazione suddetta la competente soprintendenza impartirà le necessarie direttive per un approfondimento delle indagini indicando le metodologie di carattere archeologico adeguate per una quanto più esaustiva tutela di eventuali testimonianze archeologiche, che, qualora ritenuto necessario, dovranno éssere oggetto di documentazione seguendo le indicazioni della stessa soprintendenza.
I risultati della Verifica preventiva dell'interesse archeologico potrebbero indurre la Soprintendenza archeologica suddetta a chiedere soluzioni alternative riguardo alle lavorazioni in argomento, ai fini della tutela di significative testimonianze storico-archeologiche presenti nell'area interessata alle lavorazioni stesse.

C) **prescrizioni della Direzione generale per le valutazioni ambientali del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare:**

1. considerata la prescrizione di cui alla lettera A, punto 2 del presente provvedimento, il Comitato di Controllo "Nodo stradale ed autostradale di Genova adeguamento del sistema A7 — A10 — A12", istituito con provvedimento direttoriale, prot. DVA-2013-14268 del 18/06/2013, è confermato con il presente provvedimento estendendone i compiti, laddove non in contrasto con le competenze istituzionali cui l'ARPA Liguria è deputata, anche alle attività occorrenti ai fini della vigilanza e controllo delle attività di cantiere e del monitoraggio ambientale per il periodo di tre anni dall'inizio del monitoraggio post-operam;
2. il predetto Comitato di Controllo provvederà ad emettere, su richiesta del Ministero dell'ambiente e tutela del territorio e del mare, pareri tecnici in merito alla verifica dell'ottemperanza delle prescrizioni dettate con il presente decreto. Con successivo provvedimento della Direzione Generale competente si provvederà alla costituzione del Comitato di Controllo, composto dai rappresentanti del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, che lo presiederà, della Regione Liguria e dell'Arpa Liguria, i cui oneri di funzionamento sono posti a carico della Soc. Autostrade per l'Italia p.A.

M.A.T.T.M. M. GRILLO

Alla verifica di ottemperanza delle prescrizioni sopra riportate si provvederà, nelle more della costituzione ed effettiva operatività del Comitato di Controllo, istituito con provvedimento direttoriale, prot. DVA-2013-14268 del 18/06/2013, come indicato di seguito:

- il Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, provvederà alla verifica di ottemperanza da svolgersi:
- prima dell'approvazione del progetto definitivo adeguato alle prescrizioni di cui alla lettera A) punto 3;
- sul progetto esecutivo adeguato alle prescrizioni di cui alla lettera A) punti 1, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 14, 15, 17, 19, 20, 21, 25, 28, 29, 31, 34 e 37, nonché a quelle di cui alla lettera B) punto 2, per quanto applicabili e non in disaccordo con il Piano di Utilizzo approvato, sentito il Ministero dei beni e delle attività culturali e del turismo;
- in fase di cantiere o prima dell'avvio dei lavori sulle prescrizioni di cui alla lettera A) punti 12, 13, 18, 22, 23, 24, 26, 27, 30, 32, 33, 35, 36, 38 e 39;
- in fase di esercizio sulle prescrizioni di cui alla lettera A) punti 6 e 7;

- la Regione Liguria, provvederà alla verifica di ottemperanza della prescrizione indicata alla lettera A) punto 16, comunicando gli esiti al Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare;

- il Ministero dei beni e delle attività culturali e del turismo, comunicherà al Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare gli esiti della verifica di ottemperanza delle prescrizioni richiamate alla lettera B) punti 1 e 3;

Il Ministro dell'Ambiente

e della Tutela del Territorio e del Mare

Il presente provvedimento sarà comunicato alla Società Autostrade per l'Italia S.p.A., al Ministero dei trasporti e delle infrastrutture ed alla Regione Liguria, la quale provvederà a portarlo a conoscenza delle altre amministrazioni eventualmente interessate.

Ai sensi dell'art. 26, comma 6, del D.lgs. 3 aprile 2006 n. 152 e ss.mm.ii., il progetto di cui al presente decreto dovrà essere realizzato entro cinque anni decorrenti dalla data di pubblicazione del relativo estratto sulla Gazzetta Ufficiale; trascorso tale periodo, fatta salva la facoltà di proroga su richiesta del proponente, la procedura di valutazione dell'impatto ambientale dovrà essere reiterata.

La proponente Società Autostrade per l'Italia S.p.A. provvederà alla pubblicazione del presente provvedimento per estratto sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, ai sensi dell'art. 27, comma 1, del D.lgs. 3 aprile 2006 n. 152 come modificato dal D.lgs. 29 giugno 2010, n. 128, notiziando il Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare – Direzione Generale per le Valutazioni Ambientali, e trasmetterà al medesimo e al Ministero dei beni e delle attività culturali e del turismo, copia del provvedimento autorizzativo finale pubblicato ai sensi dell'art. 14-ter, comma 10, della Legge 7 agosto 1990, n. 241 e ss.mm.ii..

Il presente decreto è reso disponibile, unitamente ai pareri della Commissione Tecnica di Verifica dell'Impatto Ambientale V.I.A. e V.A.S., della Regione Liguria e del Ministero dei beni e delle attività culturali e del turismo sul sito WEB del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare www.minambiente.it

A.T.T.M. M. GRILLO

Avverso il presente provvedimento è ammesso ricorso al TAR entro 60 giorni e al Capo dello Stato entro 120 giorni decorrenti dalla pubblicazione dell'estratto del provvedimento sulla Gazzetta Ufficiale o dalla notifica dell'atto.

Roma lì,

IL MINISTRO DELL'AMBIENTE
E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO
E DEL MARE

IL MINISTRO DEI BENI
E DELLE ATTIVITÀ CULTURALI
E DEL TURISMO

Il presente provvedimento è composto da n. 18 fogli, così numerati:

pagina 1, 2, 3, 4, 5, 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.5, (allegato composto da 3 planimetrie e 3 pagine) 6, 7 e 8.

AUTORITA' PORTUALE DI GENOVA

Deliberazione del Comitato Portuale

Protocollo n. 93 / 10 / 2011

ASSUNTA NELLA SEDUTA DEL **27 OTTOBRE 2011**

In conformità alla proposta memoria n. 10 avente il testo nel seguito formulato e proposto da

DIREZIONE PIANIFICAZIONE E SVILUPPO - DIREZIONE TECNICA

con l'assenso del Responsabile competente:

DIRETTORI: DOTTOR SANGUINERI - INGEGNER PIERACCI

ALLA TRATTAZIONE SONO:

Presenti	Assenti	Membri Comitato			Carica
X		Luigi	MERLO		Presidente Autorità Portuale
X		Felicio	ANGRISANO		Comandante del Porto
X		Claudio	MONTEVERDI		Dirigente Servizi Doganali GE
	X	Mirella	BOLOGNA		Rappr. Imprese Ferroviarie
	X	Francesco	ERRICHIELLO		Rappresentante Ministero LL.PP.
X		~~Claudio~~	E. ~~BURLANDO~~	BOZZO	p.Presidente Giunta Regionale
X		~~Marta~~	P. ~~VINCENZI~~	PISSARELLO	p.Sindaco Comune di Genova
X		~~Alessandro~~	R. ~~REPETTO~~	AMICO	p.Presidente Amm.Provinciale GE
X		~~Paolo C.~~	F. ~~ODONE~~	NEGRI	p.Presidente CCIAA Genova
X		Ignazio	MESSINA		Rappresentante Armatori
X		Giovanni	DELLE PIANE		Rappresentante Industriali
X		Giuseppe	COSTA		Rappresentante Imprenditori
X		Roberta	OLIARO		Rappresentante Spedizionieri
X		Giovanni	CERRUTI		Rappr. Agenti Racc. Marittimi
	X	Maurizio	LONGO		Rappresentante Autotrasportatori
X		Enrico	ASCHERI		Rappresentante FILT - CGIL
X		Giacomo	SANTORO		Rappresentante FILT - CGIL
	X	Ivano	BOSCO		Rappresentante FILT - CGIL
X		Ettorino	TORZETTI		Rappresentante FIT - CISL
X		Antonio	CIROTTO		Rappresentante Dipendenti A.P.
X		Marco	ODONE		Rappresentante UILTRASPORTI

Data 27 OTTOBRE 2011 **Responsabile del Procedimento**	**VISTO** **Gestione Risorse Finanziarie**	**IL DIRETTORE** **Struttura proponente**

(Segretario Generale)	**(Presidente)**

ASSISTONO i Revisori dei Conti:

Dottor ALTAMURA, Dottor CAPPELLA e Dottoressa VETTRAINO

ASSISTE, con funzioni di Segretario:

SIGNORA ROSANNA GHIGLIONE della Segreteria del Comitato.

.....	.....
(Segretario Generale)	**(Presidente)**

SCHEMA DI DELIBERAZIONE	
RIFERIMENTO ALL'O.D.G.	UFFICIO SEGRETERIA COMITATI
N. D'ORDINE 10 SEDUTA 27 OTTOBRE 2011	DATA DI RICEZIONE DELLA CARTELLA 27 OTTOBRE 2011

AUTORITA' PORTUALE DI GENOVA

DIREZIONE PIANIFICAZIONE E SVILUPPO - DIREZIONE TECNICA

CARTELLA DEL PROVVEDIMENTO SOTTOPOSTO AL COMITATO PORTUALE AVENTE AD OGGETTO:

NODO STRADALE ED AUTOSTRADALE DI GENOVA. ADEGUAMENTO DEL SISTEMA A7 - A10 - A12 - "OPERA A MARE NEL CANALE DI CALMA". PROPOSTA DI ADEGUAMENTO TECNICO FUNZIONALE AL VIGENTE PIANO REGOLATORE PORTUALE.

SCHEMA N. // DEL PROT. GEN. ANNO 2011

Il responsabile del Procedimento appartenente alla Struttura predetta, presenta al Comitato Portuale, per le determinazioni di competenza, lo SCHEMA di ATTO DELIBERATIVO, come sopra individuato, che ha predisposto in merito all'oggetto indicato e che viene sottoposto, previa approvazione del Presidente. Il testo originale dello SCHEMA che si propone è riportato a pag. 4 della presente cartella. Lo SCHEMA proposto è corredato di allegati, che ne sono parte integrante e necessaria. Sul contenuto dello SCHEMA si ritiene necessario far presente quanto è riportato nello SCHEMA di deliberazione a pag. 6/7 della presente cartella.

Data 27 ottobre 2011 Responsabile del Procedimento	VISTO Gestione Risorse Finanziarie	IL DIRETTORE Struttura proponente

(Segretario Generale)	(Presidente)

RELAZIONE DI ACCOMPAGNAMENTO DELLO SCHEMA DI DELIBERAZIONE DEL COMITATO PORTUALE

Protocollo n. 93 / 10 / 2011

27 OTTOBRE 2011

NODO STRADALE ED AUTOSTRADALE DI GENOVA. ADEGUAMENTO DEL SISTEMA A7 - A10 - A12 - "OPERA A MARE NEL CANALE DI CALMA". PROPOSTA DI ADEGUAMENTO TECNICO FUNZIONALE AL VIGENTE PIANO REGOLATORE PORTUALE.

Il Progetto della Gronda di Genova si propone di sgravare il tratto di autostrada A10 più strettamente interconnesso con il tessuto urbano, cioè quello dal casello di Genova Ovest sino all'abitato di Voltri , trasferendo il traffico passante su una nuova infrastruttura che si affianca all'esistente, costituendone di fatto un raddoppio (cfr. all. 1).

In questo modo il traffico delle direttrici, Milano - Ventimiglia (per le O/D non attratte dalla A26); Livorno - Porto di Voltri – Ventimiglia; Genova Ovest (Porto) - Porto di Voltri – Ventimiglia, che non ha necessità di connettersi con le aree cittadine, sarebbe dirottato sulla nuova infrastruttura, alleggerendo il tratto urbano dell'A10 che rimarrebbe principalmente a servizio della città di Genova e delle sue funzioni.

In generale, la realizzazione della "Gronda" si propone, secondo Autostrade per l'Italia, di raggiungere una molteplicità di finalità che possono essere riassunte nei seguenti punti:

- migliorare le condizioni di circolazione sulla rete esistente;
- suddividere il traffico cittadino da quello di attraversamento;
- migliorare la sicurezza stradale;
- offrire un'alternativa all'unico asse autostradale ligure;
- sostenere la crescita economica.

Il tracciato della Gronda presenta oltre il 95% del suo sviluppo in sotterraneo e prevede il ricorso sia allo scavo meccanizzato che alle consolidate tecnologie di avanzamento in tradizionale. La volumetria del materiale di smarino che ne deriva è pari a circa 11 milioni di metri cubi di materiale sciolto.

Detta produzione di materiale ha determinato la necessità di integrare, nell'ambito del progetto autostradale, diversi interventi di sistemazione sul territorio, che comportano il riutilizzo di circa 2 milioni di metri cubi , nonché la realizzazione, all'interno del Canale di Calma antistante l'Aeroporto di Genova, di un nuovo rilevato in affiancamento a quello attuale. Quest'ultima opera prevede il riutilizzo dei restanti 9 milioni di metri cubi.

Data 27 OTTOBRE 2011 Responsabile del procedimento	VISTO Gestione Risorse Finanziarie	IL DIRETTORE Struttura proponente
.....	.....	.....

(Segretario Generale)	(Presidente)
.....	.....

In particolare, si prevede di conferire all'interno del Canale di Calma il materiale di smarino proveniente dallo scavo delle gallerie dell' infrastruttura stradale (per un totale di 8.759.931 mc.) attraverso la realizzazione di una cassa di colmata in continuità con l'attuale sedime aeroportuale.

La scelta relativa al conferimento del materiale di risulta nel canale di calma dell'aeroporto, effettuata in esito ad un lungo e complesso iter concertativo e condivisa dal Gruppo Tecnico di Lavoro istituito presso il Ministero delle Infrastrutture, è stata orientata da valutazioni tecnico-ambientali, anche in relazione alle quantità ed alla natura dello smarino da allocare.

In questo contesto, si deve, altresì, evidenziare come la realizzazione del riempimento in questione si propone di assolvere, oltre che alla funzione di conferimento dello smarino, anche ai seguenti obiettivi tecnico funzionali a beneficio dell'Aeroporto di Genova:

- adeguamento della Runway strip dell'Aeroporto di Genova (fascia di rispetto laterale alla pista aeroportuale) alle prescrizioni dell'Annesso 14 ICAO;
- realizzazione di una strada perimetrale per l'accesso al lato della pista ed alla stessa runa strip;
- protezione dell'infrastruttura aeroportuale da eventi meteo marini significativi;
- adeguamento della rete di drenaggio della piattaforma aeroportuale.

Le dimensioni totali della colmata attualmente proposte dal progetto presentato da Autostrade per l'Italia, sono pari 180 m. in direzione nord-sud e 3.611,60 m. nella direzione est-ovest; sul lato ovest i cassoni cellulari continuano il filo esistente del terrapieno aeroportuale; sul lato est la colmata si estende per circa 125 m. oltre all'attuale limite dell'area aeroportuale, nella zona antistante la concessione ILVA, fino a circa 40 m. dal canale scolmatore interno alla concessione ILVA. Il tutto come meglio rappresentato nella planimetri in allegato 2.

La conterminazione dell'opera a mare è prevista tramite 148 cassoni cellulari in conglomerato cementizio armato; 14 posti nel senso ortogonale all'attuale marginamento dell'aeroporto, a formare il marginamento sui lati ovest ed est della colmata; i rimanenti

134 posti parallelamente alla pista aeroportuale a formare la nuova conterminazione del Canale di Calma.

Posta la rilevanza dell'intervento in termini di interesse generale per la città e per il traffico su di essa gravitante ivi incluso quello afferente il porto, si tratta di verificare le condizioni alle quali il previsto riempimento parziale dello specchio acqueo antistante l'aeroporto possa essere condiviso in modo che non vengano pregiudicate le funzioni portuali.

In particolare, si rammenta che detto specchio acqueo assolve oggi a funzioni di collegamento fra il bacino di Sampierdarena ed i bacini di Multedo e Voltri , consentendo una sicura e rapida connessione (anche in condizioni metereologiche avverse) fra le diverse aree operative ai mezzi di servizio quali quelli della Capitaneria di Porto, dei Rimorchiatori, dei Piloti e degli Ormeggiatori. Il braccio di mare è inoltre utilizzato quale percorso per un servizio urbano di trasporto passeggeri.

Ai fini delle verifiche di cui sopra, l'Amministrazione ha fra l'altro provveduto a trasmettere alla Capitaneria di Porto, ai Rimorchiatori ed al Corpo Piloti la documentazione progettuale ricevuta in data 5 maggio 2011 da Autostrade per l'Italia e finalizzata alla verifica di compatibilità dell'intervento con il Piano Regolatore Portuale vigente. Ciò anche in vista dell'attivazione, da parte di APG, delle procedure di adeguamento tecnico funzionale del Piano Regolatore medesimo.

In esito agli approfondimenti svolti congiuntamente con Rimorchiatori, Piloti ed Ormeggiatori, l'Autorità Marittima ha quindi comunicato il proprio parere di massima favorevole alla realizzazione dell'opera, condizionando tuttavia lo stesso ad alcune prescrizioni. Il parere e le relative prescrizioni sono riprodotti per esteso nell'allegato 3 della presente relazione.

Tenuto conto delle valutazioni esposte nella nota dell'Autorità Marittima e degli approfondimenti tecnici svolti all'interno dell'Amministrazione, anche a seguito di uno specifico incontro tenutosi con Autostrade, Associazione Industriali e Rimorchiatori Riuniti, si ritiene di poter sintetizzare le condizioni per l'espressione di un parere favorevole al proposto riempimento come segue:

Data 27 OTTOBRE 2011 Responsabile del procedimento	VISTO Gestione Risorse Finanziarie	IL DIRETTORE Struttura proponente
.....	.....	.....

..... (Segretario Generale)

..... (Presidente)

- ai fini di assicurare un adeguato specchio acqueo al transito dei mezzi nautici in servizio tra il bacino di Sampierdarena ed i poli di Multedo /Voltri occorre valutare con particolare attenzione la dimensione del parziale riempimento del canale. In particolare, la proposta di riempire uno specchio acqueo di 3600 ml di lunghezza per 180 ml di larghezza non pare garantire i requisiti per un normale e sicuro transito dei mezzi di servizio. Secondo quanto indicato nella nota della Capitaneria di Porto sopra richiamata, si tratterebbe di ridurre l'ampiezza del riempimento garantendo una dimensione del canale navigabile al momento stimabile in 80 m., idonea a garantire transiti sicuri anche in condizioni meteo marine avverse (cfr. all. 4);
- al fine di evitare effetti di agitazione del moto ondoso, in particolare durante il passaggio dei mezzi nautici nel residuo specchio acqueo destinato al transito, occorre prevedere che la banchina ed il muro paraonde di nuova realizzazione da parte di Autostrade S.p.A. siano costruiti con tecniche tali da ridurre la riflessione del moto ondoso stesso. Allo scopo occorrerà prevedere banchine e muro paraonde con coefficienti di riflessione non superiori a 0,3;
- si rende necessario verificare gli effetti generati dal riempimento sul moto ondoso sia sul fronte di levante, sia su quello di ponente. Si tratta di verificare, secondo le metodologie adottate dagli Uffici Tecnici dell'Autorità Portuale, lo stato della navigabilità, accessibilità e manovrabilità degli specchi acquei costituenti l'imboccatura di ponente del bacino di Sampierdarena e di quelli afferenti il canale di accesso del bacino di Multedo, nonché le condizioni di agibilità delle banchine ILVA e di quelle del fronte Ronco – Canepa - Libia. Tali approfondimenti andranno svolti tenendo anche conto degli interventi già programmati dall'Amministrazione, quali la creazione di un unico fronte di banchina parallelo alla diga fra Molo Ronco e Molo Libia e l'ampliamento dell'imboccatura di ponente.

In sintesi, gli esiti di suddette verifiche dovranno comportare adeguamenti dell'attuale progetto al fine di garantire la compatibilità dello stesso con il sicuro esercizio portuale e di escludere ricadute negative sulle nuove opere portuali già programmate ed in corso di realizzazione.

Infine, è stato valutato come l'opera in argomento non pregiudichi eventuali programmi di sviluppo portuale a lungo termine, riconducibili anche all'ipotesi di traslazione a mare

Data 27 OTTOBRE 2011 Responsabile del procedimento	VISTO Gestione Risorse Finanziarie	IL DIRETTORE Struttura proponente
.....	.....	.....

..... (Segretario Generale)

..... (Presidente)

dell'aeroporto, tenuto conto anche della possibile applicazione di nuove tecnologie (per altro già sperimentate) nel campo delle opere di difesa a mare.

Qualora si confermi in questa sede, alle condizioni di cui sopra, l'espressione di parere favorevole al parziale riempimento del canale di calma prospiciente l'aeroporto, si tratta di procedere con il relativo aggiornamento del Piano Regolatore, avviando le procedure di "adeguamento tecnico funzionale" necessarie per proseguire l'iter di approvazione del progetto della "Gronda Autostradale".

A tale proposito si ricorda che il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici con parere n. 44 del 1999, sul tema delle varianti ai Piani Regolatori Portuali individua due distinte categorie di possibili modifiche ai piani medesimi. Quelle aventi rilevanza significativa sulle previsioni di Piano da definire "modifiche sostanziali" (varianti al Piano) e le modifiche che non incidono sulle scelte e sugli indirizzi di Piano, che possono essere definite "non sostanziali", costituendo semplici adeguamenti tecnico funzionali delle opere. Quest'ultima categoria di modifiche, secondo il voto, non deve essere in contrasto con le strategie di sviluppo delle attività portuali e con le previsioni del PRP e tuttavia può essere rappresentata da una vasta casistica di opere consistenti anche in "modifiche più o meno rilevanti della forma e della lunghezza di moli e banchine".

Lo stesso Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici è tornato sull'argomento degli adeguamenti tecnico funzionali con un voto del 2009 in cui, evidenziata la valenza dei principi sopra esposti, viene richiamata la concezione di piano strutturale introdotta dalle Linee Guida per la redazione dei Piani Regolatori Portuali emanate attraverso una specifica circolare ministeriale.

Con detto concetto di "piano strutturale" viene evidenziata la necessità che lo strumento pianificatorio vada costruito ed interpretato come strumento intrinsecamente flessibile, adattabile alle necessità infrastrutturali pur nel rispetto delle generali linee di sviluppo dello scalo.

In altri termini, saranno considerate modifiche non sostanziali e pertanto "adeguamenti tecnico-funzionali" quegli interventi che, ancorchè non specificatamente previsti nel Piano, non ne alterino i contenuti rappresentati da obiettivi e correlate scelte strategiche.

Data 27 OTTOBRE 2011 Responsabile del procedimento	VISTO Gestione Risorse Finanziarie	IL DIRETTORE Struttura proponente
.....	.....	.....

.....	.....
(Segretario Generale)	(Presidente)

Tale impostazione è inoltre confermata dalla Legge Regionale n. 9 del 2003 che definisce all'art. 4 gli adeguamenti tecnico-funzionali quali modifiche contenute in progetti di interventi che siano coerenti con gli obiettivi e le scelte di programmazione del Piano.

Ancora, la normativa del vigente PRP richiama all'art. 2 le caratteristiche degli adeguamenti tecnico funzionali al Piano stesso ed in particolare definisce modifiche non sostanziali contenute in progetti definitivi di interventi che:

- siano coerenti con gli obiettivi e le scelte di programmazione del Piano;
- non comportino l'introduzione di modifiche alla localizzazione delle funzioni previste dallo Schema Generale del Piano di cui all'art. 5 delle stesse norme di Piano;
- non contengano variazioni significative al perimetro dei riempimenti e delle opere di protezione a mare previsti dallo Schema Generale di Piano;
- risultino compatibili con la disciplina degli strumenti di pianificazione territoriale di livello regionale e/o comunale vigenti od adottati.

Alla luce di tali indicazioni ed al fine di inquadrare il proposto intervento di parziale riempimento del canale prospiciente l'aeroporto si devono quindi richiamare gli obiettivi e le funzioni previsti per il canale stesso dal vigente Piano Regolatore.

Come sopra evidenziato detti obiettivi e funzioni, ancorchè non esplicitamente definiti dal Piano che non dedica specifiche previsioni a tale tratto di mare, sono riconducibili, attraverso una lettura complessiva dello "schema generale di Piano", al mantenimento della transitabilità dello specchio acqueo per mezzi di servizio portuale, oltre che alla funzionalità delle opere portuali eventualmente interferite dalla nuova opera.

Nel rispetto di tali obiettivi e funzioni, da garantirsi attraverso il recepimento delle condizioni sopra rappresentate, il progetto dell'opera in argomento può rientrare nella definizione di "adeguamento tecnico funzionale".

Circa le procedure finalizzate al riconoscimento formale dell'opera quale adeguamento tecnico funzionale, il citato voto del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici del 2009 indica il seguente percorso:

Data 27 OTTOBRE 2011 Responsabile del procedimento	VISTO Gestione Risorse Finanziarie	IL DIRETTORE Struttura proponente
.....	.....	.....

(Segretario Generale)	(Presidente)
.....	.....

- richiesta di parere, adeguatamente corredata di elaborati tecnici, al Consiglio Superiore formulata dall'Autorità Portuale, previa verifica da parte dell'Amministrazione Comunale della coerenza del progetto con gli strumenti di pianificazione urbanistica;
- istruttoria presso il Consiglio Superiore e rilascio del parere tecnico;
- inoltro del parere tecnico da parte di APG alla Regione Liguria per il provvedimento finale.

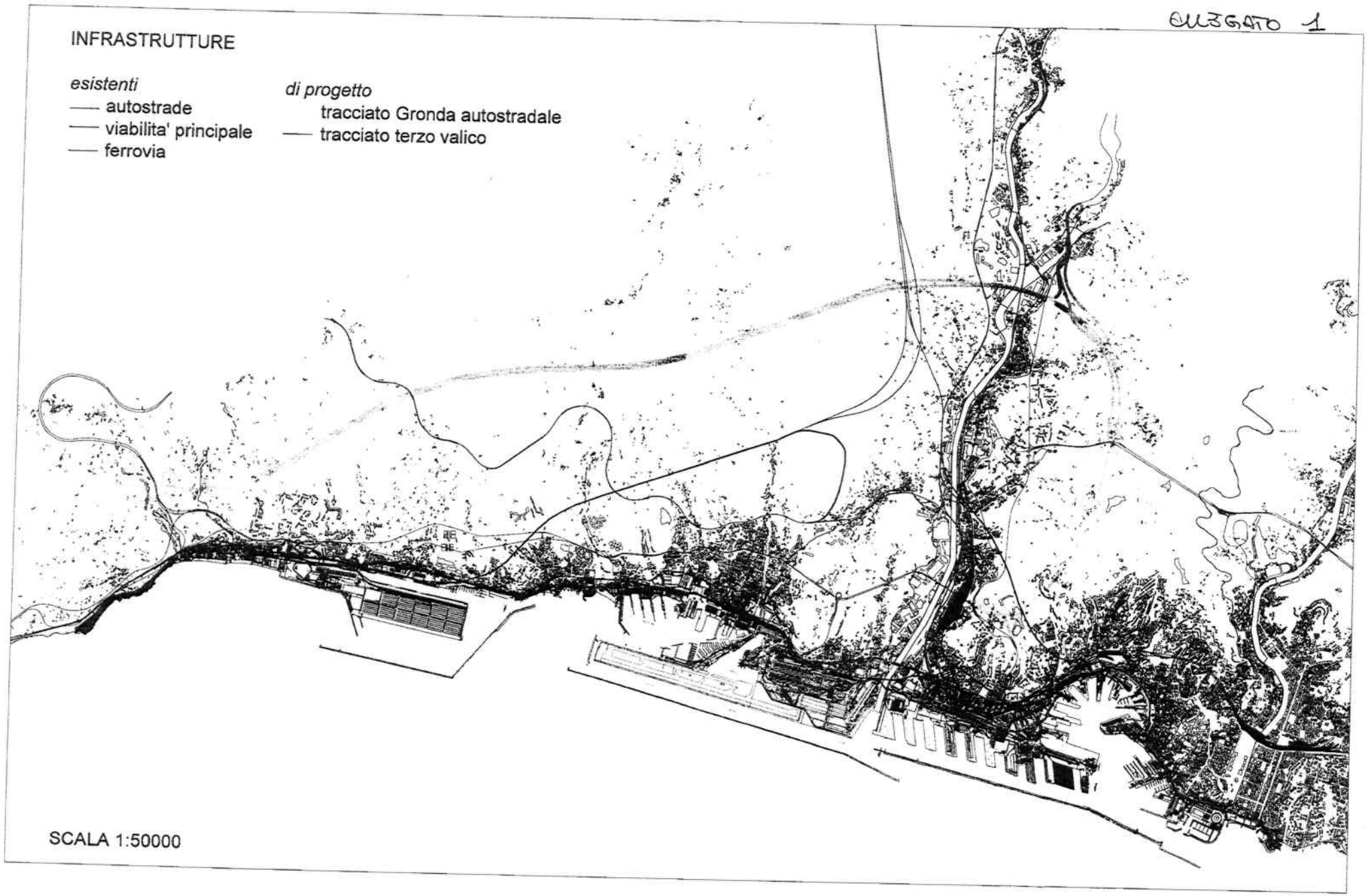
In conclusione, si richiede a questo Comitato Portuale di esprimersi favorevolmente rispetto all'ipotesi progettuale di riempimento parziale del canale di calma prospiciente l'aeroporto alle condizioni indicate in relazione.

Conseguentemente, si richiede di dare mandato agli Uffici dell'Ente affinché procedano con l'iter istruttorio finalizzato al riconoscimento dell'opera quale "adeguamento tecnico funzionale" al vigente Piano Regolatore Portuale.

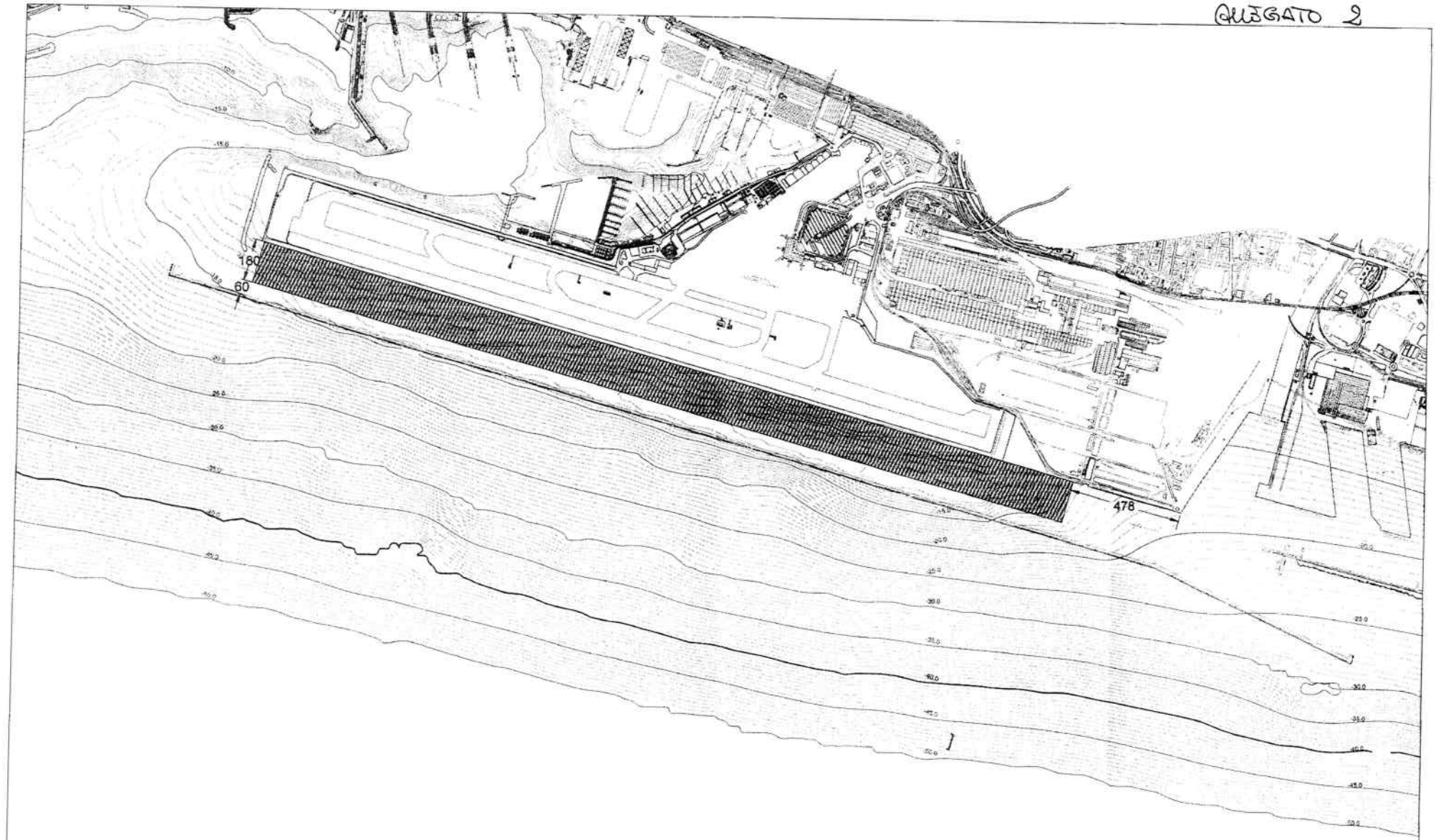
Data 27 OTTOBRE 2011 Responsabile del procedimento	VISTO Gestione Risorse Finanziarie	IL DIRETTORE Struttura proponente
.....	.....	.....

(Segretario Generale)	(Presidente)
.....	.....

ALLEGATO 1


INFRASTRUTTURE
esistenti
autostrade
viabilita' principale
ferrovia
di progetto
tracciato Gronda autostradale
tracciato terzo valico
SCALA 1:50000

ALLEGATO 2



PROPOSTA DI ADEGUAMENTO TECNICO FUNZIONALE
Dimensionamento del canale di calma contenuto nel progetto presentato da Autostrade per l'Italia
scala 1:15000

16126 - GENOVA
Cod. Amministrazione: M_TRA - Cod. AOO: CP_GE
REGISTRO UFFICIALE USCITA
Prot. 12.01.00/46535 data 13/10/2011

Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

AUTORITA' PORTUALE DI GENOVA
PROTOCOLLO CENTRALE
Ufficio Competente: PSVIL Genova
Prot.N. 22488 /A del 14/10/2011
N.
Uff. PSVIL | Copia TEC

DIREZIONE MARITTIMA
ZIOMARE
ENOVA

GTER/SG

Al: AUTORITA' PORTUALE
Direzione Pianificazione e Sviluppo
c.a. Dott. SANGUINERI
Fax 010/241 2850

e.p.c
A: GRUPPO PILOTI GENOVA
Fax 010/2461114

RIMORCHIATORI RIUNITI GENOVA
Fax 010/2498200

GRUPPO ANTICHI ORMEGGIATORI
Fax 010/8681715

Oggetto: Opere a mare del canale di calma prospiciente la pista aeroportuale.

Rife: fogli n. 11676/P del 16/05/2011 e n. 24910 del 1° giugno 2011

Si premette che, come è noto, il canale di calma è interdetto alla navigazione con ordinanza di questa Capitaneria di porto n° 42/2003 in data 19/03/2003.

Da tale divieto è escluso l'attraversamento del canale da parte delle unità dei servizi tecnico-nautici e dei servizi portuali diretti/provenienti dal bacino di Multedo, nonché dell'unità di trasporto urbano.

Il necessario mantenimento di tale funzione è reso vitale per offrire prestazioni tecnico-nautiche in avverse condimeteo, altrimenti non effettuabili se non con pregiudizio per i traffici marittimi portuali. Lo stesso canale costituisce peraltro lo specchio acqueo che separa l'aeroporto dalla diga Galliera.

Viene oggi richiesto un parere tecnico-nautico sulla possibilità di ridurre la larghezza del detto Canale di Calma, per una lunghezza pari a 3650 mt. dagli attuali 240 m a 60 m, avuto a riguardo alla richiesta di immettere in questo stesso canale circa otto milioni di metri cubi di materiali, provenienti da lavori di escavo del tunnel meglio noto come "gronda".

Sulla questione la scrivente ha tenuto una serie di incontri per verificarne l'incidenza sulla sicurezza della navigazione portuale, studio non limitato alla sola ristretta zona del canale stesso. Di fatti la riflessione congiunta sull'intervento ha evidenziato come lo stesso possa – in assenza di elementi certi che ne confutino la fondatezza – influenzare l'operatività delle aree e dei bacini portuali interessati.

Quanto sopra premesso, lo scrivente – esaminati gli atti, ed avuto

riguardo alle considerazioni dinanzi svolte – esprime di massima il proprio favorevole parere tecnico-nautico, attesa la funzione del canale di Calma, non solo limitata al transito nautico del relativo specchio acqueo, ma anche quale sintesi di efficienza ed economicità, altrimenti inficiata.

Il favorevole assenso è subordinato all'osservanza delle seguenti prescrizioni - peraltro già indicate nel corso dell'incontro del 23/09/2011, di cui si allega verbale - ed il cui mancato accoglimento limiterà o annullerà la funzione di navigazione sicura e protetta in caso di condimeteo avverse, con la conseguente valutazione – da porsi in maniera congiunta - della creazione di postazioni fisse (seppure limitate al periodo di tempo dei lavori) dei servizi tecnico-nautici nel bacino di Multedo, con conseguente ricaduta sull'organizzazione tecnico economico-funzionale degli stessi

Per mantenere integra l'attuale funzione (comprensiva della necessità di mantenere il servizio di collegamento urbano porto antico- Pegli) la larghezza del bacino è stimata in mt.80.

Ciò posto, si offrono ulteriori spunti di analisi sui seguenti ulteriori elementi:

1) Non pare che lo studio prodotto, per ciò che attiene all'imboccatura del Polcevera, abbia tenuto conto del tombamento in atto dello specchio acqueo della calata Derna.
   In effetti, con il completamento del riempimento, calata Derna verrà "abilitata" a ricevere navi portacontainer di ultima generazione. La realizzazione del previsto intervento di conferimento del materiale di smarino limita il bacino di manovra delle dette unità (porta container) destinate a detta calata, non escludendo il rinvio all'impiego di un numero maggiore di rimorchiatori per l'esecutività delle relative manovre di ormeggio e disormeggio;
2) Conseguenze di impatto che l'intervento in oggetto della presente analisi sviluppa avuto a riguardo:
   - alla corrente che crea il torrente Polcevera soprattutto in presenza di piogge abbondanti;
   - ai rilievi anemometrici funzionali che devono essere riferiti allo specchio acqueo di intervento;
   - alle misurazioni dirette del moto ondoso anch'esse da riferirsi all'area di intervento e non costituite/calcolate in maniera deduttiva.

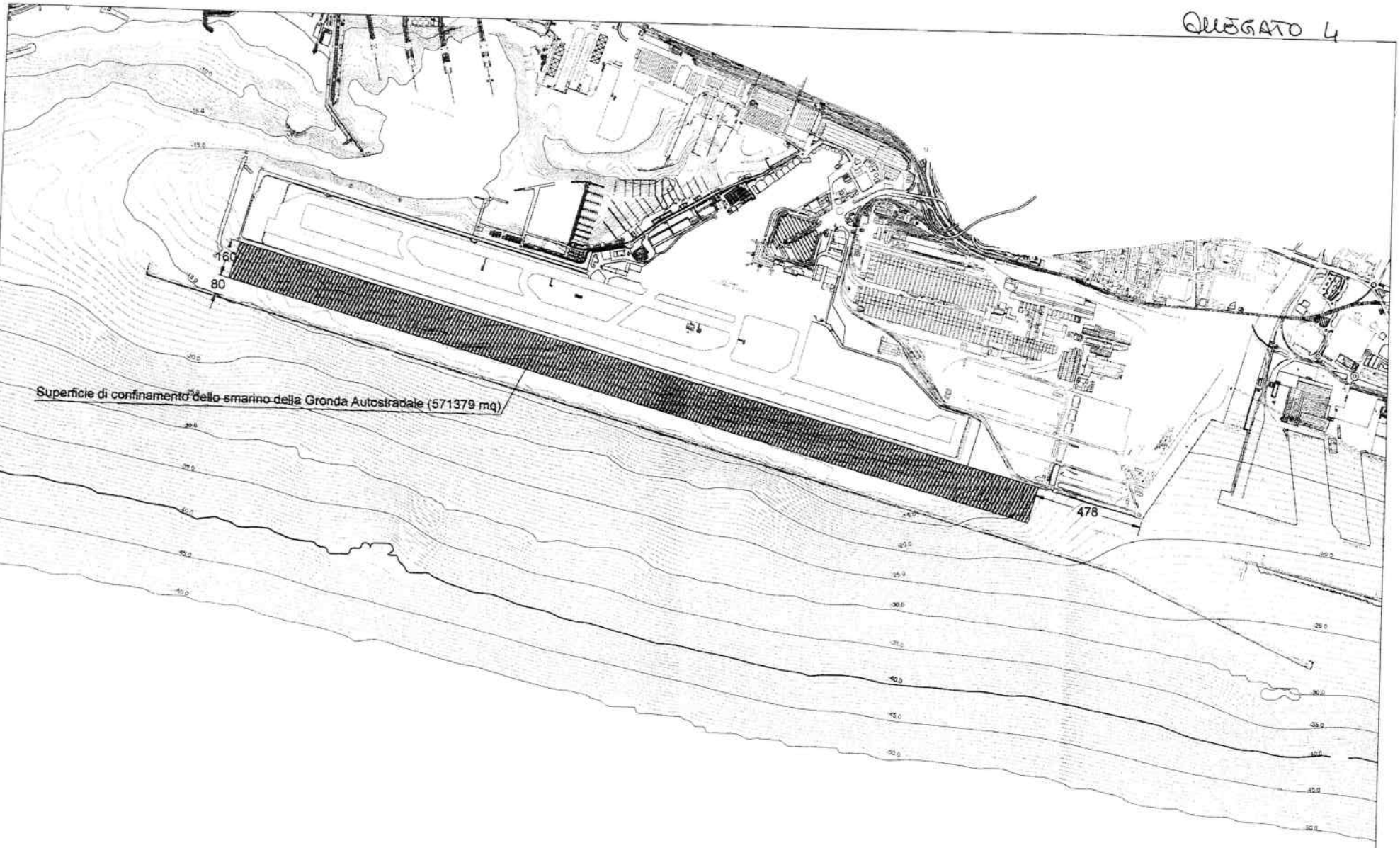
   Quanto sopra stante la concreta esigenza di ottenere uno studio mirato per l'area di influenza dell'intervento, caratterizzata da elementi (correnti, maree) propri dell'area stessa.
3) Gli studi prodotti non permettono di stabilire l'influenza delle onde riflesse della diga di Voltri sull'accesso del canale del porto di Multedo.
4) Non appare superfluo valutare l'impatto del moto ondoso sulla banchina

ILVA in occasione, di particolari mareggiate provenienti dai quadranti meridionali (per memoria, si fa espresso rinvio a quanto accaduto a quella banchina nell'ottobre 2008).

Questa Capitaneria di Porto assicura, comunque, la partecipazione ad ogni iniziativa – compresa quella relativa alla istituzione di un tavolo tecnico dedicato – finalizzata alla migliore analisi dell'impatto delle opere in argomento sull'operatività del porto e sulla propria regolare funzione.

IL DIRETTORE MARITTIMO
Ammiraglio Ispettore (CP)
Felicio ANGRISANO

ALLEGATO 4



PROPOSTA DI ADEGUAMENTO TECNICO FUNZIONALE
Dimensionamento del canale di calma secondo le stime indicate dalla Capitaneria di Porto
scala 1:15000

AUTORITA' PORTUALE
DI GENOVA
Ufficio Segreteria Comitati
Delibera Prot. 93 / 10 / 2011
Approvata nella seduta del 27 OTT. 2011
IL RESPONSABILE

SCHEMA DI DELIBERAZIONE DEL COMITATO PORTUALE

Protocollo n. 93 / 10 / 2011

27 OTTOBRE 2011

IL COMITATO PORTUALE

VISTA la legge n. 84/94 e successive modificazioni ed integrazioni;

VISTO il vigente Piano Regolatore Portuale;

VISTO il progetto relativo al Nodo stradale ed autostradale di Genova - Adeguamento del sistema A7 – A10 – A12 – "Opera a mare nel Canale di Calma" ;

PRESO ATTO delle osservazioni rappresentate dall'Autorità Marittima a seguito delle verifiche tecniche effettuate anche con la Società Rimorchiatori Riuniti, il Corpo dei Piloti del Porto di Genova e con il Gruppo Antichi Ormeggiatori;

CONSIDERATI i pareri espressi dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici in merito alle varianti ed agli adeguamenti tecnico funzionali dei Piani Regolatori Portuali;

CONSIDERATE le linee guida per la redazione dei Piani Regolatori Portuali emesse dal Ministero delle Infrastrutture;

CONDIVISI i contenuti della relazione del Presidente, parte integrante del presente provvedimento;

DELIBERA

- di accogliere la proposta progettuale di riempimento parziale del canale di calma prospiciente l'aeroporto alle condizioni indicate in relazione.

- di **DARE MANDATO** agli Uffici dell'Ente affinché procedano con l'iter istruttorio finalizzato al riconoscimento dell'opera quale "adeguamento tecnico funzionale" al vigente Piano Regolatore Portuale.

Data 27 OTTOBRE 2011 Responsabile del procedimento	VISTO Gestione Risorse Finanziarie	IL DIRETTORE Struttura proponente
.....	.....	.....

(Segretario Generale)	(Presidente)
.....	.....

SCHEMA DI DELIBERAZIONE DEL COMITATO PORTUALE
Protocollo n. 93 / 10 / 2011
VOTAZIONE relativa al PROVVEDIMENTO ESAMINATO

SEDUTA DEL 27 OTTOBRE 2011

LA SOTTOSCRITTA SIGNORA ROSANNA GHIGLIONE, che nel corso della suindicata seduta ha svolto i compiti di Segretaria, DA' ATTO che:

[X] ALL'UNANIMITA' (oppure) [ ] A MAGGIORANZA

a) - astenuti

b) - contrari

c) - assenti

1. **IL COMITATO PORTUALE** HA APPROVATO il provvedimento proposto secondo lo schema il cui testo integrale è riportato in originale a pag. 6/7 della presente cartella.

2. **IL COMITATO PORTUALE** HA APPROVATO CON LE MODIFICHE CONCORDATE IN CORSO DI SEDUTA il provvedimento proposto, in conformità del nuovo testo che è riportato in originale a pag. della presente cartella.

In conseguenza di quanto sotto indicato al n. 1 il provvedimento di cui trattasi diviene DELIBERAZIONE del COMITATO PORTUALE col N. 93 / 10 / 2011

(n. progressivo annuale e n. o.d.g.)

3. **IL COMITATO PORTUALE** HA DECISO DI NON APPROVARE ovvero RINVIARE ALLA STRUTTURA PROPONENTE il provvedimento formulato secondo il testo riportato in originale a pag. della presente cartella, per i seguenti motivi:

4. **IL COMITATO PORTUALE** - su proposta
HA DECISO DI RINVIARE/RITIRARE il provvedimento formulato secondo il testo riportato in originale a pag. della presente cartella.

ATTESTO che la derminazione assunta dal Comitato Portuale in ordine al provvedimento di cui trattasi E' CONFORME a quanto dianzi indicato al n. 1 . Eventuali DICHIARAZIONI rese sono riportate nel verbale della seduta e/o nell'atto del Comitato Portuale stesso.

IL SEGRETARIO
.....
(Nominativo, firma, data relativa apposizione, qualifica)

Ministero dell'Ambiente
e della Tutela del Territorio
e del Mare

DIREZIONE GENERALE PER LE VALUTAZIONI AMBIENTALI

IL DIRETTORE GENERALE

Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare – Direzione Generale Valutazioni Ambienta
U.prot DVA – 2013 – 0014268 del 19/06/2013
Pratica N. .....
Rif. Mittente: .....

Soc. Autostrade per l'Italia p.A.
autostradeperlitalia@pec.autostrade.it

ISPRA
protocollo.ispra@ispra.legalmail.it

e p.c. Presidente della Commissione Tecnica
di Verifica dell'Impatto Ambientale VIA/VAS
CTVA@pec.minambiente.it

OGGETTO: **[ID_VIP:809] - Piano di Utilizzo ai sensi dell'art. 5, comma 3 del D.M. 161/2012 - Progetto Nodo stradale ed autostradale di Genova adeguamento del sistema A7 - A10 - A12. Provvedimento di approvazione.**

Con nota prot. ASPI/0005564/EU del 22/03/2013, acquisita al prot. DVA-2013-0007842 del 02/04/2013, la Soc. Autostrade per l'Italia p. A. ha inviato a questa Direzione e direttamente alla Commissione Tecnica di Verifica dell'Impatto Ambientale VIA/VAS la documentazione relativa al Piano di Utilizzo ai fini dell'approvazione ai sensi del "Regolamento recante la disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce di scavo", D.M. n. 161 del 10 agosto 2012, per il progetto Nodo stradale ed autostradale di Genova adeguamento del sistema A7 – A10 – A12, la cui procedura di V.I.A. la cui procedura di V.I.A. è in corso di svolgimento.

Acquisito il parere positivo subordinato all'osservazione di specifiche condizioni, n. 1239 del 24/05/2013 espresso al riguardo dalla Commissione Tecnica di Verifica dell'Impatto Ambientale VIA/VAS, assunto al prot. DVA-2013-0012918 del 04/06/2013, che allegato al presente provvedimento ne costituisce parte integrante;

Preso atto che la Commissione Tecnica di Verifica dell'Impatto Ambientale VIA/VAS con il citato parere ai fini dell'approvazione del Piano di Utilizzo ha ritenuto che "*il Piano di Utilizzo è stato redatto in conformità al quanto disposto dal D.M. 10 agosto 2012, n, 161 e che, fatte salve le valutazioni ambientali e gli esiti che emergeranno nell'ambito del relativo procedimento di V.I.A. devono essere comunque soddisfatte in corso d'opera le seguenti condizioni*" stabilendo alla condizione n. 1 che "*la durata di validità del Piano di Utilizzo è di 8,5 anni dall'inizio dei lavori, che devono avvenire entro due anni dall'approvazione finale dell'opera*".

Ufficio Mittente: SezioneOpereCivili
Funzionario responsabile: digianfrancesco.carlo@minambiente.it-tel.0657225931
DVA-2VA-OC-04_2013-0214.DOC

Preso atto che la Commissione Tecnica, alla condizione n. 2 del citato parere, ha ritenuto necessario che "*ai fini della vigilanza, monitoraggio e controllo del rispetto degli obblighi assunti nel Piano di Utilizzo e dei risultati delle caratterizzazioni in corso d'opera, prima dell'inizio dei lavori, dovrà essere istituito un Comitato di Controllo, partecipato da ARPA Liguria, dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare e dalla Regione Liguria, con eventuali oneri a carico della Soc. Autostrade per l'Italia p.A.*".

SI APPROVA

il Piano di Utilizzo presentato dalla Soc. Autostrade per l'Italia p.A. per il progetto Nodo stradale ed autostradale di Genova adeguamento del sistema A7 – A10 – A12 nel rispetto delle condizioni di cui al parere della Commissione Tecnica di Verifica dell'Impatto Ambientale VIA/VAS n. 1239 del 24/05/2013.

Ai sensi dell'art. 5, comma 6 del D.M. 161/2012 si dispone che la durata di validità del Piano di Utilizzo è di 8,5 anni dall'inizio dei lavori che dovrà avvenire entro 2 anni dall'emanazione del decreto di compatibilità ambientale relativo al progetto Nodo stradale ed autostradale di Genova adeguamento del sistema A7 – A10 – A12.

In recepimento di quanto indicato nel parere della Commissione Tecnica di Verifica dell'Impatto Ambientale VIA/VAS è istituito presso la Direzione Generale per le Valutazioni Ambientali dello scrivente Ministero il Comitato di Controllo "Nodo stradale ed autostradale di Genova adeguamento del sistema A7 – A10 – A12" coordinato dal Ministero dell'Ambiente e composto dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, dalla Regione Liguria e da ARPA Liguria. Con successivo provvedimento ministeriale della Direzione Generale competente si provvederà alla costituzione del Comitato di Controllo, i cui oneri di funzionamento sono posti a carico della Soc. Autostrade per l'Italia p.A.. Il Ministero si riserva, negli eventuali successivi provvedimenti, di estendere al predetto Comitato di Controllo ulteriori compiti tra cui quello di sovrintendere alla escuzione del Monitoraggio Ambientale e di verificare il rispetto delle eventuali prescrizioni emanate.

Il presente provvedimento è trasmesso all'ISPRA ai sensi dell'art. 13, comma 1 del D.M. 161/2012.

Avverso il presente provvedimento è ammesso ricorso al TAR entro 60 giorni ed al Capo dello Stato entro 120 giorni dalla pubblicazione dell'Avviso in Gazzetta Ufficiale.

IL DIRETTORE GENERALE
(Dott. Mariano Grillo)

Allegato: parere CTVA prot. DVA-2013-0012918 del 04/06/2013

Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare

COMMISSIONE TECNICA DI VERIFICA DELL'IMPATTO AMBIENTALE – VIA E VAS

IL SEGRETARIO

Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare – Commissione Tecnica VIA – VAS
U.prot CTVA – 2013 – 0001924 del 31/05/2013

Pratica N. .....

Rif. Mittente: .....

Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare – Direzione Generale Valutazioni Ambientali
E.prot DVA – 2013 – 0012918 del 04/06/2013

Al Sig. Ministro
per il tramite del Sig. Capo di Gabinetto

Sede

Direzione Generale per le Valutazioni Ambientali

Sede

MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE
RICEVUTO IL
03 GIU. 2013
DIREZIONE GENERALE PER LE VALUTAZIONI AMBIENTALI

OGGETTO: **I.D. VIP 809 trasmissione parere n. 1239 CTVA del 24 maggio 2013. Richiesta di parere art. 9 D.M. 150/07 Nodo Stradale e Autostradale di Genova adeguamento del sistema A7 – A10 – A12, Piano di Utilizzo delle Terre, proponente Società Autostrade per l'Italia Spa.**

Ai sensi dell'art. 11, comma 4 lettera e) del D.M. GAB/DEC/150/2007, e per le successive azioni di competenza della Direzione Generale per le Valutazioni Ambientali, si trasmette copia conforme del parere relativo al procedimento in oggetto, approvato dalla Commissione tecnica di verifica dell'impatto ambientale VIA e VAS nella seduta Plenaria del 24 maggio 2013.

Si saluta.

Il Segretario della Commissione
(avv. Sandro Campilongo)

All. c/s

Ufficio Mittente: MATT-CTVA-US-00
Funzionario responsabile: CTVA-US-06
CTVA-US-06_2013-0169.DOC

Via Cristoforo Colombo, 44 – 00147 Roma Tel. 06-57223063 3064 - Fax 06-57223082
e-mail: ctva@minambiente.it

La presente copia fotostatica composta di N° 21 fogli è conforme al suo originale
Roma, li 21 MAG 2013

MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE
CIPE VAS

Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare

Commissione Tecnica di Verifica dell'Impatto Ambientale – VIA e VAS

* * *

Parere n. 1239 del 24 maggio 2013

Progetto	***Parere art. 9 del GAB/DEC/150/07*** **Nodo Stradale e Autostradale di GenovaAdeguamento del sistema A7 – A10 – A12** **Piano di Utilizzo delle Terre**
Proponente	**Autostrade per Italia S.p.A.**

La Commissione Tecnica di Verifica per l'Impatto Ambientale – VIA e VAS

VISTA la trasmissione ai sensi del Decreto del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare 10 agosto 2012, n. 161, dalla Società Autostrade per l'Italia S.p.A. della documentazione tecnica inerente il Piano di Utilizzo relativo al progetto "Nodo Stradale e Autostradale di Genova - Adeguamento del sistema A7 – A10 – A12", con nota prot. ASPI/RM/22.03.13/0005564/EU, acquisita dalla Commissione VIA e VAS al prot. n. CTVA-2013-0001181 del 29/03/2013;

VISTO il Decreto Legislativo del 3 aprile 2006, n.152 recante *"Norme in materia ambientale"* e s.m.i.;

VISTO il Decreto del Presidente della Repubblica del 14 maggio 2007, n. 90 concernente *"Regolamento per il riordino degli organismi operanti presso il Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, a norma dell'articolo 29 del D.L. 4 luglio 2006, n.223, convertito, con modificazioni, dalla L. 4 agosto 2006, n.248"* ed in particolare l'art. 9 che prevede l'istituzione della Commissione tecnica di verifica dell'impatto ambientale VIA-VAS;

VISTO il Decreto Legge 23 maggio 2008, n. 90, convertito in legge il 14 luglio 2008, L. 123/2008 *"Conversione in legge, con modificazioni, del Decreto legge 23 maggio 2008, n. 90 recante misure straordinarie per fronteggiare l'emergenza nel settore dello smaltimento dei rifiuti nella regione Campania e ulteriori disposizioni di protezione civile"* ed in particolare l'art. 7 che modifica l'art. 9 del DPR del 14 maggio 2007, n. 90;

VISTO il Decreto del Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare prot. n. GAB/DEC/150/07 del 18 settembre 2007 di definizione dell'organizzazione e del funzionamento della Commissione tecnica di verifica dell'impatto ambientale – VIA e VAS;

VISTO il Decreto Legge 6 luglio 2011, n. 98 convertito in legge il 15 luglio 2011, L. 111/2011 "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 6 luglio 2011, n. 98 recante disposizioni urgenti per la stabilizzazione finanziaria" ed in particolare l'art. 5 comma 2-bis;

VISTO il Decreto prot. GAB/DEC/112/2011 del 19/07/2011 del Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare e s.m.i. di nomina dei componenti della Commissione Tecnica per la Verifica dell'Impatto Ambientale - VIA e VAS;

VISTA la richiesta della Direzione Generale per le Valutazioni Ambientali alla Commissione Tecnica di Verifica dell'Impatto Ambientale – VIA e VAS, effettuata con note prot. DVA-2013-08088 del 04/04/2013 e DVA-2013-11567 del 20/05/2013 di parere tecnico *"ai fini dell'approvazione del Piano di Utilizzo delle terre"* inerente il progetto *"Nodo stradale ed autostradale di Genova adeguamento sistema A7-A10-A12"*;

VISTA e CONSIDERATA la documentazione tecnica che si compone di:

- relazione generale dal titolo "Piano di utilizzo terre e rocce da scavo";
- Allegato 1: Analisi chimiche - Campagna geognostica 2006-2007;
- Allegato 2: Analisi chimiche – Campioni su affioramenti 2006-2007;
- Allegato 3: Analisi chimiche - Campagna geognostica 2010-2011-2012 – Zona Est;
- Allegato 4: Analisi chimiche - Campagna geognostica 2010-2011-2012 – Zona Ovest;
- Allegato 5: Analisi chimiche - Campagna geognostica 2010-2011-2012 – Zona Canale di calma;
- Allegato 6: Planimetrie con l'ubicazione dei siti di movimentazione dei materiali da scavo e delle indagini ambientali eseguite in fase di progettazione;
- Allegato 7: Corografia generale;

CONSIDERATO che la Regione Liguria si è espressa nell'ambito dell'istruttoria VIA in corso relativa al progetto "Nodo Stradale e Autostradale di Genova - Adeguamento del sistema A7 – A10 – A12" e nello specifico con le deliberazioni della Giunta regionale N. 1345 del 11/11/2011 e N. 1508 del 07/12/2012;

CONSIDERATO che per quanto concerne il **contesto normativo**:

- con il Decreto Legislativo del 3 dicembre 2010, n. 205, di recepimento della direttiva 2008/98/CE, sono state apportate importanti modifiche alla Parte IV del D.Lgs. 152/2006;
- in particolare, le terre provenienti dagli scavi possono essere riutilizzate e non destinate a rifiuto se riconducibili alla categoria dei sottoprodotti di cui all'art. 183 lettera qq), che recita: *"qq) sottoprodotto: qualsiasi sostanza od oggetto che soddisfa le condizioni di cui all'articolo 184- bis, comma 1, o che rispetta i criteri stabiliti in base all'articolo 184-bis, comma 2."*;
- all'art. 184-bis sono individuate le condizioni da rispettare affinché alcuni tipi di sostanze e oggetti possano essere considerati sottoprodotti. In tale articolo viene, di fatto, ripresa la definizione comunitaria di sottoprodotto e viene inserito il concetto di normale pratica industriale: *"1. È un sottoprodotto e non un rifiuto ai sensi dell'articolo 183, comma 1, lettera a), qualsiasi sostanza od oggetto che soddisfa tutte le seguenti condizioni: a) la sostanza o l'oggetto è originato da un processo di produzione, di cui costituisce parte integrante, e il cui scopo primario non è la produzione di tale sostanza od oggetto; b) è certo che la sostanza o l'oggetto sarà utilizzato, nel corso dello stesso o di un successivo processo di produzione o di utilizzazione, da parte del produttore o di terzi; c) la sostanza o l'oggetto può essere utilizzato direttamente senza alcun ulteriore trattamento diverso dalla normale pratica industriale; d) l'ulteriore utilizzo è legale, ossia la sostanza o l'oggetto soddisfa, per l'utilizzo specifico, tutti i requisiti pertinenti riguardanti i prodotti e la protezione della salute e dell'ambiente e non porterà a impatti complessivi negativi sull'ambiente o la salute umana. 2. Sulla base delle condizioni previste al comma 1, possono essere adottate misure per stabilire criteri qualitativi o quantitativi da soddisfare affinché specifiche tipologie di sostanze o oggetti siano considerati sottoprodotti e non rifiuti. All'adozione di tali criteri si provvede con uno o più decreti del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, ai sensi dell'articolo 17, comma 3, della legge 23 agosto 1988, n. 400, in conformità a quanto previsto dalla disciplina comunitaria."*;
- il Decreto del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare del 10 agosto 2012, n. 161, recante il nuovo «Regolamento recante la disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo» (d'ora in poi "Regolamento"), indica:
  - i criteri qualitativi che i materiali da scavo dovranno rispettare al fine di poter essere considerati sottoprodotti, e quindi non rifiuti, ed uscire così dal campo di applicazione della Parte IV del D.Lgs. 152/2006 in materia di gestione dei rifiuti (art. 4, DM 161/2012),
  - le procedure e le modalità affinché la gestione e l'utilizzo dei materiali da scavo avvenga senza pericolo per la salute dell'uomo e senza recare pregiudizio all'ambiente;
- lo stesso Regolamento prevede che la sussistenza delle condizioni di cui all'art. 4 venga comprovata dal proponente tramite il Piano di Utilizzo del materiale da scavo (art. 5, DM 161/2012), che deve essere redatto in conformità a quanto stabilito dall'allegato 5;

CONSIDERATO che in merito al **contesto progettuale di riferimento**:

- il progetto del nodo stradale e autostradale di Genova ha una storia trentennale, nel corso della quale si è susseguita una molteplicità di atti, decisioni ed iniziative progettuali, che hanno portato all'elaborazione del Progetto Definitivo di adeguamento del sistema A7 (Genova – Serravalle) – A10 (Genova – Ventimiglia) – A12 (Genova – Roma) che Autostrade per l'Italia ha presentato per la Valutazione di Impatto Ambientale;
- i tratti principali del tracciato sono i seguenti: a partire dalla A10 in corrispondenza dell'abitato di Vesima, si sviluppa un lungo tratto fuori sede (la cosiddetta "Gronda di Ponente") che, superata la zona di Voltri, si sposta progressivamente verso Nord presentando due flessi successivi, per poi, attraversata la Val Polcevera in corrispondenza del casello di Bolzaneto, descrivere un'ampia curva in direzione Sud alla metà della quale si sfioccano due rami, uno in direzione del casello della A12 di Genova Est e l'altro in direzione del casello della A7 di Genova Ovest;
- nel complesso, l'opera è composta per circa il 90% del suo sviluppo da gallerie la cui lunghezza varia da un centinaio di metri ad oltre 6 km e per la cui realizzazione è previsto l'utilizzo sia dello scavo meccanizzato che dello scavo tradizionale;

- funzionale alla realizzazione dell'opera è, inoltre, la cosiddetta "Opera a mare" che costituisce, ai sensi del D.Lgs.152/06 e s.m.i., il principale sito di riutilizzo delle terre provenienti dagli scavi delle gallerie autostradali;
- tale opera, che insiste nell'area portuale di Genova, consiste nell'ampliamento dell'attuale banchina a servizio dell'Aeroporto Cristoforo Colombo mediante la realizzazione di un nuovo rilevato, da eseguirsi all'interno del Canale di Calma, in prosecuzione dell'area aeroportuale esistente;

CONSIDERATO che in merito alle **peculiarità territoriali**:

- la presenza di amianto e di metalli pesanti nella conformazione delle rocce del territorio ligure e la loro diffusione nell'ambiente circostante è un dato costante e conosciuto. La Regione Liguria ha dato corso a campagne ed indagini di approfondimento sul tema. Nel settore che interessa la realizzazione dell'opera, il problema della presenza di amianto si manifesta nelle zone da attraversare ad ovest del torrente Polcevera, che, in un certo senso, divide il campo amiantifero da quello non amiantifero;
- la presenza dell'amianto e dei metalli pesanti nelle rocce liguri è un dato rappresentativo del fondo naturale e pertanto, ai sensi dell'art. 240 lett. b) del D.Lgs 152/2006, le concentrazioni soglia di contaminazione devono essere assunte pari al valore di fondo esistente per tutti i parametri superati;
- a tal fine, l'individuazione e la qualificazione del fondo naturale, in particolar modo nelle zone ad ovest del torrente Polcevera, in cui è nota la presenza di amianto e metalli pesanti, è un passaggio necessario; nella predisposizione del Progetto è stata posta particolare attenzione alla gestione dei residui di scavo, amiantiferi e non, anche con concentrazioni di metalli pesanti, e sono stati pertanto elaborati anche i seguenti documenti:
  - Studio relativo alla presenza di amianto;
  - Linee guida per la gestione delle terre e rocce da scavo, studio specifico sull'amianto e sulle procedure per eseguire le opere in presenza di amianto, predisposto dalla ATS composta dall'Università di Torino, CNR Istituto Geoscienze e Georisorse Unità di Torino, GDP Consultants Engineering Geology, SWS Engineering;
  - Relazione di caratterizzazione ambientale, in cui si dà conto della campagna di sondaggi, di prove, di verifiche di laboratorio, eseguita in collaborazione con le migliori strutture specializzate italiane;
  - Analisi di rischio per l'impiego dei materiali di smarino provenienti dall'escavazione delle gallerie per l'ampliamento a mare del rilevato aeroportuale, studio specifico per valutare la fattibilità della colmata a mare, realizzata utilizzando i materiali da scavo;
- gli elaborati del Progetto Definitivo, che identificano le tratte "amiantifere", classificano il tracciato da Bolzaneto a Vesima secondo 4 diverse "Classi di rischio" (nullo, basso, medio ed elevato), riconducendo le classi a 4 corrispondenti "zone", divise in base ai tenori di amianto che si prevede di incontrare lungo lo scavo delle gallerie:
  - zona bianca – assenza di amianto: lo scavo attraversa formazioni geologiche dove le fibre amiantifere non possono svilupparsi. Le procedure di gestione delle terre e rocce da scavo – messe in atto dall'Appaltatore - dovranno essere conformi agli aspetti attuativi ed operativi esplicitati dal DM 161/2012;
  - zona verde – presenza di amianto < 1g/kg: le fibre sono presenti nell'ammasso roccioso ma in rapporto inferiore ai limiti indicati nell'Allegato 5, Titolo V, Parte IV, Tabella 1, Colonna B del D.Lgs 152/2006 (Siti ad uso commerciale e industriale). Lo smarino può quindi essere utilizzato per la costruzione dell'opera a mare in affiancamento all'Aeroporto, benché il suo impiego richieda una particolare gestione ambientale volta ad impedire la dispersione delle fibre amiantifere nell'ambiente di lavoro e nell'atmosfera;
  - zona gialla – presenza di amianto > 1g/kg: il tenore di fibre presenti nell'ammasso roccioso supera i limiti indicati nell'Allegato 5, Titolo V, Parte IV, Tabella 1, Colonna B del D.Lgs 152/2006. Lo smarino non può quindi essere utilizzato direttamente per la costruzione di opere d'arte ma richiede la predisposizione di apposite procedure di gestione in sicurezza del

materiale (miscelato a cemento per migliorarne le caratteristiche meccaniche per il suo incapsulamento nell'arco rovescio delle gallerie da cui è stato estratto);

- zona rossa – presenza di amianto > 1g/kg e caratteristiche geotecniche scadenti: il tenore di fibre presenti nell'ammasso roccioso supera i limiti indicati nell'Allegato 5, Titolo V, Parte IV, Tabella 1, Colonna B del D.Lgs 152/2006 e le caratteristiche geotecniche del materiale non lo rendono utilizzabile nemmeno per la miscela a cemento e l'incapsulamento nell'arco rovescio delle gallerie. Lo smarino non può quindi essere gestito in alcun modo ma deve essere smaltito in un deposito per rifiuti pericolosi (ai sensi del D.Lgs 36/03, classificazione del rifiuto: CER170503 - Terre e rocce contenenti sostanze pericolose), previo il suo confinamento in appositi big-bags per amianto che ne rendano possibile il trasporto in sicurezza;

- secondo le analisi effettuate le rocce con contenuto in amianto superiore ai limiti di legge interesserebbero un massimo del 20% dell'estensione del tracciato;
- il piano prevede di qualificare il materiale scavato, all'esito della caratterizzazione ambientale sul campione tal quale ai sensi dell'allegato 8 del DM n. 161/2012, ai fini del riutilizzo, sulla base della quantità presente di amianto e di metalli pesanti quali Cromo, Nichel, Rame ed altri tipici del fondo naturale. Il materiale che non si presenti idoneo per il superamento dei limiti di legge e per la carenza delle caratteristiche geomeccaniche richieste per la destinazione costruttiva progettualmente definita sarà considerato rifiuto e inviato a smaltimento;
- in generale, la destinazione del materiale da scavo è determinata dalla presenza di amianto e dalla quantità di metalli pesanti, nei limiti dei valori di cui alla tabella 1 colonna B dell'Allegato 5, Titolo V, Parte IV, del D.Lgs 152/2006:
  - Amianto e metalli oltre limite Tabella 1, colonna B: riempimento arco rovescio;
  - Amianto e metalli sotto limite Tabella 1, colonna B: riempimento opera a mare;
  - Amianto sopra limite e metalli sotto limite Tabella 1, colonna B: riempimento arco rovescio;
  - Amianto sotto limite e metalli sopra limite Tabella 1, colonna B ma inferiori a soglia CSC di progetto: riempimento opera a mare.

CONSIDERATO che in merito all'ammissibilità dell'utilizzo del materiale scavato nell'opera a mare:

- il comma 4 dell'art. 5 del DM 161/2012 prevede che *"Nel caso in cui la realizzazione dell'opera interessi un sito in cui, per fenomeni naturali, nel materiale da scavo le concentrazioni degli elementi e composti di cui alla Tabella 4.1 dell'allegato 4, superino le Concentrazioni Soglia di Contaminazione 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, è fatta salva la possibilità che le concentrazioni di tali elementi e composti vengano assunte pari al valore di fondo naturale esistente per tutti i parametri superati. A tal fine, in fase di predisposizione del Piano di Utilizzo, il proponente segnala il superamento di cui sopra all'Autorità competente, presentando un piano di accertamento per definire i valori di fondo da assumere. Tale piano è eseguito in contraddittorio con l'Agenzia regionale di protezione ambientale (ARPA) o con l'Agenzia provinciale di protezione ambientale (APPA) competente per territorio. Sulla base dei valori di fondo definiti dal piano di accertamento, il proponente presenta il Piano di Utilizzo secondo quanto indicato al comma 3. In tal caso l'utilizzo del materiale da scavo sarà consentito nell'ambito dello stesso sito di produzione. Nell'ipotesi di utilizzo in sito diverso rispetto a quello di produzione ciò dovrà accadere in un ambito territoriale con fondo naturale con caratteristiche analoghe e confrontabili per tutti i parametri oggetto di superamento nella caratterizzazione del sito di produzione.*
- l'allegato 4 del DM 161/2012 prevede che *"Qualora si rilevi il superamento di uno o più limiti di cui alle colonne A e B Tabella 1 allegato 5, al Titolo V parte IV del decreto legislativo n. 152 del 2006 e s.m.i., è fatta salva la possibilità del proponente di dimostrare, anche avvalendosi di analisi e studi pregressi già valutati dagli Enti, che tali superamenti sono dovuti a caratteristiche naturali del terreno o da fenomeni naturali e che di conseguenza le concentrazioni misurate sono relative a valori di fondo naturale. In tale ipotesi, l'utilizzo dei materiali da scavo sarà consentito nell'ambito*

dello stesso sito di produzione o in altro sito diverso rispetto a quello di produzione, solo a condizione che non vi sia un peggioramento della qualità del sito di destinazione e che tale sito sia nel medesimo ambito territoriale di quello di produzione per il quale è stato verificato che il superamento dei limiti è dovuto a fondo naturale.";

- l'art. 1 comma 1 lettera i del DM 161/2012 prevede *"i. «ambito territoriale con fondo naturale»: porzione di territorio geograficamente individuabile in cui può 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 alle condizioni chimico-fisiche presenti";*
- secondo l'art. 5 della DGR 995/2006 della Regione Liguria, e successive modificazioni, in merito al riutilizzo di materiale dragato da fondali portuali ai fini di riempimento in ambito costiero, il materiale di cui è consentito l'utilizzo deve rispettare le soglie di concentrazione di cui alle colonne A e B della Tabella 1 dell'allegato 5 alla parte quarta del D.Lgs. n. 152/2006, ma in caso di supero, l'autorizzazione è concessa alla condizione che sia effettuata un'analisi di rischio specifica: *"Nel caso in cui per uno o più parametri ricercati, la media delle concentrazioni rilevate nelle stazioni individuate all'interno di tutte le aree unitarie sia superiore alla colonna A della Tabella 1 dell'allegato 5 alla parte quarta del D.Lgs. n. 152/2006, o siano stati rilevati valori dei singoli campioni superiori alla colonna B della stessa tabella, deve essere effettuata un'analisi di rischio, conforme alle specifiche sotto riportate. L'immersione è ritenuta ammissibile nel caso in cui i risultati dell'analisi di rischio dimostrino l'assenza di rischio significativo per la salute umana e per le acque marine, laddove sia garantita l'assenza di dispersione dei sedimenti dragati al di fuori della vasca di colmata. In questo caso il progetto deve contemplare anche le specifiche funzionali per la movimentazione in sicurezza di sedimenti eventualmente movimentati nell'ambito di possibili futuri interventi strutturali sull'area.";*

VALUTATO che:

- l'utilizzo di tutto il materiale da scavo avviene nel medesimo ambito territoriale di Genova che presenta un fondo naturale con presenza di amianto e metalli pesanti, anche oltre i limiti della colonna B Tabella 1 allegato 5, del Titolo V parte IV del decreto legislativo n. 152 del 2006; in particolare, la maggior parte dei materiali da scavo, pari a 8.639.812,9 mc (più 19.627,55 per calcestruzzi non strutturali), viene utilizzata nell'opera a mare;
- l'allegato 4 del Regolamento prevede che "*nei casi in cui si effettuino ripascimenti ed interventi in mare, si dovrà tenere conto della normativa previgente in materia, ovvero l'art. 5, comma 11-bis, della legge n. 84 del 1994 e s.m.i.*"; il citato comma 11-bis, ora sostituito dall'articolo 5-bis della legge 84/94, per i porti non compresi in siti di interesse nazionale, al comma 8, fa riferimento a materiali provenienti da dragaggi che possono essere utilizzati per la realizzazione di casse di colmata o altre strutture di contenimento nei porti in attuazione del Piano Regolatore Portuale, richiamando gli articoli 109, comma 2, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, e 21 della legge 31 luglio 2002, n. 179, che assegnano alla Regione la competenza di autorizzazione; si precisa che il comma 3 dell'articolo 109 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, prevede che l'immersione in mare di "*inerti, materiali geologici inorganici e manufatti al solo fine di utilizzo, ove ne sia dimostrata la compatibilità e l'innocuità ambientale*" e' "*soggetta ad autorizzazione regionale, con esclusione dei nuovi manufatti soggetti alla valutazione di impatto ambientale*";
- al fine di dimostrare il non peggioramento della qualità del sito di destinazione dei materiali, l'ammissibilità del riutilizzo del materiale scavato nell'opera a mare è stata supportata, così come delineato dalla normativa nazionale e regionale, da un'Analisi di Rischio sanitario-ambientale; tale verifica è stata sviluppata in relazione al contenuto minero-chimico naturale potenzialmente superiore ai limiti di legge e ha mostrato l'assenza di rischio per la salute umana e per le acque marine. A tale riguardo, si precisa che il parere della Regione Liguria, rilasciato ai sensi dell'art. 25 del D.Lgs 152/2006, di cui alla deliberazione della Giunta regionale n. 1345 del 11 Novembre 2011, recita quanto segue: "*Per quanto riguarda il previsto conferimento del materiale di escavo nella nuova colmata a mare prospiciente l'attuale pista aeroportuale non si rilevano particolari criticità,*

alla luce delle seguenti considerazioni: (...) la compatibilità ambientale del riutilizzo dei materiali di scavo con il sito di destinazione è stata valutata attraverso un approccio del tipo "Analisi di rischio" del tutto simile a quanto previsto dalla normativa regionale (DGR 955/2006) per il riutilizzo di sedimenti portuali: si ritiene tale approccio metodologico adeguato";

- il progetto prevede un sistema di impermeabilizzazione dell'opera a mare, a garanzia del rischio di rilascio di fibre di amianto verso l'ambiente marino esterno, costituito da telo di HDPE (spessore 2 mm), posato sulla scarpata dell'imbasamento ed esteso in direzione del fondale e della parete verticale del cassone, e da calze in geotessile atte a sigillare i giunti verticali tra i cassoni, garantendo una permeabilità con K minore o uguale a 10^{-6} m/s;
- si ritiene che a causa della presenza nel materiale di scavo sia di amianto che di metalli pesanti occorre un livello di impermeabilizzazione, delle pareti della colmata e di una fascia nel perimetro del fondo, simile a quello previsto per le colmate realizzate in area SIN per il contenimento di materiali di dragaggio contaminati, ossia in grado di assicurare requisiti di permeabilità equivalenti a quelli di uno strato di materiale naturale dello spessore di 1 metro con K minore o uguale a $1,0 \times 10^{-9}$ m/s;
- la caratterizzazione dell'area della colmata per i campioni già effettuati ha comunque dimostrato la presenza di metalli pesanti tipici del fondo naturale dell'area territoriale anche nei fondali marini;
- l'eventuale movimentazione di materiali di dragaggio che dovrà essere effettuata per il posizionamento dei cassoni deve avere l'autorizzazione dalla Regione;

PRESO ATTO che è richiesta l'espressione di una specifica autorizzazione sul Piano di Utilizzo come endoprocedimento dell'istruttoria VIA in corso;

CONSIDERATO che il Regolamento, all'art. 5, c. 1, prevede che *"Il Piano di Utilizzo del materiale da scavo è presentato dal proponente all'Autorità competente almeno novanta giorni prima dell'inizio dei lavori per la realizzazione dell'opera. Il proponente ha facoltà di presentare il Piano di Utilizzo all'Autorità competente in fase di approvazione del progetto definitivo dell'opera. Nel caso in cui l'opera sia oggetto di una procedura di valutazione ambientale, ai sensi della normativa vigente, l'espletamento di quanto previsto dal presente regolamento deve avvenire prima dell'espressione del parere di valutazione ambientale."* e, all'art. 15, c. 1, prevede altresì che *"Fatti salvi gli interventi realizzati e conclusi alla data di entrata in vigore del presente regolamento, al fine di garantire che non vi sia alcuna soluzione di continuità nel passaggio dalla preesistente normativa prevista dall'articolo 186 del decreto legislativo n. 152 del 2006 e successive modificazioni a quella prevista dal presente regolamento, entro centottanta giorni dalla data di entrata in vigore del presente regolamento, i progetti per i quali è in corso una procedura ai sensi e per gli effetti dell'articolo 186, del decreto legislativo n. 152 del 2006, possono essere assoggettati alla disciplina prevista dal presente regolamento con la presentazione di un Piano di Utilizzo ai sensi e per gli effetti dell'articolo 5."*;

VALUTATO quindi che la richiesta della Società proponente si colloca all'interno di tali disposizioni transitorie;

PRESO ATTO delle indicazioni del citato allegato 5 al DM n. 161 del 10 agosto 2012;

PRESO ATTO che il ciclo di gestione delle terre prevede il riutilizzo delle terre e rocce scavate anche al di fuori dei siti di produzione e che i materiali da scavo derivanti dalla realizzazione dell'intervento autostradale saranno utilizzati all'interno dello stesso intervento;

VERIFICATO che:

- il Piano di Utilizzo presentato indica che i materiali da scavo derivanti dalla realizzazione dell'intervento autostradale saranno utilizzati all'interno dello stesso intervento, al di fuori dei materiali qualificati come rifiuti da destinare a discarica, specificando le modalità ed i dettagli della loro gestione nelle fasi di produzione, caratterizzazione, trasporto ed utilizzo, nonché il processo di tracciabilità dei materiali dai siti di produzione ai siti di deposito intermedio ed ai siti di destinazione. In particolare, il Piano di Utilizzo presentato è strutturato in capitoli contententi: il quadro di riferimento normativo; l'inquadramento generale (territoriale, progettuale, urbanistico e vincoli, geologico, geomorfologico e idrogeologico); la caratterizzazione ambientale dei materiali da

scavo in fase di progettazione (campagne di indagini effettuate nel 2003, nel 2004, nel 2006 e 2007 e nel 2010-2011-2012; le metodologie di scavo previste (scavo meccanizzato di opere in sotterraneo, scavo tradizionale di opere in sotterraneo, scavo di opere all'aperto, normale pratica industriale, inclusioni e gestione dei materiali identificati come non sottoprodotti); l'individuazione dei siti di movimentazione dei materiali da scavo (suddivisi in otto ambiti); la caratterizzazione ambientale dei materiali da scavo da effettuare in corso d'opera o finale e infine la gestione ed il trasporto dei materiali da scavo in fase di cantiere (viabilità interessata, procedure per la tracciabilità e dichiarazione di avvenuto utilizzo);

CONSIDERATO che in merito all'inquadramento generale:

- il sistema viabilistico del progetto ha uno sviluppo complessivo di tracciato di 65 Km, di cui 45 Km di assi autostradali e 20 Km di rampe di interconnessione;
- la conformazione morfologica del sito nel quale si colloca il nuovo sistema viario ha obbligato al ricorso massiccio dell'uso del sottosuolo: il sistema è composto per circa il 90% del suo sviluppo da gallerie la cui lunghezza varia da un centinaio di metri ad oltre 6 km, per un totale complessivo di 45 km (16,7 km a carreggiata doppia e 11,7 km a carreggiata singola);
- le caratteristiche sia tecnologiche che di tracciato sono nettamente distinte tra le opere poste a destra o a sinistra del torrente Polcevera, che rappresenta infatti lo spartiacque geologico tra i terreni potenzialmente amiantiferi (sponda destra) e quelli non amiantiferi (sponda sinistra);
- il tracciato dei rami sul lato sinistro – che si occupano di assicurare l'interconnessione tra i vari tratti autostradali esistenti e la nuova infrastruttura – è tortuoso ed articolato e verrà realizzato con sistemi di avanzamento tradizionali, mentre quello della sponda destra – da dove parte la "Gronda", che si occupa essenzialmente di trasferire il traffico fino a Vesima, raddoppiando l'A10 esistente – è più lineare e verrà realizzato principalmente con l'uso di sistemi di scavo meccanizzato;
- al fine di facilitare la descrizione del tracciato, sono stati individuati 8 ambiti lungo l'intero tratto: 1.Genova Ovest; 2.Torbella e Genova Est; 3.Bolzaneto; 4.Monterosso; 5.Varenna; 6.Amandola; 7.Vesima e Voltri; 8.Opera a mare;
- complessivamente è prevista la realizzazione di 25 gallerie. Le 14 gallerie situate ad est del torrente Polcevera sono realizzate in tradizionale, mentre, delle 11 gallerie della tratta situata ad ovest del torrente Polcevera, le gallerie a doppia canna Monterosso, Amandola e Borgonuovo saranno realizzate con lo scavo meccanizzato;
- gallerie:

Ambito	**Galleria**	**Lunghezza (m)**
Est Polcevera		
Genova Ovest	Moro 1	886
Genova Ovest	Moro 2	796
Torbella e Genova Est	Monte Sperone	1.983
Torbella e Genova Est	Granarolo	3.364
Torbella e Genova Est	Forte Begato	1.386
Torbella e Genova Est	Torbella Est	1422
Torbella e Genova Est	Torbella Ovest	398
Torbella e Genova Est	Campursone	142
Bolzaneto	Forte Diamante	2.811
Bolzaneto	Bric du Vento	2.486
Bolzaneto	Baccan	1.154

Bolzaneto	San Rocco	1.276
Bolzaneto	Polcevera	576
Bolzaneto	Morego	158
Ovest Polcevera		
Monterosso	Monterosso Ovest	6.193
Monterosso	Monterosso Est	6.189
Amandola	Amandola Ovest	6.013
Amandola	Amandola Est	5.994
Vesima e Voltri	Voltri Ovest	264
Vesima e Voltri	Voltri Est	249
Vesima e Voltri	Bric del Carmo	877
Vesima e Voltri	Ciocia	461
Vesima e Voltri	Delle Grazie	1.313
Vesima e Voltri	Borgonuovo Ovest	2.254
Vesima e Voltri	Borgonuovo Est	2.265

- opere maggiori all'aperto:

Ambito	**Galleria**	**Lunghezza (m)**
Est Polcevera		
Genova Ovest	Moro 1	886
Genova Ovest	Moro 2	796
Torbella e Genova Est	Monte Sperone	1.983
Torbella e Genova Est	Granarolo	3.364
Torbella e Genova Est	Forte Begato	1.386
Torbella e Genova Est	Torbella Est	1422
Torbella e Genova Est	Torbella Ovest	398
Torbella e Genova Est	Campursone	142
Bolzaneto	Forte Diamante	2.811
Bolzaneto	Bric du Vento	2.486
Bolzaneto	Baccan	1.154
Bolzaneto	San Rocco	1.276
Bolzaneto	Polcevera	576
Bolzaneto	Morego	158
Ovest Polcevera		
Monterosso	Monterosso Ovest	6.193
Monterosso	Monterosso Est	6.189
Amandola	Amandola Ovest	6.013
Amandola	Amandola Est	5.994
Vesima e Voltri	Voltri Ovest	264

Vesima e Voltri	Voltri Est	249
Vesima e Voltri	Bric del Carmo	877
Vesima e Voltri	Ciocia	461
Vesima e Voltri	Delle Grazie	1.313
Vesima e Voltri	Borgonuovo Ovest	2.254
Vesima e Voltri	Borgonuovo Est	2.265

- i cantieri previsti si distinguono: nel campo base, ubicato in corrispondenza dell'area "Colisa" nell'ambito di Genova Ovest e dimensionato per ospitare circa 700 persone, suddivise in 100 impiegati, 150 unità per ciascuna TBM e altri 300 operai per l'esecuzione dei rimanenti lavori in tradizionale; in cantieri di imbocco, antistanti l'imbocco delle gallerie, di limitata dimensione e destinati ad ospitare esclusivamente gli impianti più direttamente necessari alla gestione dei lavori in sotterraneo (impianto di ventilazione, impianto acqua industriale, impianto aria compressa, impianto di depurazione delle acque, ..), oltre ad un limitato deposito di materiali da costruzione (centine, bulloni ecc), e in cantieri industriali che presentano aree di dimensioni importanti (almeno 4-5.000 mq) destinate ad ospitare gli impianti maggiori (betonaggio, frantumazione, caratterizzazione terre, impianti di depurazione) a servizio di più imbocchi o siti di lavoro, collocati in aree pianeggianti ben servite dalle viabilità; il progetto prevede mitigazioni degli impatti con l'adozione di barriere antirumore, coibentazione totale degli impianti, ecc. La maggiore concentrazione di cantieri industriali è presente nella Valpolcevera nei pressi dello svincolo di Bolzaneto, dove si affacciano i cantieri ubicati in sponda destra e sinistra del torrente;
- le superfici dei piazzali sono pavimentate e dotate di regimazione idraulica di tipo chiuso, che fa convergere le acque di piazzale ad un apposito impianto di chiarificazione/depurazione prima della restituzione nel reticolo idrografico;
- il progetto prevede i seguenti cantieri industriali

Ambito	**Codice**	**Opere di riferimento**
Ovest Polcevera		
Vesima e Voltri	CI.01	Viadotti Beo e Frana
Vesima e Voltri	CI.02	Viadotti Vesima
Vesima e Voltri	CI.03	Viadotti e gallerie Voltri
Opera a mare	CI.04	Opere a mare
Bolzaneto	CI.13	Imbocco frese
Bolzaneto	CI.14	Impianti frese
Bolzaneto	CI.15	Stoccaggio conci
Est Polcevera		
Genova Ovest	CI.05	Demolizione rampa elicoidale
Torbella e Genova Est	CI.06	Campursone
Torbella e Genova Est	CI.07	Torbella
Torbella e Genova Est	CI.16	Pista Polcevera
Bolzaneto	CI.08	Viadotto Genova – pila 3
Bolzaneto	CI.09	Viadotto Genova – pila 2
Bolzaneto	CI.10	Logistica viadotti e gallerie

Ambito	Codice	Opere di riferimento
Bolzaneto	CI.11	Viadotto Mercantile
Bolzaneto	CI.12	Viadotti Secca

- tre delle aree di cantiere sono state o sono attualmente oggetto di bonifica e pertanto sono soggette a prescrizioni operative:
  - il cantiere industriale CI.14 a Bolzaneto. Quota parte del cantiere insiste su un'area (utilizzata in passato per lo stoccaggio ed il trattamento, con il sistema a biopile, dei terreni provenienti dai lavori della nuova infrastruttura viaria lungo il torrente Polcevera) che è stata bonificata, la cosiddetta "Penisola"; su tale area è stata eseguita un'analisi di rischio, le cui conclusioni fanno emergere che "i rischi sanitari associati alle concentrazioni dei contaminanti di interesse delle sorgenti, per tutti i percorsi relativi al suolo, sono inferiori ai valori di rischio limite" e che non si reputano necessari interventi di ripristino; sono in corso integrazioni all'analisi di rischio da parte dell'ufficio Manutenzione infrastrutture Verde e parchi del Comune;
  - il cantiere industriale CI.04 a Cornigliano. Quota parte del cantiere insiste su un'area, la cosiddetta "Area SOT" (utilizzata in passato come area sottoprodotti dello stabilimento ILVA), sulla quale è attualmente in corso un'attività di bonifica, con la messa in sicurezza permanente mediante un sistema combinato di capping ed aspirazione e trattamento dei vapori al perimetro dell'area;
  - il campo base CB.01. Il cantiere insiste su un'area, ex Colisa (utilizzata in passato per depositi petrolifieri della Raffineria Erg), che è stata bonificata.
- in tali aree il progetto prevede che:
  - tutte le superfici siano asfaltate con un pacchetto di pavimentazione di spessore di circa 40 cm (20 cm di materiale arido stabilizzato, 10 cm di base, 5 cm di binder e 4 cm di tappeto di usura);
  - tutti i mezzi, i macchinari di cantiere e le attrezzature fisse siano opportunamente appoggiati su idonei basamenti in cemento armato dimensionati per sopportare i carichi presenti;
  - l'area sia delimitata e recintata secondo le caratteristiche e dimensioni previste dal Piano di Sicurezza e Coordinamento.
- inoltre, in tali aree il progetto prevede di adottare una particolare metodica di scavo, sia per le fondazioni (pila P1 del viadotto Genova nell'area del cantiere CI.14) che per l'installazione di alcuni impianti, che permetta comunque:
  - di gestire in sicurezza la fase di scavo, ricorrendo a tecnologie di palificazione con rivestimento del cavo;
  - di separare i materiali terrigeni estratti e ritenerli eventualmente rifiuti, nel caso di valori al di fuori dei limiti di legge, con smaltimento a discarica autorizzata;
  - di gestire le acque interferenti con lo scavo con un sistema di raccolta e trattamento dedicato;
  - di ripristinare e garantire l'impermeabilizzazione della superficie una volta terminato l'intervento, mantenendo un piano di imposta del sistema di impermeabilizzazione omogeneo e regolare.
- la nuova viabilità di servizio è limitata allo stretto indispensabile, utilizzando l'autostrada esistente come principale vettore del traffico di cantiere e le viabilità locali, utilizzate solo per le opere non eseguibili direttamente dalle autostrade esistenti (è il caso, ad esempio, delle pile dei nuovi viadotti a Voltri, che devono essere costruite dalla vallata sottostante il tracciato); le viabilità di servizio individuate non ricadono in contesti particolari, ad eccezione della VS.12 che attraversa un'area dello stabilimento ILVA a Cornigliano; per la realizzazione di tale viabilità, verranno adottati gli stessi accorgimenti previsti per le aree di cantiere soggette ad attività di bonifica;

- la destinazione definitiva di oltre 8 milioni di mc di smarino, originati dagli scavi in galleria, è prevista nel parziale riempimento del Canale di Calma, dove si prevede la costruzione di un'opera di ampliamento verso mare dell'attuale banchina aeroportuale, realizzando una cassa di colmata in continuità con l'attuale sedime aeroportuale; questa soluzione ha subito una serie di evoluzioni autorizzative-progettuali che hanno portato all'attuale configurazione delle opere;
- nell'ambito del progetto sono previsti rimodellamenti morfologici in corrispondenza degli imbocchi delle gallerie e l'adeguamento morfologico del cantiere industriale CI-06, nell'ambito di Genova Est, costituito dal riempimento di una depressione, dove verrà realizzata un'area a servizio della Società Autostrade;

CONSIDERATO che in merito alle aree di deposito a terra:

- nell'ambito delle aree di cantiere CI.04 (ambito Opera a mare), CI.06 (ambito Genova Est), CI.12 e CI.14 (ambito Bolzaneto), sono stati individuati 4 siti di "deposito in attesa di utilizzo", secondo la definizione dell'art. 10 del Regolamento, per la deposizione del materiale in attesa della destinazione/utilizzo finale e per la caratterizzazione chimica dei terreni e dei materiali che si può rendere necessaria nella fase di corso d'opera;
- il progetto prevede di realizzare le aree di deposito in modo da contenere al minimo gli impatti sulle matrici ambientali, con specifico riferimento alla tutela delle acque superficiali e sotterranee ed alla dispersione delle polveri, con eventuale e continua umidificazione della superficie del deposito del materiale; il terreno verrà stoccato in cumuli separati o all'interno di appositi silos, nel caso di materiali con potenziale contenuto amiantifero, distinti per natura e provenienza del materiale, con altezza massima derivante dall'angolo di riposo del materiale in condizioni sature, tenendo conto degli spazi necessari per operare in sicurezza durante le attività di deposito e prelievo del materiale; i materiali già caratterizzati verranno distinti secondo le concentrazioni di inquinanti riscontrati, ossia inferiori ai limiti della colonna A ovvero superiori ai limiti della colonna A ma inferiori a quelli della colonna B;
- la preparazione delle aree di deposito avverrà previo scotico dell'eventuale terreno vegetale, che verrà accantonato lungo il perimetro di ciascuna area, regolarizzazione, compattazione ed impermeabilizzazione del fondo, creazione di un fosso di guardia per allontanare le acque di pioggia, posa, ove ritenuto necessario, di una recinzione di delimitazione;
- la caratterizzazione avverrà su cumuli a forma di tronco di piramide con altezza massima di circa 3 m, di dimensioni in pianta tali da contenere al massimo 5000 mc di terreno; i cumuli presenti all'interno dell'area saranno 3, opportunamente identificati secondo il seguente tipo di definizione e suddivisione: un cumulo di materiale appena scavato, un cumulo di materiale in attesa di caratterizzazione, da cui saranno effettuati i prelievi di campionamento, ed un altro caratterizzato in attesa di destinazione; nel caso di di materiale amiantifero la caratterizzazione avverrà sul materiale contenuto in un silos, di capacità pari a circa 1500 mc;
- gli accorgimenti che si intendono adottare per evitare potenziali contaminazioni prevedono:
    - garanzia di funzionamento continuo del sistema di regimazione e convogliamento delle acque superficiali e dell'impianto di raccolta e gestione delle acque di dilavamento;
    - dotazione di misure idonee a ridurre i disturbi ed i rischi causati dalla produzione di polveri e di materiali trasportati dal vento, con protezioni e delimitazioni perimetrali;
    - adozione di misure identificative delle aree di deposito, con opportuna segnaletica utile ad evitare contatti con terre e rocce da scavo potenzialmente inquinate ed evitare possibili errori di direzionamento;
    - dotazione di misure di protezione delle falde acquifere, con un sistema di impermeabilizzazione del fondo e di gestione e raccolta delle acque.
- le aree di deposito del terreno vegetale saranno separate dalle aree di deposito di altre tipologie di terre e riguardano le aree interessate dalla cantierizzazione che non ricadono in aree urbanizzate industriali (ivi comprese le piste, le aree di cantiere propriamente dette e le stesse aree di deposito); il

materiale verrà stoccato per essere reimpiegato nell'ambito dei ripristini, delle riambientalizzazioni e del rivestimento delle scarpate nella fase finale dei lavori;

- il deposito del materiale scavato avrà una durata compatibile con i tempi di validità del Piano; in ciascuna area di deposito saranno normalmente collocate delle terre, derivanti da scavi e sterri, che verranno reimpiegate, con tempistica diversa in funzione dell'avanzamento dei lavori, per la realizzazione di rinterri, sottofondi o rilevati o per il riempimento della colmata a mare;

CONSIDERATO che nel Piano di Utilizzo, per ciascun ambito, vengono elencate le aree, le opere ed i siti relativi alla produzione e destinazione dei materiali da scavo ed in genere alla loro movimentazione; vengono inoltre riportate le caratteristiche previste dei materiali di scavo e le corrispondenti volumetrie;

CONSIDERATO che per quanto concerne la **caratterizzazione ambientale** dei materiali da scavo eseguita in fase progettuale:

- la variabilità chimica delle due macroaree individuate a sinistra e a destra del Polcevera sono riconosciute a livello tecnico e scientifico da numerosi documenti in cui sono descritte le caratteristiche mineralogiche estremamente differenti:
  - il Dominio dei Flysch Appenninici, collocato nella zona orientale del tracciato, in sinistra Polcevera, costituito da differenti unità tettoniche, principalmente da unità argillitiche e flyschoidi;
  - la Zona Sestri Voltaggio ed il Gruppo di Voltri, in destra Polcevera, con la presenza di unità costituite prevalentemente da rocce metagabbriche e serpentinitiche, da dolomie e calcari triassici, e da zone con prevalenza di calcescisti, metabasiti, peridotiti, argilloscisti e scisti filladici;
- le criticità rilevate nella zona occidentale sono ricondotte principalmente al contenuto elevato in metalli pesanti, tipico del fondo naturale in presenza di rocce serpentinitiche (soprattutto di brecce e lherzoliti serpentinizzate), e del particolare contenuto mineralogico che determina la presenza di amianto. In tal senso la stessa normativa regionale, la DGR 859/2008, fa propria l'evidenza del contenuto anomalo naturale, definendo, sulla base di ciò, alcune indicazioni operative e tecniche;
- sia le carte di distribuzione dei contenuti elementari rilevati negli *stream sediments* riportate nell'Atlante degli acquiferi della Liguria, Volume III dell'Università di Genova (2002), sia alcuni documenti redatti da ARPAL (Modalità operative per l'individuazione dei Fondi Naturali sul territorio ligure, 2006; Valutazione del contenuto in amianto nelle rocce ofiolitiche liguri, 2009) evidenziano contenuti anomali di metalli pesanti nelle aree caratterizzate dalla presenza di rocce ofiolitiche (denominate Pietre Verdi), che superano i limiti del D.Lgs 152/06;
- tutte le campagne di indagine ambientale eseguite, nel 2003, 2004, 2006-2007 e 2010-2011-2012, presentano aspetti conformi a quanto indicato dal nuovo Regolamento e sono state incluse tra le indagini eseguite per l'elaborazione del Piano di Utilizzo;
- per tutte le campagne realizzate la Società proponente ha indicato l'ubicazione dei punti di indagine, le metodiche di campionamento, i tempi di campionamento, gli inquinanti analizzati;

CONSIDERATO che per quanto riguarda **le campagne di indagine**:

- nell'anno 2003 è stata eseguita, sul progetto preliminare di un tracciato differente da quello attuale, una campagna di indagini, con 22 sondaggi e 11.135 m di sismica a rifrazione, con prove di laboratorio per definire le caratteristiche dei materiali;
- nell'anno 2004 è stata eseguita, sul progetto preliminare di un tracciato differente da quello attuale, una ulteriore campagna di indagini, con 22 sondaggi (di cui 19 a carotaggio, 2 a distruzione e un pozzo di 200 mm di diametro) e 1.380 m di sismica a rifrazione, con prove di laboratorio per definire le caratteristiche dei materiali;
- negli anni 2006-2007 è stata eseguita una campagna geognostica sul progetto preliminare del tracciato parzialmente coincidente con quello attuale che ha compreso 18 sondaggi (di cui 2 inclinati di 45°) a carotaggio continuo per un totale di 1.490 m di perforazione, prove di laboratorio per

definire le caratteristiche meccaniche dei materiali, indagini geofisiche comprendenti 1000 m di sismica a rifrazione e 1.300 m di elettrica, realizzate nella zona del Polcevera al fine di definire l'andamento del substrato, 75 rilievi geomeccanici associati a Point Load Strenght Test, 29 analisi ambientali dirette a determinare il "fondo naturale" dei vari litotipi presenti nell'area, prelievi finalizzati alla definizione del contenuto d'amianto naturale negli ammassi rocciosi;

- le campagne di indagini eseguite negli anni 2010-2011-2012 sul progetto definitivo hanno compreso le seguenti attività:
  - Sondaggi a carotaggio continuo e a distruzione
  - Pozzi con piezometri di controllo per la realizzazione di prove di pompaggio a gradini e di lunga durata, volti a definire nel modo più preciso possibile le caratteristiche idrogeologiche
  - Prove di laboratorio eseguite sui campioni prelevati dai sondaggi, per definire le caratteristiche meccaniche dei materiali
  - Indagini geofisiche a rifrazione tomografica con acquisizione sia di Vp sia di Vs e prove Cross Hole in fori di sondaggio
  - Rilievi geomeccanici associati a Point Load Strenght Test
  - Analisi ambientali su campioni prelevati dai sondaggi
  - Prelievi finalizzati alla definizione del contenuto d'amianto naturale negli ammassi rocciosi.
- la campagna geognostica è stata finalizzata a indagare le principali problematiche geologiche, strutturali ed idrogeologiche presenti lungo i tracciati interessati dal progetto, consentire la ricostruzione della geologia nel sottosuolo, eseguire prove in sito per definire le caratteristiche geotecniche, geomeccaniche ed idrogeologiche dei materiali del sottosuolo, prelevare campioni da sottoporre alle prove di laboratorio (geotecnico, geomeccanico e chimico-ambientale), installare strumentazione per misurare le variazioni dei livelli di falda nel tempo, definire il contenuto di amianto delle "pietre verdi", definire le caratteristiche sismiche dei materiali (Vs30) in accordo con Il D.M. del 14/01/08 "Nuove norme tecniche per le costruzioni";
- le macro-aree indagate sono tre: Est Polcevera, in cui ricadono gli ambiti Genova Ovest, Torbella e Genova Est e Bolzaneto (parte); Ovest Polcevera, in cui ricadono gli ambiti Bolzaneto (parte), Monterosso, Varenna, Amandola e Voltri e Vesima; Canale di calma, in cui ricade l'ambito Opera a mare;
- sono stati analizzati 44 campioni ambientali, così distribuiti in tipologia e ubicazione:
  - nella parte occidentale del progetto: 17 campioni lungo i tratti in galleria (VB1, VB6, VB7, VB7bis, VB8, VB10, VB11, VB12, VB14, VV5, VV16, VV22, VV27, VV29, VV30, R01, Pozzo 2);
  - nella parte orientale del progetto: 17 campioni lungo i tratti in galleria (MB1, MB4, MB7, MB8, MB9, MB11, MB20, MB23, MB24, MB26, MB28, MB29, MB30, MB31, MB33, MS1, MS3);
  - 1 campione in corrispondenza di una pila del viadotto sul Polcevera (P03);
  - 9 campioni in corrispondenza delle rampe autostradali (RE02, RE04, RE09, RE11, RE15, RE16, RE18, RE19, RE23).
- nel canale di calma, al fine di meglio caratterizzare i materiali dal punto di vista geotecnico, sono state anche eseguite prove CPTU e prove con il dilatometro Marchetti. Inoltre, sono stati prelevati 28 campioni di terreno (4 per ciascuno dei sondaggi SJ1, SJ2, SJ3, SJ5, SJ6, SJ8 ed SJ9), per eseguire una serie di analisi e determinare le caratteristiche chimiche dei materiali presenti nella zona interessata dal progetto;
- dall'attività di indagine geognostica effettuata, come descritta negli elaborati specialistici di progetto, si evince che le principali formazioni interessate nella parte orientale del Polcevera, Montoggio, Ronco e Antola, sono caratterizzate principalmente da arenarie, argille, calcari e marne, ovvero rocce

di origine sedimentaria, ove viene esclusa, sia per attività di campo, sia per legittimità scientifica, sia per riferimenti bibliografici, la presenza naturale di fibre asbestifere;

CONSIDERATO che per quanto riguarda **la presenza di terre amiantifere**:

- il particolare contesto locale ha richiesto un approfondito studio geologico-ambientale inerente la presenza di amianto naturale nella zona ad ovest del Polcevera, tra Vesima e Bolzaneto; sono stati individuati sette domini strutturali principali relativi all'amianto che presentano caratteristiche distinte, in base alla loro strutturazione (geometria) interna, al grado di deformazione e ai litotipi che li costituiscono; relativamente all'assetto geologico-strutturale e al contenuto di amianto delle rocce, la sezione del tracciato di progetto (canna Est) è stata suddivisa in 4 classi di rischio amianto: rischio alto, rischio medio, rischio basso e rischio nullo;
- i 7 domini strutturali sono i seguenti: Dominio della Val Leiro; Dominio della Val Branega (comprendente la zona di Canova e la zona cataclastica della Val Branega); Dominio del Bric Boessa; Dominio Varenna-Contessa (comprendente la Zona a scaglie Val Varenna e la Zona del M.Contessa); Dominio Timone-Scarpino (comprendente le zone Gazzo e Serra e le zone di deformazione di Timone e di Scarpino); Dominio di Bric Teiolo; Dominio della Val Polcevera;
- nel progetto, i domini strutturali raggruppano più tratte omogenee. Le tratte a rischio amianto omogeneo individuate lungo le principali gallerie (Borgonuovo, Amandola e Monterosso) sono state riportate nel Piano, distinte per ambito di riferimento;
- l'Ambito Voltri e Vesima (gallerie Borgonuovo), tratta 1, Dominio della Val Leiro, è caratterizzato da associazione di litotipi di calcescisti con intercalazioni di metabasiti, serpentiniti e SAC, con concentrazioni di amianto nelle serpentiniti affioranti nel settore ovest molto inferiori del limite di 1000 mg/kg, e molto variabili nel settore est da molto inferiori alla soglia di 1000 mg/kg a molto superiori alla stessa (6000 mg /kg) per la zona di Vesima;
- l'Ambito Amandola (gallerie Amandola) è caratterizzato nella tratta 2 corrispondente alla Zona Canova, nel Dominio della Val Branega, da peridotiti serpentinizzate e da serpentiniti, a basso rischio amianto; il valore di amianto ottenuto per le serpentiniti è ben al di sotto della soglia di legge, mentre nelle zone cataclastiche i valori crescono fino a 3000 mg/kg; nella tratta 3, corrispondente alla "Zona Cataclastica della Val Branega", nel Dominio della Val Branega, costituita da brecce di faglia e cataclasiti, le analisi indicano che la distribuzione dell'amianto è estremamente eterogenea, con valori prevalenti inferiori di un ordine di grandezza rispetto al limite di 1g/kg, e con alcuni picchi distribuiti in modo irregolare che al massimo superano di tre volte il limite; nella Tratta 4, corrispondente al Dominio del Bric Boessa, il litotipo prevalente è rappresentato da lherzoliti da parzialmente a totalmente serpentinizzate (Lherzoliti del Monte Tobbio). I valori dei tre campioni analizzati sono omogenei e tutti di poco inferiori al limite di 1 g/kg;
- l'Ambito Varenna, tratta 5, corrispondente alla Zona a Scaglie della Val Varenna (Dominio Varenna-Contessa), pur essendo omogeneo, presenta una fascia cataclastica a direzione meridiana con serpentiniti brecciate che riportano valori superiori a dieci volte la soglia di legge;
- l'Ambito Monterosso (gallerie Monterosso), nella tratta 6, corrispondente alla "zona del Monte Contessa" del Dominio Varenna-Contessa, come indicano i 20 campioni investigati, presenta valori di amianto di circa 300 mg/kg, con picchi nei campioni che rappresentano il contatto tra le serpentiniti e la scaglia di calcescisti dal contenuto in fibre decisamente al di sopra della soglia consentita di circa 30000 mg/kg; la tratta 7, corrispondente alla "Zona del Gazzo", nel Dominio Timone-Scarpino, è costituita prevalentemente da dolomie e calcari della zona Gazzo, che sono privi di minerali fibrosi; nella tratta 8, corrispondente alla "Zona di deformazione di Timone", dei 6 campioni prelevati i 4 hanno dato valori superiori a 1000 mg/kg (tra 1000 e 5700 mg/kg); la tratta 9, corrispondente alla "Zona di Serra", nel Dominio Timone-Scarpino, è costituita da argilloscisti e scisti carbonatici e presenta rischio amianto nullo; la tratta 10, corrispondente alla "Zona di deformazione di Scarpino", sempre nel Dominio Timone-Scarpino, è costituita da serpentiniti intensamente fratturate o cataclastiche con picchi di concentrazione elevati (maggiori di 10000 mg/kg) in corrispondenza di zone a intensa cataclasi e a blocchi di oficalcite; la tratta 11, corrispondente al Dominio di Bric Teiolo (11a) e al Dominio della Val Polcevera (11b) comprende

la parte orientale dell'unità tettonometamorfica di Figogna ed è costituita da litotipi che non contengono minerali fibrosi e di conseguenza sono a rischio amianto nullo;

- l'intero settore del nodo di Voltri è da considerare come un dominio omogeneo, analogamente alla tratta 1, in quanto caratterizzato sempre dalla stessa associazione di litotipi (calcestiti con intercalazioni di metabasiti, serpentiniti e SAC), che presentano caratteristiche mineralogiche e strutturali costanti. I valori di concentrazione di minerali fibrosi, ricavabili da campioni raccolti in superficie sono variabili, da molto inferiori alla soglia di 1000 mg/kg a molto superiori alla stessa (6000 mg/kg);

VALUTATO che:

- la determinazione del contenuto in amianto di una roccia è necessariamente una determinazione puntuale o comunque riferita ad un volume di roccia molto limitato rispetto alle dimensioni dei corpi geologici attraversati dal tracciato autostradale; dagli studi svolti emerge chiaramente che per ciascuna tratta a rischio amianto non tutto il volume roccioso può essere considerato omogeneo; ai fini della stima dei volumi di rocce potenzialmente amiantifere lo studio ha applicato un fattore di correzione, per tenere conto del fatto che in ogni tratta l'amianto è distribuito nella roccia in maniera eterogenea;
- i volumi classificabili in corso d'opera con il "codice rosso", ossia tenendo conto sia dei parametri geotecnici scadenti che dell'elevato contenuto in amianto, si riferiscono essenzialmente alle due zone di deformazione cataclastica di Timone e Scarpino;
- in merito all'individuazione della pericolosità dei materiali scavati la classificazione degli scavi ai fini della destinazione finale dipende dalla combinazione delle determinazioni analitiche sui tenori di amianto e sui metalli pesanti; pertanto, i terreni con potenziale contenuto di amianto dovranno essere caratterizzati in corso d'opera, procedendo come segue:
    - per le gallerie scavate con TBM, lo smarino progressivamente prodotto verrà trasportato via nastro al cantiere di Bolzaneto, dove verrà temporaneamente depositato in una serie di silos, per poi essere caratterizzato;
    - per le gallerie scavate con metodi tradizionali e per gli scavi all'aperto, il materiale dovrà essere caratterizzato preventivamente o in avanzamento, prima di poter essere movimentato; lo smarino progressivamente prodotto verrà successivamente trasportato con speciali autocarri al cantiere di Bolzaneto, dove verrà frantumato e temporaneamente depositato nei silos, per poi essere eventualmente ricaratterizzato (per scrupolo e conferma della procedura di gestione prevista);

VALUTATO che dal punto di vista metodologico:

- le indagini ambientali in sito sono state effettuate secondo le prescrizioni della normativa di cui al D.Lgs. 152/06, Parte Quarta, Titolo V, Allegato 2, con metodi di scavo a secco, in modo idoneo a prelevare campioni incontaminati ed evitando l'immissione nel sottosuolo di composti estranei;
- l'ubicazione dei punti di campionamento, la profondità di scavo e la profondità dei campioni di terreno prelevati, come riportate negli elaborati progettuali, sono state definite in base al volume di terreno da movimentare in funzione del progetto stradale;
- sono stati effettuati campionamenti superficiali (e in affioramento) e sondaggi geognostici profondi, fino a quota scavo;
- le indagini effettuate negli anni 2003 e 2004 costituiscono un approfondimento conoscitivo rispetto a quanto richiesto dal Regolamento;

CONSIDERATO che in merito agli inquinanti analizzati:

- gli inquinanti analizzati variano in funzione della tipologia di campionamento: nel caso di sondaggi geognostici profondi, sono stati analizzati esclusivamente i composti inorganici, mentre nel caso di prelievi superficiali (per esempio in corrispondenza delle rampe), oltre ai composti inorganici, sono

stati analizzati anche gli idrocarburi, i composti organici aromatici e, in taluni casi, gli idrocarburi policiclici aromatici:

- Composti inorganici: Antimonio (Sb); Arsenico (As); Berillio (Be); Cadmio (Cd); Cobalto (Co); Cromo (Cr) totale; Cromo (Cr) VI; Mercurio (Hg); Nichel (Ni); Piombo (Pb); Rame (Cu); Selenio (Se); Stagno (Sn); Tallio (Tl); Vanadio (V); Zinco (Zn); Cianuri (Liberi); Fluoruri;
- Idrocarburi: idrocarburi leggeri (C<12); idrocarburi pesanti (C>12);
- Composti organici aromatici: Benzene; Etilbenzene; Stirene; Toluene; xilene; Sommatoria organici aromatici;
- Idrocarburi policiclici aromatici (IPA): Benzo(a)antracene; Benzo(a)pirene; Benzo(b)fluorantene; Benzo(k)fluorantene; Benzo(g,h,i)perilene; Crisene; Dibenzo(a,e)pirene; Dibenzo(a,i)pirene; Dibenzo(a,l)pirene; Dibenzo(a,h) pirene; Dibenzo(a,h)antracene; Indeno(1,2,3-cd)pirene; Pirene; Ipa Totali;
- inoltre, considerato il particolare contesto locale, sono stati prelevati ulteriori campioni esclusivamente per valutarne il contenuto di amianto;

- il terreno è stato prima privato della sua frazione di particelle o materiale con diametro maggiore di 2 cm e, successivamente, le determinazioni analitiche in laboratorio sono state condotte sull'aliquota di granulometria inferiore a 2 mm. Le concentrazioni dei parametri analizzati sono state poi determinate riferendosi alla totalità dei materiali secchi, comprensiva anche dello scheletro seguendo il D.Lgs. 152/2006 (Parte Quarta, Titolo V, Allegato 2);

VALUTATO che dal punto di vista metodologico la campagna di indagine ambientale eseguita durante la fase di progettazione è stata ritenuta conforme a quanto indicato dal Regolamento ed in particolare:

- la campagna di indagine ambientale eseguita durante la fase di progettazione è stata conclusa prima dell'entrata in vigore del nuovo Regolamento e pertanto è stata eseguita secondo i criteri di cui all'art. 186 del DLgs. 152/2006 e s.m.i. e nel rispetto di quanto indicato nel Disciplinare Unico per la gestione delle terre e rocce da scavo emesso dal Ministero dell'Ambiente nell'agosto 2008; la campagna di indagine ha permesso di evidenziare le caratteristiche chimico-ambientali dei materiali interessati dagli scavi, seguendo criteri legati soprattutto a situazioni di interferenza, di movimentazione terra e di aree di lavoro; la densità dei punti di indagine nonché la loro ubicazione sono state basate su un modello concettuale preliminare (campionamento ragionato) che ha interessato il tracciato autostradale, come previsto dall'allegato 2 del regolamento;
- l'attività di caratterizzazione sinora eseguita presenta aspetti conformi a quanto indicato dal nuovo Regolamento:
  - la caratterizzazione condotta in fase progettuale è stata eseguita mediante una campagna di indagine che ha interessato il tracciato autostradale e le aree limitrofe;
  - l'ubicazione dei punti è avvenuta secondo un modello concettuale basato sul campionamento ragionato;
  - sono stati eseguiti sondaggi profondi (per i tratti in galleria), secondo le stesse tipologie indicate dal Regolamento, e prelievi su affioramenti;
  - le metodiche di campionamento e di preparazione dei campioni sono riferite alla norma UNI10802;
  - sono stati adottati i criteri relativi alle frazioni granulometriche da scartare e da sottoporre ad analisi di laboratorio (2 cm / 2 mm); le concentrazioni finali sono riferite alla totalità dei materiali, comprensivi dello scheletro;
  - sono state impiegate metodiche di analisi in laboratorio riconosciute ed il set analitico considerato eccede quello indicato in Tabella 4.1 del Regolamento ;
  - le analisi sono state eseguite in laboratori certificati secondo metodi di prova riconosciuti (in grado di ottenere valori 10 volte minori dei limiti);

- la densità dei punti di indagine nonché la loro ubicazione, secondo il modello concettuale preliminare adottato, si sono basate sulle dimensioni dei siti oggetto di scavo e di deposito, sulle particolari situazioni locali (eventuali attività antropiche presenti o siti interferenti di rilievo), sulle effettive condizioni del sito, sugli orizzonti stratigrafici interessati e sulle profondità massime di scavo dal piano campagna;
- i prelievi da sottoporre ad analisi non sono stati effettuati in tutti i punti inizialmente previsti nel piano di indagini per i seguenti comprovati motivi:
  - divieto di accesso da parte della proprietà privata;
  - avverse condizioni del sito o del tratto (acclività, interruzione e costrizione del traffico, area densamente boscata che necessita il disboscamento, ecc.);
  - potenziali interferenze con sottoservizi e opere autostradali e stradali esistenti.
- il grado di conoscenza raggiunto del territorio sia in ovest sia in est Polcevera, grazie anche alla raccolta di dati bibliografici e scientifici ed agli studi specialistici effettuati, ha permesso di definire un livello qualititativo e caratteristico dei materiali interessati dagli scavi previsti; tuttavia, in fase di corso d'opera, a controllo e a conferma di quanto individuato, il progetto prevede comunque la caratterizzazione del materiale di scavo, sia in azione preventiva, ove non sia possibile effettuare le operazioni a cumulo per ragioni di spazio, sia su cumuli all'interno di aree di cantierizzazione, prevedendo, in particolare, l'analisi chimica da prelievi eseguiti in silos di stoccaggio; tale ultima soluzione è stata progettata per questo particolare processo e per mitigare il più possibile le criticità rilevate, legate soprattutto alla presenza di fibre amiantifere, mantenendo così il materiale non a contatto con l'atmosfera;
- il Piano elenca e identifica le aree per le quali durante la fase progettuale, non è stato possibile eseguire il campionamento o raggiungere l'effettiva quota scavo o ricoprire determinate superfici, seguendo alla lettera i criteri e le densità di campionamento dettate dal nuovo Regolamento (all. 2 del DM 161/2012). Per tali aree si prevede di integrare la caratterizzazione ambientale nella fase di corso d'opera, con il campionamento in situ preventivo:

Ambito	**Codice**	**Opere di riferimento**	**Causa di rinvio alla fase di CO**
Ovest Polcevera			
Vesima e Voltri	CI.17	Cantiere di imbocco - Borgonuovo lato SV	Acclività area, necessità di disboscamento
Vesima e Voltri	CI.18	Cantiere di imbocco - Borgonuovo lato GE	Acclività area, necessità di disboscamento, proprietà privata
Vesima e Voltri	CI.19	Cantiere di imbocco - Bric del Carmo lato Sud	Acclività area, necessità di disboscamento, proprietà privata
Vesima e Voltri	CI.20	Cantiere di imbocco - Voltri lato SV	Acclività area, necessità di disboscamento, proprietà privata
Vesima e Voltri	CI.21	Cantiere di imbocco - Voltri lato GE	Acclività area, necessità di disboscamento, proprietà privata
Vesima e Voltri	CI.22	Cantiere di imbocco - Ciocia lato AL	Acclività area, necessità di disboscamento, parziale interferenza con infrastruttura esistente
Vesima e Voltri	CI.23	Cantiere di imbocco - Delle	Acclività area, necessità di

Ambito	**Codice**	**Opere di riferimento**	**Causa di rinvio alla fase di CO**
		Grazie lato Sud	disboscamento, proprietà privata (Parco di Villa Duchessa di Galliera)
Vesima e Voltri	CI.24	Cantiere di imbocco - Amandola lato SV	Acclività area, proprietà privata
Varenna	CI.25	Cantiere di imbocco - Monterosso lato SV, Amandola lato GE	Acclività area, proprietà privata, attività industriale di cava
Bolzaneto	CI.13	Cantiere industriale - Imbocco frese	Acclività area, necessità di disboscamento, proprietà privata, parziale impronta area industriale *Nota: le attrezzature per poter effettuare il sondaggio VB.01 sono state trasportate con elicottero*
Est Polcevera			
Bolzaneto	CI.27	Cantiere di imbocco - Forte Diamante, San Rocco, Polcevera	Interferenza con infrastruttura esistente stradale, acclività area, necessità di disboscamento, proprietà privata
Bolzaneto	CI.28	Cantiere di imbocco - Bric du Vento, Baccan, Polcevera	Parziale Interferenza con infrastruttura esistente autostradale e stradale, acclività area, necessità di disboscamento, proprietà privata
Bolzaneto	CI.32	Cantiere di imbocco - Morego lato A7 direzioni MI e GE	Interferenza con infrastruttura esistente autostradale, acclività area, necessità di disboscamento
Torbella e Genova Est	CI.06	Cantiere industriale - Campursone	Interferenza con infrastruttura esistente, acclività area, necessità di disboscamento
Torbella e Genova Est	CI.26	Cantiere di imbocco - Granarolo lato MI, Forte Diamante lato GE, Bric du Vento lato LI, Torbella Ovest, Montesperone lato SV	Interferenza con infrastruttura esistente, parziale impronta area industriale, acclività area
Torbella e Genova Est	CI.29	Cantiere di imbocco - Montesperone lato LI, Campursone lati Nord e Sud	Interferenza con infrastruttura esistente, acclività area
Genova Ovest	CI.30	Cantiere di imbocco - Moro 1 e Granarolo lato GE	Acclività area, interferenza con infrastruttura esistente

Ambito	Codice	Opere di riferimento	Causa di rinvio alla fase di CO
Genova Ovest	CI.31	Cantiere di imbocco - Moro 1 e Moro 2 lato GE Aeroporto	Interferenza con infrastruttura esistente, acclività area

PRESO ATTO che nel P.d.U, relativamente alle densità dei punti di indagini ambientale, non sono stati effettuati i prelievi ed i sondaggi previsti dal piano di indagini in conformità al D.M. 161/2012 Allegato 2, causa divieti di accesso, acclività del sito, aree boscate, interferenze infrastrutturali ecc;

CONSIDERATO che si rende necessario attuare tutte le possibili indagini negli affioramenti rocciosi interessati dalle gallerie di progetto al fine di identificare e quantificare l'amianto, con particolare riferimento alle zone di deformazione cataclastica di Timone e Scarpino del dominio strutturale N. 5 tratta N. 8;

RICORDATO che:

- secondo le modalità di classificazione del rifiuto (D.Lgs.152/06), il materiale prodotto contenente amianto, che viene smaltito in discarica speciale, è classificato come rifiuto pericoloso con codice CER 17 05 03*: terra e rocce, contenenti sostanze pericolose (contiene una sostanza riconosciuta come cancerogena in categorie 1 o 2 in concentrazione >= 0,1%). In riferimento alla classificazione delle sostanze pericolose, il recente Regolmento n.1272/2009 ("CLP") ha inquadrato nel numero EINECS 650-013- 00-6 tutte le forme di "asbesto", ovvero la Crocidolite (CAS n. 12001-28-4), il Crisotilo (CAS n. 12001-29-5), l'Amosite (CAS n. 12172-73-5), l'Antofillite (CAS n. 77536-67-5), l'Actinolite (CAS n. 77536-66-4) e la Tremolite (CAS n. 77536- 68-6);
- in virtù di tale "accorpamento" tutte le forme di amianto sono state classificate come cancerogene di categoria 1A con codice di indicazione di pericolo H350 ("può provocare il cancro") e H372 ("tossicità cronica - provoca danni agli organi per esposizione prolungata o ripetuta"). Alla luce di tale classificazione, secondo la normativa italiana, la caratteristica di pericolo (di cui all'Allegato I alla Parte Quarta del D. Lgs. 152/06 e ss.mm. ed ii) associata a tali rifiuti (contenenti amianto in concentrazioni superiori o uguali allo 0,1%) è la H7: "Cancerogeno": sostanze e preparati che, per inalazione, ingestione o penetrazione cutanea, possono produrre il cancro o aumentarne l'incidenza. Qualora la concentrazione di amianto nel rifiuto (di uno specifico lotto) risultasse superiore o uguale al 3% dovrà essere aggiunta anche la caratteristica di pericolo H6: "Tossico": sostanze e preparati (comprese le sostanze e i preparati molto tossici) che, per inalazione, ingestione o penetrazione cutanea, possono comportare rischi per la salute gravi, acuti o cronici e anche la morte;
- nel caso in cui diventasse necessario classificare i rifiuti ai sensi (o secondo i criteri) del Regolamento CLP la caratteristica di pericolo H6 dovrà essere indicata per tenori di amianto superiori o uguali all'1%.

CONSIDERATO che gli studi Epidemiologici hanno dimostrato che tra i minerali fibrosi potenzialmente cancerogeni, gli anfiboli hanno un potere cancerogeno decisamente superiore rispetto al Crisotilo;

CONSIDERATO che per quanto concerne **le modalità di scavo**

- per la sequenza delle gallerie Monterosso, Amandola e Borgonuovo (oltre 14 km di sviluppo complessivo per ciascuna carreggiata in terreni potenzialmente amiantiferi) lo scavo si prevede meccanizzato con TBM (Tunnel Boring Machine) scudata del diametro di circa 14 metri con un rivestimento in conci prefabbricati dello spessore di 60 cm, di tipo a contropressione di terra o Hydroshield; la tecnologia adottata e le procedure gestionali hanno lo scopo di soddisfare il requisito dell'isolamento dei lavoratori dalle formazioni amiantifere; per il trasporto dello smarino all'interno delle gallerie è stato previsto un apposito nastro trasportatore completamente stagno e dotato di sistema antipolvere per l'irrigazione del materiale in caso di soste prolungate;
- la destinazione finale dei materiali dipende dalla combinazione delle determinazioni analitiche sui tenori di amianto e sui metalli pesanti e, pertanto, in corso d'opera, lo smarino progressivamente prodotto dalle due TBM verrà trasportato via nastro al cantiere di Bolzaneto e temporaneamente depositato in una serie di silos, per poi essere caratterizzato;

- a seconda del risultato delle prove di laboratorio in merito al contenuto di amianto, possono verificarsi tre diverse situazioni, identificate come "codice verde" presenza di amianto < 1g/kg, "codice giallo" presenza di amianto > 1g/kg e "codice rosso" presenza di amianto > 1g/kg e caratteristiche geotecniche scadenti;

PRESO ATTO che, come previsto dal Regolamento (art. 4), i materiali da scavo sono utilizzabili per reinterri, riempimenti, rimodellazioni, ripascimenti, interventi in mare, miglioramenti fondiari o viari oppure altre forme di ripristini e miglioramenti ambientali, per rilevati, per sottofondi e nel corso di processi di produzione industriale in sostituzione dei materiali di cava: se la concentrazione di inquinanti rientra nei limiti di cui alla colonna A, in qualsiasi sito a prescindere dalla sua destinazione, e se la concentrazione di inquinanti è compresa fra i limiti di cui alle colonne A e B, in siti a destinazione produttiva (commerciale e industriale); nel caso del progetto del Nodo di Genova, il materiale risultante dallo scavo meccanizzato:

- lo smarino contenuto nel silos a cui viene attribuito il codice verde (presenza di amianto < 1g/kg) viene automaticamente sversato tramite coclea in un'ulteriore vasca (lo slurryfier), dove la sua consistenza pastosa viene ulteriormente stemperata con l'aggiunta di acqua marina fino ad attribuirgli una forma semiliquida tecnicamente definita "slurry", e successivamente viene in una tubazione fino al Canale di Calma dove – eliminata l'acqua in eccesso, che viene recuperata nel circuito di carico dello slurryfier – viene utilizzato per il riempimento dello strato inferiore dell'opera a mare (per lo strato superiore di "capping" verrà invece utilizzato lo smarino non amiantifero proveniente dagli scavi in tradizionale, effettuati in sinistra Polcevera);
- lo smarino contenuto nel silos a cui viene attribuito il codice giallo (presenza di amianto > 1g/kg) viene automaticamente sversato tramite coclea in un ulteriore silos dove è miscelato a cemento (~100 kg/mc), che "incolla" le fibre, impedendone la volatilità, e conferisce al materiale le caratteristiche geotecniche necessarie; l'impasto così ottenuto viene riportato in galleria e sistemato in arco rovescio, tornando in tal modo all'interno dell'ammasso che lo ha generato;
- secondo la società proponente il Piano, tale procedura è conforme alle indicazioni del comma 1, punto c dell'art. 185 del D.Lgs 152/2006, come modificato dal D.Lgs 205/2010, che prevede che "*il suolo non contaminato e altro materiale allo stato naturale escavato nel corso di attività di costruzione, ove sia certo che esso verrà riutilizzato a fini di costruzione allo stato naturale e nello stesso sito in cui è stato escavato*" non rientra nel campo di applicazione della parte quarta del D.Lgs 152/2006 "*Norme in materia di gestione dei rifiuti e di bonifica dei siti inquinati*";
- le modalità esecutive per la collocazione del materiale nell'arco rovescio prevedono che lo smarino miscelato con cemento, venga steso nel fondo della galleria fino ad una quota non interferente con gli impianti presenti in arco rovescio e che al di sopra dello smarino miscelato con cemento venga steso uno strato di 10 cm di conglomerato bituminoso, al fine di isolare definitivamente il materiale amiantifero dalle operazioni di cantiere; completa la costruzione uno strato di terre e rocce da scavo "inerti", provenienti dalle gallerie non amiantifere della sinistra Polcevera, di spessore variabile a seconda della pendenza trasversale della galleria, e ancora il pacchetto di pavimentazione autostradale (spessore circa 80 cm);
- per lo smarino contenuto nel silos a cui viene attribuito il codice rosso (presenza di amianto > 1g/kg e caratteristiche geotecniche scadenti) esiste l'unica possibilità dello smaltimento in discarica autorizzata; al fine di consentire la gestione del materiale in piena sicurezza si prevede lo sversamento automatico dello stesso tramite coclea in un ulteriore silos (il bagger), dove verrà additivato da speciali resine incollanti che inibiscono la volatilità delle fibre anche allo stato asciutto, e quindi inserito in *big-bags* per amianto che ne consentono lo stoccaggio temporaneo in cantiere ed il successivo trasporto a discarica;

VALUTATO che in merito al riutilizzo dei materiali da scavo nell'arco rovescio delle gallerie:

- non si ritiene esatto il riferimento al comma 1, punto c dell'art. 185 del D.Lgs 152/2006, in quanto nel progetto il suolo non viene utilizzato allo stato naturale ma contiene additivi e miscele utilizzati nello scavo e per la stabilizzazione delle fibre di amianto; il citato art. 185 non reca rimandi espliciti alla possibilità di utilizzare additivi e miscele, qualora questi ultimi soddisfino i presupposti della "*normale pratica industriale*";

- tuttavia l'utilizzo di tale materiale nella costruzione degli archi rovesci, anche se contenente amianto e metalli pesanti oltre i limiti della colonna B, è conforme a quanto previsto dall'articolo 5, comma 4 del Regolamento e dall'allegato 4 dello stesso Regolamento che prevede: "*Qualora si rilevi il superamento di uno o più limiti di cui alle colonne A e B Tabella 1 allegato 5, al Titolo V parte IV del decreto legislativo n. 152 del 2006 e s.m.i., è fatta salva la possibilità del proponente di dimostrare, anche avvalendosi di analisi e studi pregressi già valutati dagli Enti, che tali superamenti sono dovuti a caratteristiche naturali del terreno o da fenomeni naturali e che di conseguenza le concentrazioni misurate sono relative a valori di fondo naturale. In tale ipotesi, l'utilizzo dei materiali da scavo sarà consentito nell'ambito dello stesso sito di produzione o in altro sito diverso rispetto a quello di produzione, solo a condizione che non vi sia un peggioramento della qualità del sito di destinazione e che tale sito sia nel medesimo ambito territoriale di quello di produzione per il quale è stato verificato che il superamento dei limiti è dovuto a fondo naturale.*"; Con questi presupposti, lo smarino scavato nei tratti potenzialmente amiantiferi delle gallerie potrà tornare, per lo scopo della costruzione, nell'arco rovescio dei tunnel, ossia nello stesso sito in cui è stato scavato, anche se contiene additivi e miscele, qualora questi ultimi soddisfino i presupposti della "*normale pratica industriale*" come previsto dallo stesso Regolamento;
- il Piano di utilizzo presentato dalla Società già contiene la contabilizzazione dei volumi e tutte le indicazioni per il riutilizzo di tale materiale e comunque ne prevede la caratterizzazione prima del riutilizzo; la variazione del riferimento normativo non modifica la gestione del materiale da scavo;

CONSIDERATO che lo scavo in modo tradizionale (esplosivo o martellone) verrà riservato:

- alle gallerie che non sono interessate da formazioni geologiche considerate potenzialmente amiantifere (cioè tutte quelle poste ad est dell'attraversamento della Val Polcevera);
- alle gallerie che per la loro limitata lunghezza, per la sezione ridotta o per la tortuosità del tracciato (innesti con altri rami in sotterraneo, bassi raggi di curvatura,..) non sono adatte alla meccanizzazione dello scavo; lo scavo con metodo tradizionale dei terreni amiantiferi riguarda esclusivamente le gallerie dell'attraversamento delle vallate di Voltri (Voltri Est ed Ovest, Bric del Carmo, Ciocia e Delle Grazie);
- per la realizzazione delle gallerie l'avanzamento avverrà per campi di scavo adottando le seguenti modalità operative:
  - esecuzione di tampone al fronte di scavo costituito da *spritz-beton*;
  - eventuale esecuzione di drenaggi in avanzamento, in presenza d'acqua;
  - esecuzione degli interventi di pre-sostegno e consolidamento in avanzamento (infilaggi metallici, consolidamento al fronte e al contorno, ove previsti);
  - scavo con martellone a piena sezione per singoli sfondi di profondità massima pari al passo centina (<= 1 m);
  - dopo ogni sfondo: realizzazione di strato in *spritz-beton* fibrorinforzato, sia al fronte sia al contorno del cavo; posa del pre-sostegno con centinatura metallica e *spritz-beton* (fibrorinforzato o con rete elettrosaldata);
  - scavo e getto dell'arco rovescio e delle murette;
- l'entità dei consolidamenti da eseguire verrà definita in corso d'opera, campo per campo, sulla base dei dati acquisiti in corso relativamente all'effettivo comportamento dell'ammasso e del complesso terreno-struttura: rilievi geomeccanici del fronte, indagini puntuali, e dati del monitoraggio topografico, ovvero delle convergenze e dei cedimenti del piede centina; le sezioni tipo di progetto e l'adattamento delle fasi esecutive ai fini del consolidamento sono distinte in Categoria A: galleria a fronte stabile, Categoria B: galleria a fronte stabile a breve termine, Categoria C: galleria a fronte instabile;
- nell'ambito della gestione dei materiali di scavo in sotterraneo, il Piano evidenzia che il materiale dei tamponi al fronte di spessore pari o superiore ai 10 cm e dei primi 10 cm in arco rovescio debba essere gestito come rifiuto, in virtù del loro importante volume nel primo caso e della loro potenziale contaminazione dal passaggio dei mezzi in movimento nel secondo; parimenti verrà gestito come

rifiuto il materiale di risulta dal processo di sedimentazione e trattamento delle acque al fronte, utilizzate durante l'operazione di abbattimento delle polveri;

- tra gli elaborati progettuali, le Linee guida per la gestione delle terre e rocce da scavo" illustrano nel dettaglio gli apprestamenti ed i processi previsti per la gestione in sicurezza dello scavo con mezzi tradizionali in presenza di rocce amiantifere, che prevedono in particolare la copertura immediata con *spritz-beton* delle superfici scavate e l'isolamento del fronte della galleria con una barriera fisica a tutta sezione che crea una camera di scavo e una ulteriore zona filtro tra la camera di scavo e la galleria per consentire il lavaggio dei mezzi che escono dalla camera di scavo e il cambio di indumenti alle maestranze; si prevede inoltre la dotazione dei lavoratori di dispositivi di protezione individuale e il monitoraggio continuo delle gallerie per verificare l'assenza di fibre;

PRESO ATTO che la destinazione finale dei materiali da scavo tradizionale si prevede in modo analogo a quella dello scavo meccanizzato a seconda del risultato delle prove di laboratorio in merito al contenuto di amianto, secondo il "codice verde", "codice giallo" e "codice rosso" e che la destinazione dipende dalla combinazione delle determinazioni analitiche sui tenori di amianto e sui metalli pesanti e, pertanto, in corso d'opera, si prevede la caratterizzazione del materiale con le seguenti modalità:

- lo smarino progressivamente prodotto dalle gallerie Bric del Carmo e Delle Grazie verrà trasportato al cantiere di Bolzaneto utilizzando i nastri delle TBM e verrà temporaneamente depositato in una serie di silos, per poi essere caratterizzato;
- il materiale delle gallerie Voltri Est, Voltri Ovest e Ciocia, per poter essere movimentato, dovrà essere caratterizzato preventivamente o in avanzamento; lo smarino progressivamente prodotto (al netto delle quantità reimmesse negli archi rovesci delle gallerie) verrà quindi trasportato con speciali autocarri al cantiere di Bolzaneto, dove – all'interno di un ambiente stagno e dotato di apposite zone filtro e lavaggio dei mezzi d'opera – verrà frantumato, per ridurlo ad una pezzatura simile al fresato della TBM, e temporaneamente depositato nei silos, per poi essere eventualmente ri-caratterizzato (per scrupolo e conferma della procedura di gestione prevista).

VALUTATO che anche nel caso di scavo tradizionale il materiale destinato ad essere reimmesso negli archi rovesci delle gallerie deve essere preventivamente caratterizzato ai fini del contenimento di amianto e metalli pesanti;

CONSIDERATO che lo scavo delle opere all'aperto sarà eseguito con le seguenti metodologie:

- scavi di sbancamento: eseguiti con mezzi meccanici (escavatori con benna e/o martellone, pale meccaniche e autocarri);
- scavi di fondazione a sezione obbligata: eseguiti con mezzi meccanici (escavatori con benna e/o martellone, pale meccaniche e autocarri);
- scavi di fondazione con micropali o pali di grande diametro: eseguiti con mezzi meccanici (trivelle di perforazione, escavatori con benna e/o martello, pala meccanica, autocarri, autobetoniera e pompa spritz).
- lo scavo in rocce amiantifere – oltre che in sotterraneo - è effettuato per quantitativi più modesti anche nei seguenti casi particolari: scavi all'aperto nella zona di Vesima, Voltri e Varenna; scavi con microtunnelling nella zona di Voltri;
- nel caso di presenza di amianto nei terreni delle lavorazioni per l'esecuzione degli sbancamenti stradali o degli scavi di fondazione dei viadotti che comportano l'impossibilità del confinamento fisico delle aree a causa della vastità dell'area di scavo, il progetto prevede l'utilizzo, oltre alle misure di sicurezza di carattere generale, sistemi alternativi al confinamento dell'area mutuati dall'esperienza dei lavori di bonifica nella ex-cava amiantifera di Balangero dove, per operare sul terreno contaminato dalle fibre, viene creata una "bolla" di sicurezza utilizzando dei *fog-cannon*, previa installazione di un sistema di monitoraggio dell'aria che verifica il funzionamento del sistema; il sistema e le modalità di esecuzione sono descritti nell'elaborato progettuale "*Linee guida per la gestione delle terre e rocce da scavo*"; si prevede l'utilizzo del medesimo sistema anche ai fini della realizzazione degli imbocchi dei 3 cunicoli di drenaggio, realizzati con microtunnelling e previsti nella zona amiantifera di Voltri;

PRESO ATTO che il progetto prevede la caratterizzazione preventiva o in avanzamento del materiale di scavo all'aperto ai fini della movimentazione; si prevede il trasporto dello smarino prodotto con speciali autocarri al cantiere di Bolzaneto, dove verrà frantumato e temporaneamente depositato nei silos, per poi essere ri-caratterizzato ai fini del contenimento di amianto e metalli pesanti e destinato, a seconda del risultato delle prove di laboratorio, secondo il "codice verde", "codice giallo" e "codice rosso";

CONSIDERATO che per quanto riguarda gli esiti delle caratterizzazioni:

- i risultati delle analisi sui campioni sono stati confrontati con le Concentrazioni Soglia di Contaminazione di cui alle colonne A e B tabella 1 allegato 5, al titolo V parte IV del decreto legislativo n. 152 del 2006 e s.m.i., con riferimento alla specifica destinazione d'uso urbanistica; poiché l'opera in progetto è una infrastruttura viaria, essa determina un uso del territorio assimilabile a quello che la normativa indica come uso commerciale o industriale, con assunzione dei limiti della colonna B;
- dall'analisi dei dati, si evince, come già segnalato da studi pregressi sul territorio e dalla letteratura, che alcuni litotipi, nella zona Ovest Polcevera, possono presentare tenori nelle concentrazioni di alcuni metalli pesanti (cobalto e nichel soprattutto, ma anche cromo e rame), tipici del proprio fondo naturale, superiori rispetto ai limiti definiti dalla normativa. Ciò è riscontrabile per le caratteristiche proprie delle rocce ultrafemiche variamente serpentinizzate, dove più facilmente si possono ritrovare valori decisamente importanti. Si conferma una differenza nei contenuti chimici tra i domini geologici interessati dal progetto (gruppo di Voltri e Flysch Appenninici);
- nella parte orientale del tracciato, nella zona Est Polcevera i campioni prelevati a quota scavo lungo i tratti di galleria compresi tra Genova Ovest, Genova Est e Bolzaneto segnalano la presenza di alcuni metalli pesanti (Cobalto, Vanadio e Arsenico) con tenori talvolta superiori ai limiti di colonna A, ma decisamente inferiori ai limiti imposti per l'uso industriale, colonna B, che denotano comunque anche in questo caso un fondo naturale tipico delle litologie di origine sedimentarie. I prelievi più superficiali, eseguiti in corrispondenza delle rampe autostradali previste a progetto, evidenziano concentrazioni in elementi (piombo e nichel) e composti chimici (idrocarburi) caratteristici dell'inquinamento da traffico stradale. Tuttavia è da segnalare che le concentrazioni rilevate sono comunque ampiamente al di sotto dei limiti indicati dalla colonna B;

PRESO ATTO quindi che in base agli esiti della caratterizzazione il Proponente ritiene di riutilizzare la totalità del materiale prodotto attraverso gli scavi, al di fuori dei volumi espressamente previsti e caratterizzati come rifiuti da conferire in discarica;

PRESO ATTO che nell'ambito della campagna di indagini integrative non è stato possibile eseguire il campionamento per i siti sopradescritti;

CONSIDERATO che il Proponente, per tali siti risultati inaccessibili o da investigare in profondità, rimanda il campionamento e l'analisi ad un'indagine ambientale preventiva da effettuarsi nella fase realizzativa dell'intervento a cura dell'impresa appaltatrice;

PRESO ATTO che il Regolamento prevede (Allegato 1) che qualora in fase di progettazione si ravvisi la necessità di effettuare caratterizzazioni ambientali in corso d'opera il Piano di Utilizzo deve indicarne le modalità di esecuzione secondo le indicazioni dell'Allegato 8;

VALUTATO quindi che la tematica della caratterizzazione è stata effettuata il linea con le indicazioni del Regolamento;

PRESO ATTO che i risultati delle caratterizzazioni sono indicati relativamente agli 8 ambiti in cui è stato suddiviso il progetto per ragioni di funzionalità rispetto alla distribuzione delle opere; per ciascun ambito, sono state elencate le aree, le opere ed i siti relativi alla produzione e destinazione dei materiali da scavo ed in genere alla loro movimentazione; gli elaborati grafici allegati al Piano riportano l'ubicazione di tali siti. Vengono inoltre riportate le caratteristiche previste dei materiali di scavo e le corrispondenti volumetrie;

CONSIDERATO che per ognuno degli 8 ambiti in cui è stato suddiviso il progetto il Proponente ha definito: i principali siti di produzione delle terre, i principali siti di utilizzo delle terre, l'inquadramento territoriale, urbanistico e vincoli, l'inquadramento geologico e geomorfologico, le problematiche di natura

idrogeologica, le caratteristiche ambientali dei materiali, la classificazione dei terreni, i volumi movimentati e le metodiche di scavo applicate;

CONSIDERATO in particolare che per quanto riguarda i **siti di produzione e di utilizzo**:

per l'ambito Genova Ovest:

- i principali siti di produzione terre sono: Galleria Moro 1; Galleria Moro 2; Galleria Granarolo - vedi ambito Torbella e Genova Est; Galleria Forte Begato - vedi ambito Torbella e Genova Est; Area cantiere di imbocco CI.30 (gallerie Moro 1 e Granarolo lato GE); Area cantiere di imbocco CI.31 (gallerie Moro 1 e Moro 2 lato GE Aeroporto); Viabilità di servizio VS.10°;
- i principali siti di riutilizzo terre sono: Sistemazione imbocchi gallerie Moro 1 e Granarolo lato GE; Sistemazione imbocchi gallerie Moro 1 e Moro 2 lato Genova Aeroporto; Arco rovescio galleria Moro 1; Arco rovescio galleria Moro 2;
- l'ambito ricade interamente all'interno del Comune di Genova, nella porzione territoriale oggetto della Variante 2009 al PUC, c. d. "Variantona", approvata con DCC n. 73/2010 e vigente in salvaguardia;
- le litologie dominanti sono: Sequenze pelitico-arenacee della Formazione di Ronco; depositi eluvio-colluviali;
- i volumi degli scavi : 240.393 mc non contenenti amianto e il volume dei riutilizzi : 147.666 mc;
- lo smarino complessivamente prodotto in sponda est Polcevera viene conferito nel sito di Campursone e da lì destinato nei diversi ambiti ai vari utilizzi previsti. Il materiale prodotto è idoneo per le tipologie di riutilizzo previste (opera a mare, sistemazione imbocchi, riempimento Campursone, arco rovescio, pavimentazioni bianche);
- in merito alla classificazione ambientale, le indagini effettuate su 16 sondaggi e 20 campioni hanno riscontrato concentrazioni generalmente sotto i limiti di colonna A, ad eccezione di alcuni campioni prelevati a quota scavo che presentano tenori di Cobalto (5 campioni fino a 28.7 mg/kg – limite colonna B 250mg/kg), Arsenico (un campione: 31 mg/kg – limite colonna B 50mg/Kg) Cromo totale (un campione 386mg/kg – limite colonna B 800mg/kg), Nichel (2 campioni fino a 331 mg/kg – limite colonna B 500 mg/kg), Selenio (tre campioni fino a 5,62 mg/kg – limite colonna B 15 mg/kg) e Stagno (14 campioni fino a 15,78 mg/kg – limite colonna B 350 mg/kg) superiori a tali limiti, ma decisamente inferiori ai limiti imposti per l'uso industriale (colonna B), che denotano comunque un fondo naturale tipico delle litologie di origine sedimentarie;
- le metodiche di scavo prevedono Scavo in sotterraneo con metodi tradizionali e Scavo all'aperto con mezzi meccanici;
- le pratiche industriali previste per il riutilizzo sono: Vagliatura; frantumazione; stabilizzazione a cemento; riduzione elementi/materiali antropici;

per l'ambito Torbella e Genova Est

- i principali siti di produzione terre sono: Galleria Granarolo (tutta);Galleria Forte Begato (tutta); Galleria Campursone; Galleria Monte Sperone; Galleria Torbella Est; Galleria Torbella Ovest; Galleria Forte Diamante – vedi ambito Bolzaneto; Galleria Bric du Vento – vedi ambito Bolzaneto; Area cantiere industriale CI.06 (Campursone); Area cantiere di imbocco CI.26 (gallerie Granarolo lato MI, Montesperone lato SV, Forte Diamante lato GE, Torbella Ovest, Bric du Vento lato LI); Area cantiere di imbocco CI.29 (gallerie Campursone lati Nord e Sud e Montesperone lato LI); Viabilità di servizio VS.09;
- i principali siti di riutilizzo terre sono: Sistemazione imbocchi gallerie Granarolo lato MI, Montesperone lato SV, Forte Diamante lato GE, Torbella Ovest, Bric du Vento lato LI; Sistemazione imbocchi gallerie Campursone lati Nord e Sud e Montesperone lato LI; Arco rovescio galleria Bric du Vento; Arco rovescio galleria Granarolo; Arco rovescio galleria Forte Diamante; Arco rovescio galleria Torbella Est; Arco rovescio galleria Torbella Ovest; Arco rovescio galleria Campursone; Arco rovescio galleria Forte Begato; Arco rovescio galleria Monte Sperone; Rimodellamento area Campursone;
- l'ambito ricade interamente all'interno del Comune di Genova, nella porzione territoriale oggetto della Variante 2009 al PUC, c. d. "Variantona", approvata con DCC n. 73/2010 e vigente in salvaguardia;

- le litologie dominanti sono: Sequenze pelitico-arenacee della Formazione di Ronco; argilliti policrome fortemente tettonizzate appartenenti alla Formazione di Montoggio; torbiditi carbonatiche e sequenze calcareo-marnose della Formazione di Antola; argilliti di Montanesi; depositi eluvio-colluviali;
- i volumi degli scavi : 2.366.056,79 mc non contenenti amianto e dei riutilizzi 966.055,03 mc;
- lo smarino complessivamente prodotto in sponda est Polcevera viene conferito nel sito di Campursone e da lì destinato nei diversi ambiti ai vari utilizzi previsti. Il materiale prodotto è idoneo per le tipologie di riutilizzo previste (opera a mare, sistemazione imbocchi, riempimento Campursone, arco rovescio, pavimentazioni bianche);
- in merito alla classificazione ambientale, le indagini effettuate su 9 sondaggi e 10 campioni hanno riscontrato concentrazioni generalmente sotto i limiti di colonna A, ad eccezione di un campione prelevato a quota scavo che presenta tenori di Cobalto (25.5 mg/kg – limite colonna B 250mg/kg) e Zinco (160mg/kg – limite colonna B 1500mg/kg) e due campioni superficiali che presentano tenori di Stagno (fino a 1,29mg/kg – limite colonna B 350mg/kg), superiori a tali limiti, ma decisamente inferiori ai limiti imposti per l'uso industriale (colonna B), che denotano comunque un fondo naturale tipico delle litologie di origine sedimentarie; Alcuni prelievi superficiali evidenziano concentrazioni di idrocarburi pesanti caratteristici dell'inquinamento da traffico stradale (concentrazioni superiori ai limiti di colonna A - da 57 mg/kg a 84 mg/kg - ma ampiamente al di sotto dei limiti di colonna B - 750 mg/kg).
- le metodiche di scavo prevedono Scavo in sotterraneo con metodi tradizionali e Scavo all'aperto con mezzi meccanici;
- le pratiche industriali previste per il riutilizzo sono: Vagliatura; frantumazione; stabilizzazione a cemento; riduzione elementi/materiali antropici;

per l'ambito Bolzaneto

- i principali siti di produzione terre sono: Galleria Baccan; Galleria Forte Diamante (tutta); Galleria Bric du Vento (tutta); Galleria San Rocco; Galleria Polcevera; Galleria Morego; Galleria Monterosso Ovest – vedi ambito Monterosso; Galleria Monterosso Est – vedi ambito Monterosso; Area cantiere industriale CI.13 (imbocco frese), al netto dell'area attualmente occupata da capannoni industriali e viabilità; Area cantiere industriale CI.15 (stoccaggio conci); Area cantiere di imbocco CI.27 (gallerie Forte Diamante lato MI, San Rocco lato MI, Polcevera lato MI); Area cantiere di imbocco CI.28 (gallerie Polcevera lato GE, Baccan lato SV, Bric du Vento lato SV); Area cantiere di imbocco CI.32 (galleria Morego lato A7 dir. GE e MI); Viabilità di servizio VS.07;
- i principali siti di riutilizzo terre sono: Sistemazione imbocchi gallerie Forte Diamante lato MI, San Rocco lato MI, Polcevera lato MI; Sistemazione imbocchi gallerie Polcevera lato GE, Baccan lato SV, Bric du Vento lato SV; Sistemazione imbocchi galleria Morego lato A7 dir. GE e MI; Sistemazione imbocchi gallerie Monterosso lato GE; Arco rovescio galleria Baccan; Arco rovescio galleria Bric du Vento; Arco rovescio galleria Forte Diamante; Arco rovescio galleria Morego; Arco rovescio galleria Polcevera;
- l'ambito ricade interamente all'interno del Comune di Genova, nella porzione territoriale oggetto della Variante 2009 al PUC, c. d. "Variantona", approvata con DCC n. 73/2010 e vigente in salvaguardia;
- le litologie dominanti sono: Sequenze pelitico-arenacee della Formazione di Ronco; Argilliti della Formazione di Montanesi; depositi alluvionali;
- i volumi degli scavi: 2.214.439,2mc non contenenti amianto e il volume dei riutilizzi: 544.935,44 mc;
- lo smarino complessivamente prodotto in sponda est Polcevera viene conferito nel sito di Campursone e da lì destinato nei diversi ambiti ai vari utilizzi previsti. Il materiale prodotto è idoneo per le tipologie di riutilizzo previste (opera a mare, sistemazione imbocchi, riempimento Campursone, arco rovescio, pavimentazioni bianche);
- in merito alla classificazione ambientale, le indagini effettuate su 13 sondaggi e 16 campioni hanno riscontrato concentrazioni generalmente sotto i limiti di colonna A, ad eccezione di alcuni campioni prelevati a quota scavo che presentano tenori di Arsenico (un campione 49mg/kg – limite colonna B 50mg/kg), Cobalto (3 campioni fino a 40,8 mg/kg – limite colonna B 250mg/kg), Cromo totale (un

campione 386mg/kg – limite colonna B 800mg/kg), Piombo (un campione 123mg/kg –limite colonna B 1000mg/kg), Stagno (7 campioni fino a 30,4 mg/kg – limite colonna B 350 mg/kg) e Zinco (un campione 230mg/kg – limite colonna B 1500mg/kg) superiori a tali limiti, ma inferiori ai limiti imposti per l'uso industriale (colonna B), che denotano comunque un fondo naturale tipico delle litologie di origine sedimentarie; Alcuni prelievi superficiali evidenziano concentrazioni di idrocarburi pesanti caratteristici dell'inquinamento da traffico stradale (concentrazioni superiori ai limiti di colonna A - da 59 mg/kg a 510 mg/kg - ma ampiamente al di sotto dei limiti di colonna B - 750 mg/kg);

- le metodiche di scavo prevedono Scavo in sotterraneo con metodi tradizionali e Scavo all'aperto con mezzi meccanici;
- le pratiche industriali previste per il riutilizzo sono: Vagliatura; frantumazione; stabilizzazione a cemento; riduzione elementi/materiali antropici;

per l'ambito Monterosso

- i principali siti di produzione terre sono: Galleria Monterosso Ovest (tutta); Galleria Monterosso Est (tutta);
- i principali siti di riutilizzo terre sono: Arco rovescio galleria Monterosso Ovest; Arco rovescio galleria Monterosso Est;
- l'ambito ricade interamente all'interno del Comune di Genova, nella porzione territoriale oggetto della Variante 2009 al PUC, c. d. "Variantona", approvata con DCC n. 73/2010 e vigente in salvaguardia;
- le litologie dominanti sono: Serpentiniti prevalenti con fasce cataclastiche o con relitti di peridotiti; calcescisti; serpentinoscisti; metabasiti e argilloscisti dell'Unità del Monte Figogna; dolomie del Monte Gazzo; gessi del Rio Riasso; scisti di Larvego; quarzoscisti; calcari della serie di Gallaneto-Lencisa; argilliti di Murta;
- i volumi degli scavi : 559.170 mc non contenenti amianto e 2.215.055 mc con possibile contenuto di amianto e il volume dei riutilizzi : 334.800 mc;
- lo smarino complessivamente prodotto in sponda ovest Polcevera viene conferito nel sito di Bolzaneto (cfr. Tabella 7-3) e da lì destinato nei diversi ambiti ai vari utilizzi previsti: opera a mare, riempimento dell'arco rovescio delle gallerie, discarica speciale;
- in merito alla classificazione ambientale, le indagini effettuate su 6 campioni prelevati da affioramenti hanno riscontrato concentrazioni generalmente sotto i limiti di colonna A, ad eccezione di due campioni che presentano valori di Cobalto (61,3 – 42,8 mg/kg – limite colonna B 250mg/kg) Cromo totale (356-328 mg/kg – limite colonna B 800mg/kg), CromoVI(-2,8mg/kg – limite colonna B 15mg/kg) superiori a tali limiti, ma decisamente inferiori ai limiti imposti per l'uso industriale (colonna B) **e valori di Nichel (fino a 1392mg/kg – limite colonna B 500mg/kg) e di Rame 1403mg/kg – limite colonna B 600mg/kg)**; tutti i campioni presentano concentrazioni di Stano (fino a 3,63mg/kg – limite colonna B 350mg/kg) comunque inferiori ai limiti imposti per l'uso industriale; le indagini effettuate su 8 sondaggi e 8 campioni a quota scavo, hanno riscontrato concentrazioni generalmente sotto i limiti di colonna A, ad eccezione di alcuni campioni che presentano tenori di Antimonio (4 campioni fino a 18mg/kg – limite colonna B 30mg/kg), Arsenico (un campione: 23 mg/kg – limite colonna B 50mg/Kg) Cobalto (4 campioni fino a 91 mg/kg – limite colonna B 250mg/kg), **Cromo totale (3 campioni fino a 1746mg/kg – limite colonna B 800mg/kg), Nichel (3 campioni fino a 1605 mg/kg – limite colonna B 500 mg/kg)**, Stagno (2 campioni fino a 2,7 mg/kg – limite colonna B 350 mg/kg), Tallio (un campione 1,5 mg/kg – limite colonna B 10 mg/kg) e Zinco (un campione 439 mg/kg – limite colonna B 1500 mg/kg); **i superamenti dei limiti definiti dalla normativa sono tipici del proprio fondo naturale e correlabili alle caratteristiche proprie delle rocce ultrafemiche variamente serpentinizzate;**
- per il parametro amianto si rimanda a quanto descritto ai paragrafi precedenti;
- le metodiche di scavo prevedono: Scavo in sotterraneo con fresa meccanizzata di tipo EPB o HydroShield; Scavo all'aperto con mezzi meccanici;
- le pratiche industriali previste per il riutilizzo sono: stabilizzazione a cemento; riduzione elementi/materiali antropici;

per l'ambito Varenna

- i principali siti di produzione terre sono: Galleria Monterosso Ovest – vedi ambito Monterosso; Galleria Monterosso Est – vedi ambito Monterosso; Galleria Amandola Ovest – vedi ambito Amandola; Galleria Amandola Est – vedi ambito Amandola; Viadotto Varenna Est; Viadotto Varenna Ovest; Area cantiere di imbocco CI.25 (gallerie Monterosso lato SV e Amandola lato GE);
- i principali siti di riutilizzo terre sono: Sistemazione imbocchi gallerie Monterosso lato SV; Sistemazione imbocchi gallerie Amandola lato GE;
- l'ambito ricade interamente all'interno del Comune di Genova, nella porzione territoriale oggetto della Variante 2009 al PUC, c. d. "Variantona", approvata con DCC n. 73/2010 e vigente in salvaguardia;
- le litologie dominanti sono: metabasiti; serpentiniti; calcescisti;
- i volumi degli scavi sono trascurabili e il volume dei riutilizzi 310.170,87 mc;
- lo smarino complessivamente prodotto in sponda ovest Polcevera viene conferito nel sito di Bolzaneto e da lì destinato nei diversi ambiti ai vari utilizzi previsti: opera a mare, riempimento dell'arco rovescio delle gallerie, discarica speciale;
- in merito alla classificazione ambientale, le indagini effettuate su 1 campione prelevato da affioramenti hanno riscontrato concentrazioni sotto i limiti di colonna A, ad eccezione del valore di Stano (6,23mg/kg – limite colonna B 350mg/kg) comunque inferiore ai limiti imposti per l'uso industriale; le indagini effettuate su 2 sondaggi e 5 campioni in profondità, hanno riscontrato concentrazioni generalmente sotto i limiti di colonna A, ad eccezione di alcuni campioni che presentano tenori di Antimonio (1 campione 14mg/kg – limite colonna B 30mg/kg), Cobalto (3 campioni fino a 58 mg/kg – limite colonna B 250mg/kg), Cromo totale (4 campioni fino a 547mg/kg – limite colonna B 800mg/kg), Cromo VI (un campione 2,8mg/kg – limite colonna B 15mg/kg), **Nichel** (2 campioni 123-446 mg/kg **e 2 campioni fino a 1492 mg/kg – limite colonna B 500 mg/kg**), **Rame (un campione 900mg/kg – limite colonna B 600mg/kg)**, Stagno (4 campioni fino a 6,23 mg/kg – limite colonna B 350 mg/kg); **i superamenti dei limiti definiti dalla normativa sono tipici del proprio fondo naturale e correlabili alle caratteristiche proprie delle rocce ultrafemiche variamente serpentinizzate;**
- per il parametro amianto si rimanda a quanto descritto ai paragrafi precedenti;
- le metodiche di scavo prevedono: Scavo all'aperto con mezzi meccanici;

per l'ambito Amandola

- i principali siti di produzione terre sono: Galleria Amandola Ovest (tutta); Galleria Amandola Est (tutta);
- i principali siti di riutilizzo terre sono: Arco rovescio galleria Amandola Ovest; Arco rovescio galleria Amandola Est;
- l'ambito ricade interamente all'interno del Comune di Genova, nella porzione territoriale oggetto della Variante 2009 al PUC, c. d. "Variantona", approvata con DCC n. 73/2010 e vigente in salvaguardia;
- le litologie dominanti sono: Alternanze ripetitive di calcescisti, metabasiti e serpentiniti; meta gabbri; serpentiniti brecciate e ricementate della Zona cataclastica della Val Branega; peridotiti più o meno serpentinizzate; serpentiniti foliate e serpentinoscisti;
- i volumi degli scavi sono 2.682.728 mc con possibile contenuto di amianto e il volume dei riutilizzi 324.000 mc;
- lo smarino complessivamente prodotto in sponda ovest Polcevera viene conferito nel sito di Bolzaneto e da lì destinato nei diversi ambiti ai vari utilizzi previsti: opera a mare, riempimento dell'arco rovescio delle gallerie, discarica speciale;
- in merito alla classificazione ambientale, le indagini effettuate su 3 campioni prelevati da affioramenti hanno riscontrato concentrazioni sotto i limiti di colonna A, ad eccezione del valore di Arsenico (un campione 32,6mg/kg – limite colonna B 50mg/kg), Cobalto (fino a 58,7mg/kg – limite colonna B 250mg/kg), Cromo totale (fino a 463mg/kg – limite colonna B 800mg/kg), Stano (12,13mg/kg – limite colonna B 350mg/kg) comunque inferiore ai limiti imposti per l'uso industriale e valori di **Nichel (fino a 2786mg/kg – limite colonna B 500mg/kg)**; le indagini effettuate su un

sondaggio con un campione in profondità, hanno riscontrato concentrazioni generalmente sotto i limiti di colonna A, ad eccezione di Cobalto (29,3mg/kg – limite colonna B 250mg/kg) e Cromo totale (408mg/kg – limite colonna B 800mg/kg), comunque inferiore ai limiti imposti per l'uso industriale e valori di **Nichel (619mg/kg – limite colonna B 500mg/kg); i superamenti dei limiti definiti dalla normativa sono tipici del proprio fondo naturale e correlabili alle caratteristiche proprie delle rocce ultrafemiche variamente serpentinizzate;**

- per il parametro amianto si rimanda a quanto descritto ai paragrafi precedenti;
- le metodiche di scavo prevedono: Scavo in sotterraneo con fresa meccanizzata di tipo EPB o HydroShield e Scavo all'aperto con mezzi meccanici.;
- le pratiche industriali previste per il riutilizzo sono: stabilizzazione a cemento; riduzione elementi/materiali antropici;

per l'ambito Vesima e Voltri

- i principali siti di produzione terre sono: Galleria Amandola Ovest – vedi ambito Amandola; Galleria Amandola Est – vedi ambito Amandola; Galleria Delle Grazie;Galleria Ciocia; Galleria Voltri Est; Galleria Voltri Ovest; Galleria Bric del Carmo; Galleria Borgonuovo Est; Galleria Borgonuovo Ovest; Area cantiere di imbocco CI.17 (galleria Borgonuovo lato SV); Area cantiere di imbocco CI.18 (galleria Borgonuovo lato GE); Area cantiere di imbocco CI.19 (galleria Bric del Carmo lato Sud); Area cantiere di imbocco CI.20 (galleria Voltri lato SV); Area cantiere di imbocco CI.21 (galleria Voltri lato GE); Area cantiere di imbocco CI.22 (galleria Ciocia lato AL); Area cantiere di imbocco CI.23 (galleria Delle Grazie lato Sud); Area cantiere di imbocco CI.24 (galleria Amandola lato SV); Viabilità di servizio VS.03; Viabilità di servizio VS.05; Viabilità di servizio VS.06; Viabilità di servizio VS.11;
- i principali siti di riutilizzo terre sono: Sistemazione imbocchi galleria Bric del Carmo; Sistemazione imbocchi galleria Ciocia; Sistemazione imbocchi galleria Delle Grazie; Sistemazione imbocchi gallerie Voltri; Sistemazione imbocchi gallerie Borgonuovo; Sistemazione imbocchi gallerie Amandola lato SV; Arco rovescio galleria Ciocia; Arco rovescio gallerie Voltri; Arco rovescio gallerie Borgonuovo;
- l'ambito ricade interamente all'interno del Comune di Genova, nella porzione territoriale oggetto della Variante 2009 al PUC, c. d. "Variantona", approvata con DCC n. 73/2010 e vigente in salvaguardia;
- le litologie dominanti sono: Calcescisti; serpentiniti, cataclasiti; calcescisti con possibili intercalazioni di metabasiti e/o metagabbri; metabasiti foliate; scisti carbonatici; calcescisti filladici;
- i volumi degli scavi sono 1.773.321,9mc con possibile contenuto di amianto e il volume dei riutilizzi 607.474,62 mc;
- lo smarino complessivamente prodotto in sponda ovest Polcevera viene conferito nel sito di Bolzaneto e da lì destinato nei diversi ambiti ai vari utilizzi previsti: opera a mare, riempimento dell'arco rovescio delle gallerie, discarica speciale;
- in merito alla classificazione ambientale, le indagini effettuate su 1 campione prelevato da affioramenti hanno riscontrato concentrazioni sotto i limiti di colonna A, ad eccezione del valore di stagno (5,42mg/kg – limite colonna B 350mg/kg), comunque inferiore ai limiti imposti per l'uso industriale; le indagini effettuate su 6 sondaggi e 6 campioni in profondità, hanno riscontrato concentrazioni generalmente sotto i limiti di colonna A, ad eccezione di Antimonio (un campione (28mg/kg – limite colonna B 30mg/kg), Arsenico (un campione 47mg/kg – limite colonna B 50mg/kg), Cobalto (un campione 60,6mg/kg – limite colonna B 250mg/kg) e Stagno (un campione 2,3mg/kg – limite colonna B 350mg/kg), comunque inferiori ai limiti imposti per l'uso industriale e valori di **Cromo totale (un campione 1357mg/kg – limite colonna B 800mg/kg) e Nichel (1084mg/kg – limite colonna B 500mg/kg); i superamenti dei limiti definiti dalla normativa sono tipici del proprio fondo naturale e correlabili alle caratteristiche proprie delle rocce ultrafemiche variamente serpentinizzate;**
- per il parametro amianto si rimanda a quanto descritto ai paragrafi precedenti;
- le metodiche di scavo prevedono: Scavo in sotterraneo con fresa meccanizzata di tipo EPB o HydroShield (gallerie Borgonuovo) o con metodi tradizionali (gallerie Delle Grazie, Ciocia, Voltri Est, Voltri Ovest, Bric del Carmo) e Scavo all'aperto con mezzi meccanici.;

- le pratiche industriali previste per il riutilizzo sono: Vagliatura; frantumazione; stabilizzazione a cemento; riduzione elementi/materiali antropici;

per l'ambito dell'opera a mare

- nell'opera a mare non sono previsti siti di produzione terre; i principali siti di riutilizzo terre sono l'opera a mare; in relazione al contenuto minero-chimico naturale potenzialmente superiore ai limiti di legge, la gestione dei materiali depositati è stata supportata da un'Analisi di Rischio sanitario ambientale finalizzata alla verifica dell'ammissibilità del riutilizzo del materiale;
- il nucleo è realizzato utilizzando gli scavi potenzialmente amiantiferi provenienti dalle gallerie della destra Polcevera, relativamente ai volumi che presenteranno un tenore di fibre amiantifere inferiore ai limiti indicati nell'Allegato 5, Titolo V, Parte IV, Tabella 1, Colonna B del D.Lgs 152/2006 (Siti ad uso commerciale e industriale). Tali materiali potranno presentare contenuti importanti di metalli pesanti, caratteristici del fondo naturale;
- lo strato protettivo superiore (detto "capping") verrà realizzato utilizzando i materiali non amiantiferi provenienti dalle gallerie della sinistra Polcevera;
- l'ambito ricade interamente all'interno del Comune di Genova, nella porzione territoriale oggetto della Variante 2009 al PUC, c. d. "Variantona", approvata con DCC n. 73/2010 e vigente in salvaguardia; l'area rientra nel canale di calma dell'area portuale;
- le litologie dominanti del substrato sono: Limi; sabbie fini; trovanti e ghiaie; argille nerastre, incoerenti;
- non si prevedono volumi di scavi, il volume dei riutilizzi sono 8.659.440,45 mc;
- in merito alla classificazione ambientale, le concentrazioni sono generalmente nella norma. Alcuni parametri (soprattutto Nichel) presentano concentrazioni superiori rispetto ai limiti definiti dalla tabella A, ma comunque inferiori alla tabella B e tipici del fondo naturale; i superamenti su 28 campioni sono Cobalto (20,61mg/kg – limite colonna B 250mg/kg) Cromo totale (su 3 campioni fino a 210,07mg/kg – limite colonna B 800mg/kg) Nichel (su 19 campioni fino a 338,94mg/kg – limite colonna B 500mg/kg) Piombo (su 3 campioni fino a 141,58mg/kg – limite colonna B 1000mg/kg) Vanadio (su 2 campioni fino a 133,1mg/kg – limite della colonna B 250mg/kg); i valori in metalli pesanti indicano un arricchimento naturale dei sedimenti dovuto alle caratteristiche litologiche dei bacini imbriferi dei corsi d'acqua che sfociano nell'area di studio; alcuni campioni superficiali rilevano contaminazioni di origine antropica da metalli e idrocarburi dovute all'attività siderurgica presente nella zona e alle attività portuali;

CONSIDERATO che la suddivisione in ambiti non è da intendersi nel senso che ciascun ambito sia di per sé autonomo dal punto di vista della gestione dei materiali da scavo ma è semplicemente funzionale ad una trattazione più dettagliata delle specifiche caratteristiche tratto per tratto, produzione e fabbisogno di terre compresi, all'interno comunque di una visione organica dell'intero intervento e del bilancio complessivo dei materiali da scavo, che è il seguente:

CONSIDERATO che per quanto riguarda i **volumi di scavo**:

Ambito	**Scavi [mc]**		**Riutilizzi [mc]**			
	Materiale non contenente amianto	Materiale con possibile contenuto di amianto	Imbocchi/ opera a mare/ riempimenti	Arco rovescio	Cls non strutturali	Pavim. Bianche
Genova Ovest	240.393	0	44.906	11.760	65.685,00	25.315,09
Torbella e Genova Est	2.366.057	0	432.617	335.705,6	139.338,64	58.393,79
Bolzaneto	2.214.439	0	197.624	120.732	64.348,86	162.230,58
Monterosso	559.170	2.215.055	0	334.800	0	0
Varenna	0	0	297.011	0	11.671,08	1.488,79
Amandola	0	2.682.728	0	324.000	0	0
Vesima e	0	1.773.321,9	345.385	141.764	95.503,87	24.821,75

Ambito	Scavi [mc]		Riutilizzi [mc]			
	Materiale non contenente amianto	Materiale con possibile contenuto di amianto	Imbocchi/ opera a mare/ riempimenti	Arco rovescio	Cls non strutturali	Pavim. Bianche
Voltri						
Opera a mare	0	0	8.639.812,9	0	19.627,55	0
Totale	**5.380.059**	**6.671.104,9**	**9.957.355,9**	**1.268.761,6**	**396.175**	**272.250**
TOTALE	**12.051.163,9**		**11.894.542,5**			

VALUTATO che:

- la produzione complessiva dei volumi di scavo è di 12.051.163,9 mc (volume rigonfiato), di cui 5.380.059 mc di materiale non contenente amianto e 6.671.104,9 mc di materiale con possibile contenuto di amianto;
- la differenza tra scavi (12.051.163,9 mc) e riutilizzi (11.894.542,5 mc) è data dalla previsione di materiale con elevato contenuto di amianto e caratteristiche geotecniche scadenti (circa 156.622 mc), destinato a discarica speciale;

CONSIDERATO che in relazione alla **distribuzione del materiale riutilizzato**:

- le tipologie di riutilizzo previste per i materiali scavati in ciascun ambito, in funzione delle caratteristiche tecniche dei materiali stessi sono sintetizzati nella seguente tabella (non vengono considerati i due ambiti a cui non sono attribuiti volumi di scavo Varenna e Opera a mare):

Ambito	Tipologie di riutilizzo					
	Imbocchi	Opera a mare	Riempimento Campursone	Arco rovescio	Cls non strutturali	Pavim. Bianche
Genova Ovest	X	X	X	X		X
Torbella e Genova Est	X	X	X	X	X	X
Bolzaneto	X	X	X	X		X
Monterosso		X		X		
Amandola		X		X		
Vesima e Voltri		X		X		

CONSIDERATO che:

- gli scavi in sponda destra del Polcevera (Ambiti Bolzaneto - parte, Monterosso, Amandola, Voltri e Vesima) interessano terreni potenzialmente amiantiferi. Lo smarino prodotto viene trasferito a Bolzaneto (cantiere CI.13), dove viene caratterizzato (cantiere CI.14) e destinato ai vari utilizzi previsti dalla normativa a seconda del tenore amiantifero delle rocce: a) opera a mare, b) riempimento dell'arco rovescio delle gallerie, oppure c) discarica speciale;
- gli scavi in sponda sinistra del Polcevera (Ambiti Bolzaneto - parte, Torbella, Genova Est e Genova Ovest) interessano terreni non amiantiferi. Lo smarino prodotto viene trasferito nel sito di Campursone (cantiere CI.06) e destinato ai vari utilizzi previsti: a) opera a mare, b) riempimento dell'arco rovescio delle gallerie, oppure c) ripristino degli imbocchi;
- i sottoprodotti pertanto sono generati nei sopra citati siti di cantiere Bolzaneto e Campursone (rispettivamente per gli scavi in sponda destra e sinistra del Polcevera) e da tali siti vengono gestiti e destinati ai diversi ambiti;

Ambito	Scavi [mc]	
	Materiale non contenente amianto	Materiale con possibile contenuto di amianto
Bolzaneto	559.170	6.671.104,90
Campursone	4.820.889	0

Ambito	Scavi [mc]	
	Materiale non contenente amianto	Materiale con possibile contenuto di amianto
Totale	**5.380.059**	**6.671.104,9**
TOTALE	**12.051.163,9**	

VALUTATO che per quanto concerne i **siti di produzione** sono identificati i volumi totali per ciascun cito e la loro caratterizzazione in termini di possibilità di riutilizzo;

VALUTATO che per quanto concerne i **siti di utilizzo** essi hanno una ubicazione definita ed i volumi sono indicati per ciascun sito ed è indicata la provenienza dei materiali dai siti di produzione;

VALUTATO che le metodologie di scavo previste, che consistono nell'utilizzo di frese meccanizzate, di escavatori meccanici con benna o martellone, automezzi da carico (articolati, dumper, camion), trivelle di perforazione e autobetoniera e pompa spritz, non alterano le caratteristiche dei materiali e che comunque il Proponente ha ritenuto di voler garantire la qualità dei materiali attraverso una ulteriore caratterizzazione dei materiali provenienti dagli scavi in sotterraneo delle gallerie all'atto dello smarino;

CONSIDERATO che l'inquadramento geologico ha rilevato una complessità strutturale dell'area, che tradizionalmente giustappone il dominio orogenico alpino a quello appenninico; in tale contesto, procedendo da ovest verso est, sono riconoscibili tre settori con caratteristiche geologiche e strutturali peculiari: il Gruppo di Voltri; la Zona Sestri Voltaggio; il Dominio dei Flysch Appenninici, costituito da differenti unità tettoniche e tettonometamorfiche impilate con vergenza europea; sono inoltre presenti depositi tardo e post orogenici attribuibili al Bacino Terziario Ligure - Piemontese e depositi marini e continentali di differenti età che hanno in parte coperto le unità del substrato e colmato le paleo valli; il Gruppo di Voltri e la Zona Sestri - Voltaggio sono separati da un lineamento strutturale diretto N-S, noto in bibliografia come "Linea Sestri Voltaggio", alla quale viene fatto corrispondere il limite fisico tra Alpi ed Appennini;

CONSIDERATO che la caratterizzazione geomorfologica dell'area è stata affrontata mediante fotointerpretazione in stereoscopia, verifiche in sito, le carte fornite dalle Amministrazioni (Comune e Provincia di Genova) e con le risultanze delle indagini geognostiche; le morfologie – sia legate alla gravità sia all'azione delle acque superficiali - risultino fortemente influenzate dall'orientazione degli elementi tettonici principali (direttrici ad andamento N-S, NW-SE e NE-SW); questi lineamenti, determinando la fratturazione ed il decadimento delle caratteristiche dell'ammasso roccioso, favoriscono lo sviluppo di coltri di detrito favorevoli all'instaurarsi di successivi fenomeni di dissesto ed influenzano l'andamento dei corsi d'acqua; le forme ed i processi geomorfologici riconosciuti sono riferiti alle seguenti categorie: Forme e depositi dovuti all'azione della gravità e processi di pendio; Forme e depositi dovuti allo scorrimento delle acque; Forme e depositi antropici; sono state effettuate analisi particolari per definire le caratteristiche geomorfologichee in corrispondenza degli imbocchi delle gallerie che ricadono in aree ad elevata suscettività al dissesto;

CONSIDERATO che, in merito all'inquadramento idrogeologico sono stati individuati i settori di sub affioramento del substrato litologico dalle coperture (alluvionali o detritiche) potenti, queste ultime caratterizzate da differente permeabilità primaria per porosità, e sono state distinte le seguenti unità:

- A - Unità sostanzialmente "omogenee", in cui la conducibilità idraulica dipende unicamente dal grado di fratturazione e dalla presenza e tipologia di materiali di intasamento, da frizione o alterazione delle pareti dei giunti. Fanno parte di questa categoria prevalentemente le unità metamorfiche costituite da metabasiti e ultramafiti, geneticamente connesse all'ambiente oceanico di mare profondo (Metagabbri, Serpentiniti, Lherzoliti).
- B - Unità caratterizzate da una sostanziale variabilità litologica al proprio interno, in cui sono posti a contatto materiali a differente comportamento reologico e differente grado di fratturazione e conducibilità idraulica, con conseguente presenza di limiti di permeabilità nell'ambito della medesima unità. Fanno parte di questa tipologia i complessi metasedimentari, prevalentemente in affioramento nel settore in destra del torrente Polcevera, e i litotipi flyschoidi in sinistra del Polcevera stesso;
- C - Unità con permeabilità mista per fratturazione e carsismo, condizione in cui ricadono unità costituite da litotipi carbonatici in cui è possibile sia lo sviluppo di grandi vuoti in ambiente carsico (Calcari di Erzelli, Dolomia di Monte Gazzo, Calcari della Serie di Gallareto-Lencisa), sia litotipi

flyshoidi (Calcari del Monte Antola), caratterizzati da sviluppo dei fenomeni carsici più limitato e localizzato, ed in cui la permeabilità per fratturazione può comunque risultare sostanzialmente incrementata da fenomeni chimico dissolutivi;

CONSIDERATO che, come specificatamente richiesto dal Regolamento in allegato 5, sono individuate le operazioni di **normale pratica industriale** previste all'interno dei cantieri per migliorare le caratteristiche tecniche e prestazionali dei materiali scavati e che tali operazioni sono:

- la vagliatura, tramite macchinari idonei che consentono la separazione delle diverse granulometrie;
- la frantumazione, che consente di produrre una geometria del materiale a spigoli vivi avente una granulometria che rientri nel fuso granulometrico da utilizzare per la realizzazione delle opere a progetto in terra;
- la stabilizzazione a cemento, che consiste nella miscelazione intima della terra con cemento e con acqua in quantità tali da modificare attraverso reazioni chimico-fisiche le sue caratteristiche di lavorabilità e di resistenza meccanica in opera;
- la riduzione di elementi e materiali antropici, come vetroresina (elementi tubolari in vetroresina sono utilizzati nelle fasi di consolidamento del fronte di scavo), miscele ed additivi (utilizzati nei lavori di perforazione di pozzi o scavi di paratie);

CONSIDERATO che le analisi condotte e i test di cessione effettuati hanno evidenziato che non incideranno sulla qualità del materiale:

- la presenza di tensioattivi, presenti nelle schiume utilizzate dalla fresa nello scavo sotterraneo per facilitarne il movimento e quindi l'allontanamento con movimento fluido dal fronte. I tensioattivi si biodegradano rapidamente e, come risulta dalle prove effettuate, non lasciano traccia; l'incidenza sulla consistenza finale del materiale è nulla. Peraltro, l'uso dei tensioattivi garantisce che le fibre di amianto presenti nel materiale non si liberino in aria durante lo scavo ed il trasporto; si tratta dunque di un importante presidio di sicurezza per i lavoratori e per l'ambiente esterno, che rafforza l'azione dell'umidificazione forzata, garantendo di mantenere basso il livello delle fibre aerodisperse nei limiti di legge e per il compimento dell'opera in sicurezza;
- l'utilizzo di cemento diluito in acqua per cospargere la superficie del materiale scavato al fine di abbattere il rilascio di fibre di amianto. Quando l'efficacia del tensioattivo per la sua veloce biodegradabilità termina, complice anche l'asciugatura naturale del materiale, la presenza della polvere di cemento o di calce garantisce la persistenza dell'effetto di incollamento delle fibre, per evitare il loro rilascio anche nella fase della ricollocazione del materiale. Oltre ad avere un significato anche in termini di correttezza di posa in opera, si tratta di un ulteriore presidio di sicurezza per i lavoratori e per l'ambiente circostante (espressamente previsto nell'Allegato 3 del Regolamento), che non altera la qualità del materiale;
- i trovanti di natura antropica. Sono i residui di vetroresina derivanti dalla polverizzazione delle barre che nello scavo in tradizionale vengono utilizzate per sorreggere il fronte di scavo. È un materiale del tutto inerte, espressamente previsto nell'Allegato 3 del Regolamento, che non modifica la composizione del terreno né lo contamina;
- i residui di particelle di bentonite. La bentonite è un materiale naturale, che non altera la composizione chimico fisica del terreno caratterizzato.

VALUTATO che le lavorazioni effettuate sui materiali di scavo per ottimizzarne l'utilizzo costituiscono ai sensi dell'Allegato 3 del Regolamento un trattamento di normale pratica industriale in quanto non incidono sulla classificazione come sottoprodotto dei materiali da scavo, non ne modificano le caratteristiche chimico-fisiche bensì consentono di rendere maggiormente produttivo e tecnicamente efficace l'utilizzo di tali materiali;

CONSIDERATO E VALUTATO altresì che per la stabilizzazione a cemento il Regolamento prevede che le modalità di utilizzo dei terreni di scavo così trattati siano preventivamente concordate con l'ARPA o l'APPA competente in fase di redazione del Piano di utilizzo; tali modalità non risultano ancora concordate

con l'ARPA Liguria, in quanto la caratterizzazione ambientale dei materiali di scavo è stata rinviata in corso d'opera ai sensi dell'allegato 8 del Regolamento;

CONSIDERATO che il Piano prevede la **caratterizzazione ambientale in corso d'opera**, ai sensi dell'allegato 8 del Regolamento e pertanto nel Piano di utilizzo vengono indicati i criteri generali di esecuzione;

CONSIDERATO che il Proponente, in relazione alla caratterizzazione ambientale in corso d'opera, fornisce i criteri generali ai quali si dovrà attenere l'esecutore ed in particolare:

- l'Impresa esecutrice ha l'obbligo di effettuare per le opere all'aperto la caratterizzazione dei materiali da scavo relativi ai punti risultati inaccessibili in fase progettuale (zone di imbocco, viabilità, ecc.) e nelle zone potenzialmente amiantifere;
- l'Impresa esecutrice ha l'obbligo di effettuare la caratterizzazione dei materiali da scavo che avranno origine dallo scavo in sotterraneo; la caratterizzazione può avvenire:
  - su cumuli, all'interno delle previste aree di cantierizzazione;
  - in appositi silos, all'interno delle previste aree di cantierizzazione;
  - preventiva o in avanzamento, nell'indisponibilità di apposite aree di caratterizzazione;
- la società proponente precisa che per caratterizzazione si intende la caratterizzazione ambientale di cui agli allegati 1, 2 e 4 del Regolamento, svolta per attestare la sussistenza dei requisiti di compatibilità ambientale.

CONSIDERATO che l'attività di caratterizzazione ambientale in corso d'opera è relativa ad aree che non è stato possibile indagare in fase propedeutica (principalmente a causa del divieto di accesso da parte della proprietà privata o per le particolari condizioni morfologiche del sito) o a materiali la cui caratterizzazione effettuata in fase propedeutica (contenuto elevato in amianto e/o metalli pesanti) si ritiene necessiti di un maggiore approfondimento, esplicabile solo in fase realizzativa (scavo della galleria), al fine di determinarne la destinazione finale;

CONSIDERATO che nell'ambito delle aree di cantiere sono individuati i **siti di deposito del materiale in attesa di utilizzo**, e per **la caratterizzazione ambientale in corso d'opera** che sono localizzati all'interno delle aree di cantiere industriale CI.04 (a Cornigliano), CI.06 (a Genova Est), CI.12 e CI.14 (a Bolzaneto), e che il Proponente ha dichiarato che il deposito del materiale escavato avrà una durata compatibile con i tempi di validità del Piano di Utilizzo;

CONSIDERATO che i siti di deposito hanno superficie e volumetria sufficiente a garantire il tempo di permanenza necessario per l'effettuazione del campionamento ed analisi delle rocce e terre ivi depositate, nonché per una agevole movimentazione dei mezzi e si prevedono compartimentati in modo da poter identificare, con opportuna segnalazione, i diversi cumuli di materiale (o silos), per evitare la commistione tra le rocce e terre di scavo già analizzate e quelle in corso di indagine; si prevede la realizzazione di tali siti con:

- sistema di regimazione e convogliamento delle acque superficiali;
- impianto di raccolta e gestione delle acque di dilavamento;
- impermeabilizzazione della superficie a tutela del terreno sottostante;
- adozione di misure idonee a ridurre al minimo i disturbi ed i rischi causati da produzione di polvere e di materiali trasportati dal vento;
- eventuale verifica dell'impatto acustico;

VALUTATO che le modalità di caratterizzazione, di campionamento e di analisi in fase di corso d'opera sono riferite a quanto riportato negli allegati 2, 4 e 8 parte A del Regolamento;

VALUTATO che in merito alla caratterizzazione di verifica in corso d'opera o finale il Piano fa salva la possibilità da parte dell'Autorità di controllo di eseguire controlli ed ispezioni in contraddittorio direttamente sull'area di destinazione, sia a completamento che durante la posa in opera del materiale, utilizzando gli stessi criteri adottati per il controllo in corso d'opera, precisando che nel caso dell'opera a mare non potrà essere eseguito il controllo finale a causa delle particolari procedure realizzative che al fine di evitare qualunque possibile rilascio di fibre di amianto verso l'ambiente circostante (sia in atmosfera che nelle acque

marine) prevedono alla stesa finale di uno stratto di materiale non contenente amianto da quota -1,0 m s.m.m. sino alla quota di +0,3 m s.m.m, quindi alla posa del sandwich formato da geotessile, geogriglia di captazione dell'acqua, membrana di impermeabilizzazione, e quindi alla posa di un secondo strato di materiale da scavo proveniente dalle formazioni non amiantifere, che conterrà anche il sistema dei drenaggi superficiali;

VALUTATO che nel caso dell'opera a mare deve comunque essere eseguito il controllo in corso d'opera prima della stesa dello strato di copertura (capping);

CONSIDERATO che in merito alla gestione e **trasporto in fase di cantiere**:

- l'organizzazione degli scavi varia in funzione delle caratteristiche dei materiali attraversati ed in particolare della presenza di terreni potenzialmente amiantiferi in sponda destra del torrente Polcevera; sono stati studiati in dettaglio i percorsi dei mezzi d'opera impiegati nei trasporti dei materiali da scavo;
- per quanto concerne gli scavi su terreni potenzialmente amiantiferi, lo smarino delle gallerie realizzate con scavo meccanizzato (Monterosso, Amandola e Borgonuovo) viene trasferito via nastro sino all'imbocco della galleria Monterosso lato Genova, nel cantiere CI.13 di Bolzaneto, dove viene caratterizzato (cantiere CI.14) e destinato ai vari utilizzi previsti dalla normativa a seconda del tenore amiantifero delle rocce: a) opera a mare, b) riempimento dell'arco rovescio delle gallerie oppure c) discarica speciale; parimenti viene trasferito via nastro ai cantieri di Bolzaneto lo smarino delle gallerie Delle Grazie e Bric del Carmo che a tal fine vengono scavate solo dopo che le TBM avranno attraversato le vallate del Cerusa e Leiro;
- vengono trasferiti su camion via autostrada gli scavi potenzialmente amiantiferi delle gallerie Ciocia e Voltri (al netto delle quantità reimmesse negli archi rovesci delle gallerie) nonché lungo viabilità locali e viabilità di servizio degli imbocchi Amandola lato SV, in Val Leira, Borgonuovo lato GE, in Val Cerusa, Borgonuovo, lato SV, a Vesima, Amandola lato GE e Monterosso lato SV, in Val Varenna;
- anche il trasporto degli scavi da terreni non amiantiferi privilegia il trasporto sul tracciato autostradale ovvero utilizzando le gallerie di emergenza per ridurre le perturbazioni del traffico autostradale, limitando al minimo le interferenze con la viabilità locale;
- il Piano espone in cartografia i percorsi attraverso i quali avviene la movimentazione dei materiali da scavo dal luogo di produzione al sito di caratterizzazione/cantiere, e da quest'ultimo al sito di destinazione finale; il Piano del traffico di cantiere, sviluppato nell'ambito del progetto definitivo tiene conto anche dei cantieri dove viene prodotto calcestruzzo, delle aree di deposito del materiale da scavo e degli svincoli o dei varchi autostradali da cui entrano le forniture necessarie per la costruzione delle opere;
- all'esito della caratterizzazione, le modalità di trasporto per la destinazione di riutilizzo o smaltimento cambiano in funzione della tipologia di materiale da trasportare: nel caso di materiali con contenuto di amianto si utilizzerà prevalentemente un trasporto meccanico (slurrydotto) e una residuale movimentazone con automezzi protetti per evitare la dispersione di fibre; nel caso di materiale non contenente amianto si ricorrerà al tradizionale trasporto su gomma; Per il materiale che deve ritornare in opera sul sito di produzione, il tragitto dal luogo di caratterizzazione alla galleria è breve ed eseguito con automezzi (nel caso di materiale contenente amianto i mezzi sono protetti per evitare la dispersione di fibre);
- il sistema dello slurrydotto – utilizzato da decenni nell'industria mineraria per il trasferimento a basso costo dei minerali – è costituito da una condotta metallica all'interno della quale il materiale viene pompato dopo essere stato miscelato con acqua marina. Nel caso del Nodo di Genova, per fluidificare il materiale sarà utilizzata acqua marina, pompata fino al cantiere di imbocco delle frese (a Bolzaneto) dove verrà allestito l'impianto per diluire lo smarino fino a trasformarlo in una soluzione pompabile (lo slurry);

- le tubazioni di mandata saranno posizionate lungo il torrente Polcevera (sostenute da appositi monopali metallici) e garantiranno il trasporto dello smarino – anche amiantifero – senza richiedere circolazione di mezzi d'opera;

VALUTATO che:

- tutti i percorsi (da luogo di produzione a sito di caratterizzazione/cantiere e poi a sito di destinazione finale) sono stati fissati e definiti dal Piano di utilizzo e tutti gli automezzi utilizzati si prevedono coperti (in particolare nel caso di materiali amiantiferi) per evitare interferenze tra il materiale trasportato e gli agenti atmosferici o eventuali altri materiali con cui potrebbero venire in contatto;
- i materiali con contenuto di amianto superiori a 1g/kg e caratteristiche geotecniche scadenti saranno avviati a discarica speciale, dopo opportuna inertizzazione ed insacchettamento (attività effettuate all'interno del cantiere CI.04 a Bolzaneto);
- il trasporto via slurrydotto utilizzato per il trasporto del materiale potenzialmente amiantifero dall'imbocco delle TBM a Bolzaneto fino all'opera a mare – che pur rientrando nei limiti indicati nell'Allegato 5, Titolo V, Parte IV, Tabella 1, Colonna B del D.Lgs 152/2006, contiene fibre che non possono venire aerodisperse – è esplicitamente richiamato dal Regolamento (Allegato 5) tra le modalità di trasporto previste e rappresenta una garanzia per l'ambiente circostante, in quanto l'acqua aggiunta impedisce alle fibre di amianto di liberarsi;

CONSIDERATO che per quanto riguarda la **tracciabilità dei materiali di scavo** il Piano di Utilizzo prevede che:

- in tutte le fasi di movimentazione delle terre verrà definita una procedura affinché ciascun volume di terre sarà identificato nelle fasi di produzione, trasporto, deposito e utilizzo;
- la documentazione che accompagna il trasporto del materiale da scavo dovrà essere predisposta all'esecutore nella fase di corso d'opera secondo le indicazioni dell'Allegato 6 del Regolamento;

CONSIDERATO e **VALUTATO** che il Piano di Utilizzo prevede che l'avvenuto utilizzo del materiale scavato in conformità allo stesso PdU dovrà essere attestato dall'esecutore mediante la **Dichiarazione di Avvenuto Utilizzo** (DAU), come da art. 12 del Regolamento e in conformità con l' Allegato 7;

CONSIDERATO che in ogni caso il Piano di Utilizzo considera le seguenti tipologie identificate come rifiuto e quindi opportunamente gestite, internamente alle aree a servizio della cantierizzazione individuate presso i cantieri industriali di Bolzaneto (CI.14) e Campursone (CI.06):

- i materiali di risulta derivanti da perforazioni profonde per la realizzazione di pali e diaframmi e dalla bagnatura del fronte di scavo,
- i tamponi al fronte di scavo costituiti da *spritz-beton* con spessore definito per le condizioni di sosta prolungata, anche fibrorinforzato o armato con rete,
- la parte superficiale in arco rovescio (nel caso di scavo tradizionale) per la potenziale contaminazione dal passaggio dei mezzi in movimento;
- le terre con contenuto di amianto superiore a 1g/kg e caratteristiche geotecniche scadenti;
- il materiale di risulta dal processo di sedimentazione e trattamento delle acque utilizzate durante l'operazione di abbattimento delle polveri (al fronte e negli scavi all'aperto), che contengono polveri di perforazione, boiacche e additivi;

PRESO ATTO che la **durata prevista del Piano di Utilizzo** è stimata in 8,5 anni, pari alla durata complessiva dei lavori;

CONSIDERATA la **richiesta di proroga** ai termini previsti dall'art. 5 comma 6 del Regolamento per l'avvio dei lavori, da riferirsi a due anni dalla data di emanazione del decreto di compatibilità ambientale e non alla data di presentazione del Piano di Utilizzo;

VERIFICATO infine che ad eccezione dei materiali sopra descritti qualificati come rifiuti, il materiale di scavo, come definito dall'art. 1, c.1, lett. b) del Regolamento, individuato dal Proponente nel Piano di Utilizzo è qualificabile come sottoprodotto in quanto rispondente ai seguenti requisiti:

a) il materiale da scavo è generato durante la realizzazione di un'opera, di cui costituisce parte integrante, e il cui scopo primario non è la produzione di tale materiale;

b) il materiale da scavo è utilizzato, in conformità al Piano di Utilizzo, nel corso dell'esecuzione della stessa opera nel quale è stato generato per la realizzazione di reinterri, riempimenti, rimodellazioni, rilevati;

c) il materiale da scavo è idoneo ad essere utilizzato direttamente, ossia senza alcun ulteriore trattamento diverso dalla normale pratica industriale secondo i criteri di cui all'Allegato 3;

d) il materiale da scavo, per le modalità di utilizzo specifico di cui alla precedente lettera b), soddisfa i requisiti di qualità ambientale di cui all'Allegato 4,;

FATTA SALVA l'ulteriore caratterizzazione già prevista dal Piano in corso d'opera, ai sensi dell'allegato 8;

VALUTATO in sintesi che il Piano di Utilizzo è stato redatto secondo le indicazioni di cui all'Allegato 5 e allegato 8 del Regolamento;

VALUTATO che la rilevanza ambientale della gestione delle terre e rocce da scavo nell'ambito della realizzazione del progetto in argomento rende necessaria l'istituzione di un Comitato di Controllo partecipato dagli Enti nazionali e territoriali competenti, al fine di garantire la corretta realizzazione del Piano di Utilizzo;

CONSIDERATO che le valutazioni degli impatti ambientali dell'opera nel suo complesso saranno espresse nell'ambito del relativo procedimento di VIA e che pertanto le valutazioni espresse dal presente parere riguardano esclusivamente il Piano di Utilizzo;

Tutto ciò VISTO, CONSIDERATO E VALUTATO

la Commissione Tecnica per la Verifica dell'Impatto Ambientale - VIA e VAS, ai fini dell'approvazione del Piano di Utilizzo relativo al progetto "Nodo Stradale e Autostradale di Genova Adeguamento del sistema A7 – A10 – A12"

ritiene che

il Piano di Utilizzo è stato redatto in conformità a quanto disposto dal D.M. 10 agosto 2012, n. 161, e che, fatte salve le valutazioni ambientali e gli esiti che emergeranno nell'ambito del relativo procedimento di VIA, devono essere comunque soddisfatte in corso d'opera le seguenti condizioni:

1. in riferimento al c. 6 dell'art. 5 del DM 161/2012 la durata di validità del PdU è di 8,5 anni dall'inizio dei lavori, che devono avvenire entro due anni dall'approvazione finale dell'opera;
2. fatta salva la competenza dell'ARPA Liguria per l'attività di controlli e ispezioni, ai sensi dell'allegato 8, parte B, ai fini della vigilanza, monitoraggio e controllo del rispetto degli obblighi assunti nel Piano di Utilizzo e degli risultati delle caratterizzazioni in corso d'opera, prima dell'inizio dei lavori, dovrà essere costituito un Comitato di Controllo, partecipato da ARPA Liguria, dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare e dalla Regione Liguria, con eventuali oneri a carico della Società Autostrade per l'Italia S.p.A.;
3. prima di cominciare i lavori su ciascun dominio di amianto, come definito dal Piano di utilizzo, per tutti i lavori, cantieri, tratte o imbocchi delle gallerie che interessano suolo in superficie, e preventivamente o in avanzamento dello scavo delle gallerie con metodi tradizionali, dovranno essere effettuate le procedure di campionamento, con sondaggi e prelievi Top Soil, secondo gli intervalli e le densità stabilite dal Regolamento DM161/2012, ad integrazione della campagna di indagini 2012, per l'accertamento delle qualità ambientali dei materiali da scavo con particolare riferimento all'amianto ed ai metalli. I campionamenti sul corridoio stradale di progetto dovranno interessare i terreni appartenenti allo schema geologico strutturale rappresentato dai domini di amianto dal N.1 al N. 5 (Val Leiro, Val Branega, Bric Boessa, Varenna-Contessa, Timone-Scarpino) ad ovest del Polcevera e più precisamente nelle Tratte a rischio amianto dalla N. 1 alla Tratta N.10 compresa. I campionamenti devono essere ubicati su affioramenti di "serpentinite" che dovranno essere caratterizzati da studio geostrutturale indirizzato ad individuare le seguenti caratteristiche dell'ammasso roccioso: frequenza ed ampiezza delle vene, entità della fatturazione;

tipo di deformazione, grado di alterazione della roccia e tipo di minerale fibroso presente. Le analisi petrografiche sui campionamenti serviranno per la classificazione e distinsione degli asbesti tra inosillicati e fillosilicati secondo la forma cristallina caratteristica del minerale con particolare ricerca di tutte le varietà fibrose degli Anfiboli (crocidolite/riebeckite-riconoscibile per la sua marcata colorazione blù, tremolite, grunerite/amosite, antofillite, actinolite,) le cui fibre presentano un potere cancerogeno decisamente superiore rispetto al Crisotilo;

4. l'Impresa esecutrice ha l'obbligo di effettuare la caratterizzazione in corso d'opera dei materiali da scavo relativi ai punti risultati inaccessibili e per i punti per i quali non è stato possibile investigare gli strati più profondi in fase progettuale, secondo quanto previsto dall'allegato 8 del Regolamento; il trattamento dei campioni ai fine della loro caratterizzazione analitica, il set analitico, le metodologie di analisi, i limiti di riferimento ai fini di riutilizzo, devono essere conformi a quanto indicato negli Allegati 2 e 4; I risultati della caratterizzazione, in corso d'opera, dovranno essere forniti al Comitato di Controllo;
5. l'Impresa esecutrice ha l'obbligo di effettuare la ricaratterizzazione dei materiali relativi agli scavi dove sono stati registrati superamenti relativi ai limiti di colonna A della Tabella 1 dell'allegato 5 alla parte quarta del D.Lgs. n. 152/2006, per alcuni analiti. I risultati della caratterizzazione, in corso d'opera, dovranno essere forniti al Comitato di Controllo;
6. l'Impresa esecutrice ha l'obbligo di caratterizzare il materiale utilizzato per l'arco rovescio delle gallerie che deve essere utilizzato ai sensi dell'articolo 5, comma 4 del Regolamento; l'utilizzo del materiale, seguendo la progressione dei lavori, deve avvenire nello stesso ammasso roccioso che lo ha creato ovvero nel medesimo ambito territoriale di quello di produzione per il quale è stato verificato che il superamento dei limiti è dovuto a fondo naturale (allegato 4, ultimo capoverso del Regolamento). I risultati della caratterizzazione, in corso d'opera, dovranno essere forniti al Comitato di Controllo;
7. in corso d'opera, i materiali provenienti dallo scavo meccanizzato e da scavo tradizionale contenenti amianti appartenenti alla varietà fibroso non aciculare degli Anfiboli (SAC – serie tremolite actinolite) in concentrazione > 0,1 % in volume del campione con percentuale superiore al 50% rispetto agli amianti appartenenti alla varietà fibrosa del serpentino-crisotilo, e non utilizzati per l'arco rovescio delle gallerie nell'ambito dello stesso sito di produzione per il quale è stato verificato che il superamento dei limiti è dovuto a fondo naturale, in applicazione del comma 4 dell'articolo 5 del Regolamento, dovranno essere smaltiti in discarica speciale. Dovrà essere definito d'intesa con ARPAL un protocollo di rappresentatività della campionatura e per la validazione dei risultati delle analisi con tecniche MICRO RAMAN e SEM;
8. a valle del reperimento dei campioni, a fronte scavo o nel deposito temporaneo, e a seguito della caratterizzazione, in corso d'opera, la Società deve definire in contraddittorio con l'ARPA Liguria i valori di fondo naturale per le concentrazioni degli elementi e composti di cui alla Tabella 4.1 dell'allegato 4, che superano le Concentrazioni Soglia di Contaminazione di cui alle colonne A e B della Tabella 1 dell'allegato 5 alla parte quarta del decreto legislativo n. 152 del 2006, come segnalati nel Piano di Utilizzo, e deve presentare al MATTM un piano di accertamento per definire i valori di fondo da assumere;
9. per tutte le aree di cantiere industriale e tutte le aree di imbocco gallerie sia ad ovest che ad est del Polcevera le cui opere interferiscono con processi geomorfologici attivi o quiescenti, dovranno essere preventivamente presentati al MATTM, in corso d'opera, i progetti di cantierizzazione per la stabilizzazione, consolidamento e/o alleggerimento delle superfici suscettibili di dissesto, supportati da indagini ambientali per la caratterizzazione chimico fisica dei materiali da scavo, secondo le densità e frequenze di campionamenti come previsto dal D.M. 161/2012, Allegato 2. I progetti dovranno integrare il piano di utilizzo delle terre di scavo, ai fini dell'utilizzo ai sensi dell'articolo 5 del DM 161/2012, o dimostrare il ricorso all'art. 185 comma 1 lettera "c" solo nel caso in cui il materiale rimosso "tal quale" con eventuale contaminazione entro i livelli di fondo preventivamente accertati sia riutilizzato contermine all'area di rimozione. I progetti dovranno prevedere eventuali rampe di arroccamento e piste di accesso alle aree di campionamento dove non sono stati effettuati i prelievi ed i sondaggi previsti dal piano di indagini in conformità al D.M. 161/2012;

10. in considerazione della mancata definizione del piano di accertamento di cui all'art. 5 comma 4 del Regolamento e in assenza di certezza sul fatto che il sito della colmata a mare abbia caratteristiche di fondo naturale analoghe e confrontabili, per tutti i parametri oggetto di superamento nella caratterizzazione del sito di produzione, con quelle dei materiali da scavo da conferire, l'opera a mare – nella quale è prevista la collocazione di materiale da scavo con presenza di amianto sotto i limiti della tabella 1 colonna B dell'Allegato 5, Titolo V, Parte IV, del D.Lgs 152/2006, e di metalli pesanti sopra tali limiti ma inferiore alle Concentrazioni Soglia di Contaminazione caratteristiche del fondo naturale – deve essere realizzata previa caratterizzazione del sito di intervento e deve garantire la conterminazione dei materiali da scavo con una impermeabilizzazione delle pareti della colmata e di una fascia di almeno 5 m nel perimetro del fondo in grado di assicurare requisiti di permeabilità equivalenti a quelli di uno strato di materiale naturale dello spessore di 1 metro con K minore o uguale a $1{,}0 \times 10^{-9}$ m/s, in analogia a quanto avviene per le colmate a mare di allocazione di materiali di dragaggio provenienti da aree SIN ai sensi dell'art. 5 bis della L. 84/1994 e s.m.i.; il controllo di cui alla parte B dell'allegato 8 del Regolamento deve essere eseguito prima della realizzazione del capping;
11. l'eventuale movimentazione di materiali di dragaggio ai fini del posizionamento dei cassoni per la conterminazione della colmata a mare deve avere l'autorizzazione dalla Regione Liguria;
12. prima dell'utilizzo, dovranno essere attuate le prescrizioni operative delle attività di bonifica in corso nelle tre delle aree di cantiere attualmente oggetto di bonifica; eventuali materiali contaminati risultanti dalla sistemazione e dalle opere in tali cantieri dovranno essere smaltiti come rifiuti;
13. devono essere gestiti come rifiuti eventuali materiali rinvenienti su tutti gli ambiti e siti di intervento che presentano contaminazioni di origine antropica, con concentrazioni che superano i limiti della tabella 1 colonna B dell'Allegato 5, Titolo V, Parte IV, del D.Lgs 152/2006, come idrocarburi, composti organici aromatici, idrocarburi policiclici aromatici e metalli, diversi da quelli definiti come fondo naturale;
14. fatte salve le mitigazioni previste nel Piano e nell'elaborato progettuale "linee *guida per la gestione delle terre e rocce da scavo*", in caso di scavi all'aperto in terreni amiantiferi dovranno essere obbligatoriamente posizionati sensori ambientali a filtro per la rilevazione delle fibre di amianto aerodisperse e adottate tutte le mitigazioni per garantire il confinamento delle aree di lavoro e contenere l'impatto dovuto alla dispersione eolica dei materiali; in caso di utilizzo dei *fog-cannon* dovrà essere monitorata preventivamente e in corso d'opera l'intensità e la direzione del vento, con apposita strumentazione anemometrica, e i lavori dovranno essere interrotti per velocità di vento superiori a 5 m/s;
15. ai fini della stabilizzazione a cemento dei materiali da scavo devono essere preventivamente concordate le modalità di utilizzo con l'ARPA Liguria, a seguito della caratterizzazione dei materiali in corso d'opera;

Ing. Guido Monteforte Specchi
(Presidente) ……

Cons. Giuseppe Caruso
(Coordinatore Sottocommissione VAS) ……

Dott. Gaetano Bordone
(Coordinatore Sottocommissione VIA) ……

Arch. Maria Fernanda Stagno d'Alcontres
(Coordinatore Sottocommissione VIA Speciale) ……

Avv. Sandro Campilongo (Segretario)	(ASTENUTO)
Prof. Saverio Altieri	
Prof. Vittorio Amadio	ASSENTE
Dott. Renzo Baldoni	
Dott. Gualtiero Bellomo	
Avv. Filippo Bernocchi	
Ing. Stefano Bonino	ASSENTE
Dott. Andrea Borgia	ASSENTE
Ing. Silvio Bosetti	ASSENTE
Ing. Stefano Calzolari	
Ing. Antonio Castelgrande	
Arch. Giuseppe Chiriatti	
Arch. Laura Cobello	
Prof. Carlo Collivignarelli	
Dott. Siro Corezzi	ASSENTE
Dott. Federico Crescenzi	
Prof.ssa Barbara Santa De Donno	ASSENTE

Cons. Marco De Giorgi .....

Ing. Chiara Di Mambro .....

Ing. Francesco Di Mino .....

Avv. Luca Di Raimondo .....

Ing. Graziano Falappa .....

Arch. Antonio Gatto .....

Avv. Filippo Gargallo di Castel Lentini .....

Prof. Antonio Grimaldi ASSENTE

Ing. Despoina Karniadaki .....

Dott. Andrea Lazzari .....

Arch. Sergio Lembo .....

Arch. Salvatore Lo Nardo .....

Arch. Bortolo Mainardi .....

Avv. Michele Mauceri .....

Ing. Arturo Luca Montanelli .....

Ing. Francesco Montemagno ASSENTE

Ing. Santi Muscarà .....

Arch. Eleni Papaleludi Melis	
Ing. Mauro Patti	
Avv. Luigi Pelaggi	
Cons. Roberto Proietti	ASSENTE
Dott. Vincenzo Ruggiero	ASSENTE
Dott. Vincenzo Sacco	
Avv. Xavier Santiapichi	ASSENTE
Dott. Paolo Saraceno	ASSENTE
Dott. Franco Secchieri	
Arch. Francesca Soro	
Dott. Francesco Carmelo Vazzana	
Ing. Roberto Viviani	ASSENTE

ALLEGATO 3

Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

DIPARTIMENTO PER LE INFRASTRUTTURE, I SISTEMI INFORMATIVI E STATISTICI
Direzione Generale per lo sviluppo del territorio, la programmazione ed i progetti internazionali

CONFERENZA DI SERVIZI
(Roma 17 ottobre 2014)

OGGETTO: D.P.R. 18 aprile 1994, n.383 e s.m.i. Autostrade A7-A10-A12 Progetto nodo stradale e autostradale di Genova adeguamento sistema A7-A10-A12. Gronda di Ponente.

Amministrazione di appartenenza: AUTORITÀ PORTUALE DI GENOVA

Sig.: Luigi MERLO

MODULO per **PARERE:**

(riscrivere l'espressione scelta a fianco di quella prestampata):

- FAVOREVOLE (FAVOREVOLE)
- SFAVOREVOLE (.....)

(riservato ai Comuni)

per quanto riguarda l'inserimento del progetto in esame nei confronti degli strumenti urbanistici comunali vigenti, si dichiara che l'opera risulta:
(riscrivere l'espressione scelta a fianco di quella prestampata)

- CONFORME / DIFFORME (.....)

- eventuale atto formale (delibera/decreto/altro): delibera n° 93 del 27 ottobre 2011

Testo del parere espresso in conferenza da allegare al verbale:
Parere favorevole in coerenza con quanto deliberato dal comitato portuale nella seduta del 27 ottobre 2011 e con quanto verbalizzato nella riunione tenutasi in data 6 giugno 2012 con Società Autostrade, Compagnia di Porto di Genova, Società Rimorchiatori e Corpo Piloti del porto di Genova. Si segnala che, in coerenza con il parere favorevole espresso dal CSLLPP (n. 68/2012) circa l'adeguamento tecnico funzionale del piano regolatore portuale, è in corso di perfezionamento uno specifico Accordo di Programma con Aspi ed Enac circa le modalità di canalizzazione

FIRMA

N.B. nel caso fosse insufficiente lo spazio
per il testo del parere utilizzare il retro del foglio

e gestione del previsto ampliamento del sedime aeronautico.

Si richiamano infine le osservazioni avanzate con nota n. 21835/2011 del Min Ambiente in ordine alla necessità di consolidare, in sede di progetto esecutivo, una più puntuale localizzazione dei cantieri previsti nelle aree di Volturno e Corniglione.

Rispetto a quest'ultimo sito, si osserva come l'insediamento del cantiere comporterà, per dimensioni e durata un significativo rinvio nella realizzazione delle opere programmate dall'Autorità Portuale nelle medesime aree in coerenza con le previsioni dell'Accordo di Programma stipulato per la bonifica ed il recupero delle aree di demanio civile di Corniglione. Tale situazione dovrà consentire ~~una~~ un'aggiornamento del citato "Accordo di Programma di Corniglione" al fine di permettere all'Autorità Portuale di destinare i finanziamenti allo stato previsti per opere da realizzarsi a Corniglione ad altre opere localizzate in diversi siti di interesse portuale.

FIRMA

AUTORITÀ PORTUALE DI GENOVA

Ufficio Competente: **PSVIL** Genova
Prot.N. **0019246 /P** del 09/08/2012

Al
Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici
Al Sig Presidente della III sezione Ing. Massimo Sessa
Via Nomentana 2
00161 R o m a

e, p.c. Alla
Capitaneria di Porto di Genova
P.le Ruffini – Area Expò
16128 G e n o v a

Alla **Società Autostrade per l'Italia**
Piazzale Camionale 2
16149 G e n o v a
c.a. Ing. Giorgio Fabriani

Oggetto: Nodo Autostradale di Genova. Stralcio progetto definitivo dell'opera a mare prevista nel canale di calma aeroportuale.

Con la presente si trasmette a codesto Consiglio lo stralcio progettuale di cui all'oggetto ai fini del riconoscimento dell'opera quale adeguamento tecnico-funzionale al vigente Piano Regolatore Portuale.

Per quanto concerne le procedure fin qui espletate, si evidenzia come l'originale proposta progettuale di parziale riempimento del canale prospiciente l'aeroporto sia stata sottoposta all'attenzione del Comitato Portuale che ne ha deliberato l'accoglimento subordinatamente ad alcune condizioni di carattere tecnico.

Al fine di verificare il soddisfacimento delle suddette condizioni (vedasi la delibera allegata alla presente), il soggetto proponente ha svolto una serie di approfondimenti, anche attraverso tecniche di simulazione, che sono riportati nella relazione descrittiva del progetto qui annesso.

Le risultanze di tali approfondimenti sono da considerarsi, a giudizio degli Uffici della scrivente, soddisfacenti sotto il profilo della navigabilità e manovrabilità del naviglio di progetto, naviglio definito dalla locale Autorità Marittima di concerto con il Corpo dei Piloti e con il gestore del servizio di rimorchio.

Sempre rispetto all'esito delle verifiche svolte l'Autorità Marittima, nel corso di specifica riunione tecnica tenutasi in data 6 giugno 2012, ha convenuto circa il fatto che esse abbiano fornito risultati soddisfacenti in termini di verifica tecnico/operativa degli spazi e delle traiettorie per tutti i mezzi considerati.

La stessa Autorità Marittima ha per altro rilevato come gli effetti generati dai "Treni d'onda", ininfluenti per il transito dei mezzi di servizio tecnico-nautici, potrebbero, sulla base dell'esperienza che sarà verificata nelle diverse condizioni meteo e con la nuova opera realizzata, rendere necessarie specifiche regolamentazioni al transito della Navebus.

Parallelamente il Comune di Genova ha espresso il proprio parere di "non contrasto" della nuova opera agli strumenti urbanistici (vedasi note allegato 2).

Sotto diverso profilo – riferito alla disamina del trasporto di materiali solidi, gli studi effettuati evidenziano alcuni elementi di attenzione sintetizzabili nell' "*aumento consistente della sedimentazione in corrispondenza della zona di foce Polcevera limitrofa alla diga foranea, in corrispondenza della banchina ILVA e testata est del nuovo deposito a mare e alla due estremità del canale della testata ovest dell'aeroporto*". (cfr pag 100 relazione idrodinamica e dispersiva).

Tale problematica è da mettere in relazione anche alla capacità riflettente delle banchine assunta dal progettista (coefficiente pari a 0,5 in luogo di 0,3 indicato dagli Uffici di APG) e comporta la necessità di prevedere periodici interventi di manutenzione dei fondali per garantire il sicuro e pieno utilizzo delle banchine ILVA, del bacino di evoluzione dell'imboccatura di ponente del porto di Sampierdarena e delle banchine Ronco-Derna-Canepa.

Al fine di garantire dette condizioni operative l'Autorità Portuale si farà carico di monitorare lo stato dei fondali, mentre gli interventi di manutenzione ed i relativi oneri dovranno essere oggetto di specifico accordo fra la scrivente e società Autostrade spa.

Nel richiedere a questo consesso di volersi esprimere favorevolmente, rispetto alla proposta di adeguamento tecnico-funzionale, si richiede altresì il parere di competenza circa i criteri da adottare (frequenza dei controlli batimetrici e soglia di interramento limite oltre la quale prevedere l'intervento di manutenzione) in ordine al monitoraggio ed alla manutenzione dei fondali.

Direzione Pianificazione e Sviluppo
Il Direttore
Dott. Marco Sanguineri

Direzione Tecnica
Il Direttore
Ing. Andrea Pieracci

Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

16126 - GENOVA
Cod. Amministrazione: M_TRA - Cod. AOO: C P GE
REGISTRO UFFICIALE USCITA
Prot. 12.01.00/46535 data 13/10/2011

AUTORITA' PORTUALE DI GENOVA
PROTOCOLLO CENTRALE
Ufficio Competente: PSVIL Genova
Prot.N. 22488 /A del 14/10/2011
N.
Uff. PSVIL | Copia TEC

DIREZIONE MARITTIMA GENOVA

GTER/SG

Al: AUTORITA' PORTUALE
Direzione Pianificazione e Sviluppo
c.a. Dott. SANGUINERI
Fax 010/241 2850

e,p.c
A: GRUPPO PILOTI GENOVA
Fax 010/2461114

RIMORCHIATORI RIUNITI GENOVA
Fax 010/2498200

GRUPPO ANTICHI ORMEGGIATORI
Fax 010/8681715

Oggetto: Opere a mare del canale di calma prospiciente la pista aeroportuale.

Rife: fogli n. 11676/P del 16/05/2011 e n. 24910 del 1° giugno 2011

Si premette che, come è noto, il canale di calma è interdetto alla navigazione con ordinanza di questa Capitaneria di porto n° 42/2003 in data 19/03/2003.

Da tale divieto è escluso l'attraversamento del canale da parte delle unità dei servizi tecnico-nautici e dei servizi portuali diretti/provenienti dal bacino di Multedo, nonché dell'unità di trasporto urbano.

Il necessario mantenimento di tale funzione è reso vitale per offrire prestazioni tecnico-nautiche in avverse condimeteo, altrimenti non effettuabili se non con pregiudizio per i traffici marittimi portuali. Lo stesso canale costituisce peraltro lo specchio acqueo che separa l'aeroporto dalla diga Galliera.

Viene oggi richiesto un parere tecnico-nautico sulla possibilità di ridurre la larghezza del detto Canale di Calma, per una lunghezza pari a 3550 mt. dagli attuali 240 m a 60 m, avuto a riguardo alla richiesta di immettere in questo stesso canale circa otto milioni di metri cubi di materiali, provenienti da lavori di escavo del tunnel meglio noto come "gronda".

Sulla questione la scrivente ha tenuto una serie di incontri per verificarne l'incidenza sulla sicurezza della navigazione portuale, studio non limitato alla sola ristretta zona del canale stesso. Di fatti la riflessione congiunta sull'intervento ha evidenziato come lo stesso possa – in assenza di elementi certi che ne confutino la fondatezza – influenzare l'operatività delle aree e dei bacini portuali interessati.

Quanto sopra premesso, lo scrivente – esaminati gli atti, ed avuto

riguardo alle considerazioni dinanzi svolte – esprime di massima il proprio favorevole parere tecnico-nautico, attesa la funzione del canale di Calma, non solo limitata al transito nautico del relativo specchio acqueo, ma anche quale sintesi di efficienza ed economicità, altrimenti inficiata.

Il favorevole assenso è subordinato all'osservanza delle seguenti prescrizioni - peraltro già indicate nel corso dell'incontro del 23/09/2011, di cui si allega verbale - ed il cui mancato accoglimento limiterà o annullerà la funzione di navigazione sicura e protetta in caso di condimeteo avverse, con la conseguente valutazione – da porsi in maniera congiunta - della creazione di postazioni fisse (seppure limitate al periodo di tempo dei lavori) dei servizi tecnico-nautici nel bacino di Multedo, con conseguente ricaduta sull'organizzazione tecnico economico-funzionale degli stessi.

Per mantenere integra l'attuale funzione (comprensiva della necessità di mantenere il servizio di collegamento urbano porto antico- Pegli), la larghezza del bacino è stimata in mt.80.

Ciò posto, si offrono ulteriori spunti di analisi sui seguenti ulteriori elementi:

1) Non pare che lo studio prodotto, per ciò che attiene all'imboccatura del Polcevera, abbia tenuto conto del tombamento in atto dello specchio acqueo della calata Derna.
   In effetti, con il completamento del riempimento, calata Derna verrà "abilitata" a ricevere navi portacontainer di ultima generazione. La realizzazione del previsto intervento di conferimento del materiale di smarino limita il bacino di manovra delle dette unità (porta containers) destinate a detta calata, non escludendo il rinvio all'impiego di un numero maggiore di rimorchiatori per l'esecutività delle relative manovre di ormeggio e disormeggio;
2) Conseguenze di impatto che l'intervento in oggetto della presente analisi sviluppa avuto a riguardo:
   - alla corrente che crea il torrente Polcevera soprattutto in presenza di piogge abbondanti;
   - ai rilievi anemometrici funzionali che devono essere riferiti allo specchio acqueo di intervento;
   - alle misurazioni dirette del moto ondoso anch'esse da riferirsi all'area di intervento e non costituite/calcolate in maniera deduttiva.

   Quanto sopra stante la concreta esigenza di ottenere uno studio mirato per l'area di influenza dell'intervento, caratterizzata da elementi (correnti, maree) propri dell'area stessa.
3) Gli studi prodotti non permettono di stabilire l'influenza delle onde riflesse della diga di Voltri sull'accesso del canale del porto di Multedo.
4) Non appare superfluo valutare l'impatto del moto ondoso sulla banchina

ILVA in occasione, di particolari mareggiate provenienti dai quadranti meridionali (per memoria, si fa espresso rinvio a quanto accaduto a quella banchina nell'ottobre 2008).

Questa Capitaneria di Porto assicura, comunque, la partecipazione ad ogni iniziativa – compresa quella relativa alla istituzione di un tavolo tecnico dedicato – finalizzata alla migliore analisi dell'impatto delle opere in argomento sull'operatività del porto e sulla propria regolare funzione.

IL DIRETTORE MARITTIMO
Ammiraglio Ispettore (CP)
Felicio ANGRISANO

MINUTA

AUTORITÀ PORTUALE DI GENOVA

DIREZIONE GESTIONE DEL TERRITORIO

Ufficio Competente: **GTER** Genova
Prot.N. **11676** /P del 16/05/2011

Spettabili

Capitaneria di Porto di Genova - Amm. Angrisano
Corpo Piloti del Porto di Genova - Com.te Lettich
Rimorchiatori Riuniti - Sig. Gavarone

Loro Sedi

Oggetto: **Opera a mare nel canale di calma prospiciente la pista aeroportuale.**

Nell'ambito del progetto del nuovo nodo stradale ed autostradale di Genova è prevista, quale opera complementare derivante dalla necessità di allocare i materiali risultanti dagli scavi, la realizzazione di un'opera a mare consistente nel parziale riempimento del canale di calma prospiciente la pista aeroportuale.

Detto riempimento risulta, come detto, funzionale al conferimento dei materiali provenienti dagli scavi e, nello stesso tempo, può costituire un utile ampliamento delle infrastrutture al servizio dell'aeroporto consentendo l'adeguamento della "runway strip" alle prescrizioni dell'Annesso 14 ICAO.

La descrizione delle caratteristiche dell'opera in argomento è riprodotta negli allegati tecnici che si allegano alla presente al fine di fornire ai soggetti in indirizzo ogni elemento utile per l'espressione del parere di competenza in merito alla realizzazione dell'opera a mare, avuto particolare riguardo ai profili inerenti la navigabilità del canale di calma aeroportuale sia nella fase di attuazione dell'intervento, sia in esito allo stesso.

In considerazione della rilevanza dell'intervento, si ritiene comunque utile un incontro con il progettista, che sarà cura della scrivente Amministrazione convocare a breve scadenza.

Cordiali saluti.

Il Direttore
Dott. Marco Sanguineri

Member of CISQ Federation
RINA
ISO 14001:2004
Certified Environmental System

AEROPORTO DI GENOVA
SPA

Al Ministero delle Infrastrutture e
dei Trasporti
Dipartimento per le infrastrutture,
gli Affari Generali ed il Personale
Direzione Generale per lo sviluppo
del territorio, la programmazione
ed i progetti internazionali
Via Nomentana 1
ROMA

Vs. rif.:

Ns. rif.: 1094/252

Genova, 16 OTT 2014

e, c.pc.

All'E.N.A.C.
Direzione Pianificazione e Progetti
V.le Castro Pretorio 118
00185 Roma RM

All'E.N.A.C.
Direzione Operatività Aeroporti
V.le Castro Pretorio 118
00185 Roma RM

Oggetto: **DPR 18/4/94, n. 383 e s.m.i. - Progetto nodo stradale ed autostradale di Genova - Parere di competenza.**

Con riferimento al progetto definitivo in oggetto, trasmesso con nota ASPI/RM/7434/EU del 15/4/2014, considerato che il medesimo coinvolge l'infrastruttura aeroportuale di Genova relativamente alla realizzazione e successiva consegna e gestione della cosiddetta "opera a mare", con la presente si esprime parere favorevole per quanto di competenza della scrivente, con le seguenti prescrizioni:

1) Il soggetto proponente, Autostrade per l'Italia S.p.A., dovrà recepire nel progetto esecutivo dell'opera a mare le specifiche tecniche di dettaglio impartite da ENAC e necessarie al fine di garantire:
   - l'adozione dei requisiti di idoneità di cui al cap.3 del Regolamento ENAC per la costruzione ed esercizio degli Aeroporti, per la realizzazione dell'ampliamento della strip;
   - le caratteristiche di portanza dell'area di ampliamento dell'attuale strip;

Sede Legale: Aeroporto «C. COLOMBO» - 16154 Genova Sestri
Numero Iscrizione Registro delle Imprese di Genova, C.F. e P I.V.A. n. 02701420107
Tel. 010.60.15.1 - Telex GOAKOXH - GOAKKXH - Fax 010 - 6015487
Capitale Sociale Euro 7.746.900,00 int. vers.
Soggetto che esercita attività di direzione e coordinamento ex art. 2497 C.C.: Autorità Portuale di Genova

- la continuità operativa dell'aeroporto nella fase di cantierizzazione mediante l'adozione di mezzi operativi che implichino il minor sviluppo verticale su tutte le lavorazioni che interessino aree ad alta sensibilità operativa o che interferiscano con le superfici di limitazione ostacoli;
- il controllo delle fasi lavorative e di approvvigionamento materiali che prevedono l'utilizzo di mezzi di cantiere durante la realizzazione della piarda e di navigli in transito presso la testata strumentale 28 per la quale è presumibile il maggiore impatto sugli apparati radio assistenza attraverso l'elaborazione di uno studio di compatibilità elettromagnetica (EMC) che valuti l'impatto delle lavorazioni di cui al precedente punto;
- l'adozione di una procedura per la gestione del controllo degli ostacoli aeronautici costituiti dai mezzi di cantiere e congruente con i requisiti informativi di cui al Regolamento ENAC AIS;
- l'assunzione di tutti gli accorgimenti necessari che evitino la produzione di polveri che possano investire la pista di volo e/o lo spazio limitrofo alle testate della pista stessa;
- la non sussistenza di condizioni che possano risultare potenzialmente attrattive per l'avifauna mediante la redazione di uno specifico studio di impatto e previsione, in fase realizzativa, di specifici accorgimenti volti al controllo ed allontanamento della stessa in caso di necessità;
- l'elaborazione di adeguate procedure ed apprestamenti necessari ad assicurare la security aeroportuale da concordare con la Direzione Aeroportuale (Comitato di sicurezza).

2) Saranno a carico esclusivo del soggetto proponente le responsabilità e gli oneri per eventuali interruzioni dell'esercizio aeroportuale causate da eventi in qualche modo causati dalla realizzazione del nuovo rilevato.

3) Al termine dei lavori dell'Opera a Mare, il soggetto proponente ne dovrà dare comunicazione all'ENAC, alla scrivente e alla Autorità Portuale di Genova al fine di espletare le necessarie procedure di verifica e controllo di quanto realizzato, così da procedere con le successive fasi di agibilità e collaudo tecnico provvisorio e definitivo.

4) Dovranno essere riconosciuti alla scrivente da parte del soggetto proponente gli oneri relativi alla gestione e alla manutenzione ordinaria della suddetta Opera, da identificarsi e quantificarsi secondo modalità contenute in uno specifico accordo di programma e relativi allegati tecnici da sottoscrivere da parte del soggetto proponente, ENAC, Autorità Portuale di Genova e la scrivente. Il medesimo

accordo disciplinerà anche le modalità di erogazione e revisione dei suddetti oneri.

5) Il soggetto proponente dovrà assicurare tutte le attività di monitoraggio sull'infrastruttura aeroportuale esistente durante la realizzazione dell'Opera a Mare e per dieci anni successivi al collaudo tecnico della stessa. L'attività di monitoraggio dell'infrastruttura aeroportuale esistente sarà effettuata in accordo alle prescrizioni contenute nelle "Linee guida per l'adeguamento delle strip aeroportuali" e nel "Regolamento Tecnico" redatti da ENAC. Il piano delle azioni di monitoraggio farà parte del progetto esecutivo sottoposto a successiva verifica Qualora il soggetto proponente dovesse individuare, durante la succitata attività di monitoraggio, danneggiamenti all'infrastruttura aeroportuale esistente derivanti dalla realizzazione dell'Opera a Mare, lo stesso provvederà a predisporre a sua cura e spese un progetto di ripristino da sottoporre all'approvazione di APG per la parte idraulico-marittima ed ENAC e il "Concessionario Aeroportuale" per le restanti componenti progettuali.

Le suddette prescrizioni (ed eventuali ulteriori) si intendono definite e rese operative all'atto della definizione e sottoscrizione da parte di ENAC, Autorità Portuale di Genova, Società Autostrade per l'Italia S.p.A. e la Scrivente di uno specifico Accordo di programma per la realizzazione e gestione della citata opera a mare prevista nel progetto definitivo oggetto di valutazione.

Distinti saluti.

AEROPORTO DI GENOVA S.p.A.
IL DIRETTORE TECNICO
Ing. M. BRESCIANI

AEROPORTO DI GENOVA S.p.A.
Il Direttore Generale
Paolo Sirigu

ASPI/RM/13.10.14/0043509/EE
AA13101400435091026000

AUTORITÀ PORTUALE DI GENOVA

DIREZIONE TECNICA

APG_010 Genova Uff.Competente: TEC
Prot.N. 0022008 /P del 09/10/2014

Spett.le Autostrade per l'Italia S.p.A.
Direzione Investimenti Infrastrutture
Via A. Bergamini, 50
00159 – ROMA
c.a.: il Direttore Ing. Selleri
c.a.: Il Responsabile del Procedimento Ing. Degni

Bergamo

Oggetto: riscontro Vostre note Prot. n. 22867/EU del 15.11.2013 e Prot. n. 7434 del 15.04.2014.

Con rifermento alle note di cui all'oggetto si rilascia con la presente il nulla osta tecnico di competenza, sottolineando la necessità di prevedere che il primo metro rispetto all' attuale quota dei fondali all' interno del canale di calma della aeroporto, sia dedicato al conferimento dei materiale di dragaggio portuale , il tutto secondo le intese nel frattempo intervenute con codesta Società (Addendum alla Convenzione attuativa del 21.12.2011 concernente la linea ferroviaria ad alta capacità Milano – Genova, approvato con deliberazione del Comitato Portuale assunta nella seduta del 30.04.2014).

Per quanto attiene alla quantificazione dei maggiori oneri di dragaggio di cui alla Vs. nota del 15.11.2013, si stima un ordine di grandezza pari a 300.000 euro.

Resta inteso che tutti gli ulteriori eventuali adempimenti dovranno essere curati da parte di codesta Società a termini di legge.

Distinti saluti.

Il Direttore Tecnico
(Dott. Ing. A. Piteracci)

- Lavander
- Frisiani
- Bardo
- Selleri

AUTORITÀ PORTUALE DI GENOVA

DIREZIONE PIANIFICAZIONE E SVILUPPO

Ufficio Competente: **PSVIL** Genova
Prot.N. **0020568 /P** del 05/09/2012

Spettabile

Autostrade per l'Italia SpA - Direzione 1° tronco

Piazzale Camionale 2

16149 G e n o v a

c.a. **Ing. Giorgio Fabriani**

Spettabile

SPEA Ingegneria Europea SpA

c.a. **Ing. Orlando Mazza**

Oggetto: **Porto di Genova. Progetto definitivo dell'Opera a Mare nel Canale di Calma.**

Consegna stralcio Progetto definitivo aprile 2012.

Con riferimento a quanto in oggetto si trasmette, per opportuna conoscenza, la nota dell'Autorità Marittima concernente il parere relativo al progetto in argomento.

Distinti saluti.

Il Direttore

Dott. Marco Sanguineri

16126 – GENOVA

Cat. Arrivo/Uscita: M_TRA - Cod. AOO: CP_GE
REGISTRO UFFICIALE USCITA

Prot. n° 25240 / 1067 data 16/08/12

Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
CAPITANERIA DI PORTO
GENOVA

Riferimento: T.V. (CP) Fabio LENZO
Tel. 010 2... Fax 010 24...

Alla: Autorità Marittima di Genova
Fax 010 24...

AUTORITÀ PORTUALE DI GENOVA
PROTOCOLLO CENTRALE

Ufficio Competente: **PSVIL** Genova
Prot.N. **0019713 /A** del 17/08/2012

Uff. PSVIL | Copia TEC PRES SG

Sicurezza della Navigazione
SERV. Portuale SEZ. Tecnica
INDIRIZZO TELEGRAFICO COMPAMARE GENOVA

Argomento: Porto di Genova. Progetto definitivo dell'Opera a Mare nel Canale di Calma. Consegna stralcio Progetto definitivo Aprile 2012

Riferimento: Autostrade per l'Italia S.p.A. – nota del 21/06/2012

In relazione alla precorsa corrispondenza e riferito come atto probante il verbale della riunione tenutasi in data 06 giugno 2012, si conferma il parere a suo tempo espresso, parere subordinato alle seguenti condizioni:

- compatibilità dell'opera con il nuovo Piano Regolatore Portuale, in relazione alle scelte che verranno operate;
- riferimento agli attuali elementi tecnico-nautici ed operativi amministrativi che ne costituiscono, al momento, oggettivo presupposto e la cui eventuale variazione comporterà una necessaria nuova valutazione nonché l'espressione di un nuovo parere;
- predisposizione di una adeguata disciplina sulle modalità di navigazione nel canale -sia nella fase dei lavori che a seguito del completamento degli stessi- che tenga anche conto della possibilità di escluderne l'attraversamento in presenza di particolari condizioni che possono compromettere la sicurezza della navigazione e la conseguente salvaguardia della vita umana in mare.
  Nel provvedimento disciplinare verranno altresì individuati i limiti di velocità delle unità in transito nel canale, non escludendosi la possibilità di disporre la riduzione dei limiti stessi in presenza di

particolari condizioni nautiche marine:

- l'Autorità Marittima dovrà essere tempestivamente informata delle fasi di avanzamento degli interventi in maniera da poter permettere la divulgazione dei provvedimenti regolamentari in tempi ordinari, tali da consentirne l'opportuna pubblicità e conoscibilità ai terzi;
- le unità dei servizi tecnico/nautici e di pubblico servizio avranno, sempre e comunque, la precedenza su quelle impiegate nell'esecuzione dei lavori, al fine di non pregiudicare l'attività commerciale e la sicurezza degli operatori terminalisti che operano nel tratto di mare interessato;
- deve essere garantita la presenza di un sistema permanente di monitoraggio ottico, utilizzabile con apparati telematici, che permetta la ricognizione visiva dell'area - anche notturna - da "postazioni remote";
- individuazione ed approntamento di idonei dispositivi di segnalazione – da indicarsi nel disciplinare - diurni e notturni; l'eventuale sistema di illuminazione, per l'esecuzione dei lavori notturni, e le luci stesse non dovranno costituire intralcio alla navigazione;
- maggiori oneri derivanti da non prevedibili spese a carico di questa Amministrazione per l'attività di vigilanza andranno a costituire elementi di convenzione protocollare con codesta Autorità Portuale.

Ciò posto, le indicate condizioni, in uno a quelle derivanti dall'esecuzione dei lavori ed attualmente non prevedibili in quanto legate alla lunga durata e complessità degli interventi (frutto delle legittime valutazioni dell'Autorità Marittima nell'esercizio delle proprie funzioni di garanzia per la tutela della sicurezza della navigazione marittima e portuale), costituiscono vincoli non derogabili da inserire, pertanto, quali prescrizioni cui subordinare l'efficacia del titolo che andrà a disciplinare l'occupazione e l'uso dell'ampio specchio acqueo portuale.

p. ordine
IL CAPO SERVIZIO SICUREZZA DELLA
NAVIGAZIONE E PORTUALE
C.V. (CP) Dott. Ing. Rodolfo Andrea NAPOLI

M_INF.CPGE.REGISTRO UFFICIALE.U.0039430.16-10-2014

16126 – GENOVA

Cod. Amministrazione: M_TRA – Cod. AOO: CP_GE
REGISTRO UFFICIALE USCITA

Prot. n° 25.24.00/ data

Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
CAPITANERIA DI PORTO GENOVA

Riferirsi a CF (CP) Luciano Giuseppe ALOIA
Tel.0102777493-fax0102777428

Sicurezza della Navigazione
SERV. Portuale. SEZ. Tecnica
INDIRIZZO TELEGRAFICO: COMPAMARE GENOVA

A: **Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti**
Dipartimento per le Infrastrutture, gli Affari Generali ed il Personale
Direzione Generale per lo sviluppo del territorio, la programmazione ed i progetti internazionali

E, p.c. **Autorità portuale di Genova**
Segreteria Generale
Direzione Tecnica
Direzione Sviluppo
Direzione Gestione del Territorio
Via della Mercanzie, 2
16124 GENOVA

Argomento: D.P.R. 18 aprile 1994, n° 383 e s.m.i. – Autostrada A/-A10-A12, progetto nodo stradale ed autostradale di Genova adeguamento sistema A7-A10-A12. Gronda di Ponente.

Riferimento: Convocazione conferenza di servizi, prot. n° 6853, del 12/09/2014.-

(Spazio riservato ad eventuali visti, protocolli e decretazioni)

In relazione alla conferenza di servizi, convocata con il foglio in riferimento, quest'Autorità marittima, nel premettere che nessun rappresentante sarà presente ai lavori della stessa, esprime il proprio parere favorevole, per gli aspetti connessi alla sicurezza della navigazione portuale e tutela dei relativi specchi acquei, alla parte progettuale relativa all'opera a mare nel canale di calma, subordinatamente a quanto di seguito rappresento:

1. il progetto depositato dalla società Autostrade per l'Italia S.p.A., per la parte d'interesse all'Autorità marittima di Genova ovvero opera a mare nel canale di calma aeroportuale, è stato sottoposto al vaglio del Comitato portuale dell'Autorità portuale di Genova in data 27 ottobre 2011. In tale sede questo Comando ha formulato il proprio parere favorevole subordinato lo stesso all'osservanza di prescrizioni indicate con il foglio prot. n° 46535, datato 13 ottobre 2011, che per pronta consultazione si allega;
2. in data 06 giugno 2012 si è svolta, presso gli uffici dell'Autorità portuale di Genova, alla presenza dei rappresentanti di Autorità portuale, di Autorità marittima, della società SPEA, della società CETENA, dei Piloti del porto di Genova e della società di rimorchio, una riunione nel corso della quale, i rappresentanti dell'Autorità portuale hanno illustrato le risultanze dello studio e simulazioni, svoltesi in data 25 maggio 2012 presso il laboratorio del CETENA con sede in Genova, relative alle condizioni di navigabilità

del nuovo Canale di calma, dei fenomeni idraulici generati dal passaggio dei natanti, con particolare riferimento ai mezzi nautici che utilizzano, a vario titolo il tratto di canale, il tutto come richiesto dall'Autorità marittima nel corso del richiamato comitato portuale. Le prove sono state effettuate considerando l'ampiezza del nuovo canale di calma pari a 75 metri.

Dall'esame della relazione finale, il rappresentante della Capitaneria di porto esprimeva la generale validità delle simulazioni svolte sottolineando come le stesse erano risultate soddisfacenti in termini di verifica degli spazi e delle traiettorie di transito. Tuttavia, le stesse non avevano fornito piena soddisfazione in termini di treno d'onde generato dal passaggio delle imbarcazioni ed in particolare dal passaggio contemporaneo con incrocio dei rimorchiatori con il mezzo nautico destinato al trasporto passeggeri locale "Nave bus".

Da ultimo, è stato rilevato come le valutazioni dell'Autorità marittima non potevano che essere riferite alle attuali condizioni di operatività del porto, ed in particolare, con riferimento all'attuale impiego dei mezzi nautici (rimorchiatori) in servizio. Pertanto, con mezzi di caratteristiche nautiche superiori sarà necessario eseguire nuove simulazioni per determinare le modalità di transito.

A conclusione della riunione, il rappresentante della Capitaneria di porto ribadiva il parere favorevole, per gli aspetti di competenza, all'opera a mare con le seguenti prescrizioni:

a. predisposizione, lungo il nuovo canale di calma, di idoneo sistema di illuminazione tale da consentire il transito in sicurezza a tutti i mezzi nautici durante le ore notturne e nei casi di scarsa visibilità;
b. predisposizione di specifico studio in ordine alle modalità di entrata ed uscita dal nuovo canale di calma in considerazione delle mutate caratteristiche dello stesso – riduzione dello specchio acqueo navigabile - con particolare attenzione agli effetti generati dal "treno d'onda". Studio necessario a definire e disciplinare, con successivo provvedimento della Capitaneria di porto, le modalità d'impiego del canale di calma per i mezzi nautici che hanno necessità di percorrerlo. Disciplina che potrà determinare condizioni tecnico nautiche limitative sia in termini di velocità sia in termini di percorrenza in ambo i sensi sia in termini di caratteristiche massime delle unità.
c. il parere favorevole è condizionato alle attuali fasi progettuali, significando sin da subito che, ogni variazione tecnico progettuale riferita all'opera a mare del canale di calma, comporterà il venire meno del parere stesso.

Resta inteso che in fase di realizzazione dell'opera a mare, quest'Autorità marittima dovrà essere preventivamente informata, dal soggetto esecutore, in merito alle modalità esecutive dell'intervento al fine di valutare l'adozione dei necessari provvedimenti per la disciplina del transito nel canale di calma.

Per quanto sopra, questa Capitaneria di porto assicura, comunque, la disponibilità a fornire ulteriori elementi finalizzati alla migliore analisi dell'impatto delle opere in argomento sull'operatività del porto e sulla propria regolare funzione.

p. l'Ordine
IL COMANDANTE
Ammiraglio Ispettore (CP)
Vincenzo MELONE
CAPO REPARTO TECNICO AMMINISTRATIVO
C.V. (CP) Damiano CAPURSO

Allegato 1

16126 - GENOVA
Cod. Amministrazione: **M_TRA** – Cod. AOO: **CP_GE**
REGISTRO UFFICIALE USCITA
Prot. 12.01.00 / 46535 . data 13/10/2011

Ministero delle Infrastrutture
e dei Trasporti
DIREZIONE MARITTIMA
GENOVA

INDIRIZZO TELEGRAFICO: DIREZIOMARE GENOVA

Al: AUTORITA' PORTUALE
Direzione Pianificazione e Sviluppo
c.a. Dott. SANGUINERI
Fax 010/

e,p.c
A: GRUPPO PILOTI GENOVA
Fax 010/2461114

RIMORCHIATORI RIUNITI GENOVA
Fax 010/2498200

GRUPPO ANTICHI ORMEGGIATORI
Fax 010/8681715

Oggetto: Opere a mare del canale di calma prospiciente la pista aeroportuale.

Rife: fogli n. 11676/P del 16/05/2011 e n. 24910 del 1° giugno 2011

Si premette che, come è noto, il canale di calma è interdetto alla navigazione con ordinanza di questa Capitaneria di porto n° 42/2003 in data 19/03/2003.

Da tale divieto è escluso l'attraversamento del canale da parte delle unità dei servizi tecnico-nautici e dei servizi portuali diretti/provenienti dal bacino di Multedo, nonché dell'unità di trasporto urbano.

Il necessario mantenimento di tale funzione è reso vitale per offrire prestazioni tecnico-nautiche in avverse condimeteo, altrimenti non effettuabili se non con pregiudizio per i traffici marittimi portuali. Lo stesso canale costituisce peraltro lo specchio acqueo che separa l'aeroporto dalla diga Galliera.

Viene oggi richiesto un parere tecnico-nautico sulla possibilità di ridurre la larghezza del detto Canale di Calma, per una lunghezza pari a 3550 mt., dagli attuali 240 m a 60 m, avuto a riguardo alla richiesta di immettere in questo stesso canale circa otto milioni di metri cubi di materiali, provenienti dai lavori di escavo del tunnel meglio noto come "gronda".

Sulla questione la scrivente ha tenuto una serie di incontri per verificarne l'incidenza sulla sicurezza della navigazione portuale, studio non limitato alla sola ristretta zona del canale stesso. Di fatti la riflessione congiunta sull'intervento ha evidenziato come lo stesso possa – in assenza di elementi certi che ne confutino la fondatezza – influenzare l'operatività delle aree e dei bacini portuali interessati.

Quanto sopra premesso, lo scrivente – esaminati gli atti, ed avuto

riguardo alle considerazioni dinanzi svolte – esprime di massima il proprio favorevole parere tecnico-nautico, attesa la funzione del canale di Calma, non solo limitata al transito nautico del relativo specchio acqueo, ma anche quale sintesi di efficienza ed economicità, altrimenti inficiata.

Il favorevole assenso è subordinato all'osservanza delle seguenti prescrizioni - peraltro già indicate nel corso dell'incontro del 23/09/2011, di cui si allega verbale - ed il cui mancato accoglimento limiterà o annullerà la funzione di navigazione sicura e protetta in caso di condimeteo avverse, con la conseguente valutazione – da porsi in maniera congiunta – della creazione di postazioni fisse (seppure limitate al periodo di tempo dei lavori) dei servizi tecnico-nautici nel bacino di Multedo, con conseguente ricaduta sull'organizzazione tecnico-economico-funzionale degli stessi.

Per mantenere integra l'attuale funzione (comprensiva della necessità di mantenere il servizio di collegamento urbano porto antico- Pegli), la larghezza del bacino è stimata in mt.80.

Ciò posto, si offrono ulteriori spunti di analisi sui seguenti ulteriori elementi:

1) Non pare che lo studio prodotto, per ciò che attiene all'imboccatura del Polcevera, abbia tenuto conto del tombamento in atto dello specchio acqueo della calata Derma.

   In effetti, con il completamento del riempimento, calata Derma verrà "abilitata" a ricevere navi portacontainer di ultima generazione. La realizzazione del previsto intervento di conferimento del materiale di smarino limita il bacino di manovra delle dette unità (porta container) destinate a detta calata, non escludendo il rinvio all'impiego di un numero maggiore di rimorchiatori per l'esecutività delle relative manovre di ormeggio e disormeggio;

2) Conseguenze di impatto che l'intervento in oggetto della presente analisi sviluppa avuto a riguardo:
   - alla corrente che crea il torrente Polcevera soprattutto in presenza di piogge abbondanti;
   - ai rilievi anemometrici funzionali che devono essere riferiti allo specchio acqueo di intervento;
   - alle misurazioni dirette del moto ondoso anch'esse da riferirsi all'area di intervento e non costituite/calcolate in maniera deduttiva.

   Quanto sopra stante la concreta esigenza di ottenere uno studio mirato per l'area di influenza dell'intervento, caratterizzata da elementi (correnti, maree) propri dell'area stessa.

3) Gli studi prodotti non permettono di stabilire l'influenza delle onde riflesse della diga di Voltri sull'accesso del canale del porto di Multedo.

4) Non appare superfluo valutare l'impatto del moto ondoso sulla banchina

ILVA in occasione, di particolari mareggiate provenienti dai quadranti meridionali (per memoria, si fa espresso rinvio a quanto accaduto a quella banchina nell'ottobre 2008).

Questa Capitaneria di Porto assicura, comunque, la partecipazione ad ogni iniziativa – compresa quella relativa alla istituzione di un tavolo tecnico dedicato – finalizzata alla migliore analisi dell'impatto delle opere in argomento sull'operatività del porto e sulla propria regolare funzione.-

IL DIRETTORE MARITTIMO
Ammiraglio Ispettore (CP)
Felicio ANGRISANO

AUTORITÀ ... PROTOCOLLO CENTRALE
Ufficio Competente: PSVIL Genova
Prot.N. 0002703 /A del 06/02/2013
Uff. PSVIL Copia TEC PRES SG /DEM/ANB

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Terza Sezione

Roma 21. 01. 2013

M_IT-CSLP
Consiglio Superiore LL PP.
CSLP_S3
REGISTRO UFFICIALE
Prot: 0000541-24/01/2013-
USCITA

Al Presidente dell'Autorità
Portuale di Genova
Palazzo San Giorgio
Via della Mercanzia, 2
16124 - Genova
Fax 010 -2412382

E p. c. Alla Segreteria Generale del
Consiglio Superiore dei LL.PP.
S E D E

Oggetto: **Affare n. 68 - Nodo Autostradale di Genova. Stralcio progetto definitivo dell'opera a mare prevista nel canale di calma aeroportuale. (Adeguamento Tecnico-Funzionale al vigente P.R.P.).**
GENOVA

In riscontro alla nota Prot. n. 19246/P del 9 Agosto 2012, inviata dell' Autorità Portuale di Genova si trasmette il parere n. 68 / 2012 reso da questa Sezione nell'Adunanza del 28 Novembre 2012 sull'argomento in oggetto.

Gli atti trasmessi si possono ritirare presso la Segreteria della 3 ^ Sezione.

Il Segretario della 3^ Sezione
Arch. Luigi MARINI

Per ricevuta:

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Terza Sezione

Adunanza del 28 Novembre 2012

N. del Protocollo 68/2012

OGGETTO: Nodo autostradale di Genova. Stralcio progetto definitivo dell'opera a mare prevista nel canale di calma.
Proposta di adeguamento tecnico funzionale del PRP del porto di Genova.
GENOVA

LA SEZIONE

VISTA la nota del 09.08.2012 n° 19246/P, con la quale l'Autorità Portuale di Genova ha trasmesso, per esame e parere, gli atti relativi alla proposta in oggetto;

ESAMINATA la documentazione pervenuta;

UDITA la Commissione relatrice (Ferrante, Fabrizi, Arena E., Grisolia, Da Deppo, De Marinis, Menegotto, Stura, Arena F., Chirivì, Tomiolo, Corsi,A. Napoli, Tamasi, Mazza).

PREMESSO

Preliminarmente, si riportano di seguito, in forma integrale, i "considerato" del parere n° 93/2009 della Assemblea Generale di questo Consesso, in quanto in esso si rinvengono gli aggiornati indirizzi procedimentali e metodologici per la fattispecie all'esame.

"La materia della pianificazione portuale ha ricevuto nel nostro Paese, dopo l'emanazione della Legge n° 84/1994 , un significativo impulso.

Ciò in quanto la norma, innovando profondamente rispetto al passato, ha conferito al Piano Regolatore Portuale (di seguito: "PRP") dignità di strumento di pianificazione, superando un consolidato approccio tecnico e culturale che lo collocava, piuttosto, nel più angusto ambito degli strumenti di programmazione di opere marittime.

Il PRP, secondo la definizione data dall'art. 5 – comma 1 della Legge n° 84/1994, delimita e disegna "l'ambito e l'assetto complessivo del porto, ivi comprese le aree destinate alla produzione industriale, all'attività cantieristica e alle infrastrutture stradali e ferroviarie". Inoltre, il PRP individua "le caratteristiche e la destinazione funzionale delle aree interessate."

Successivamente, con voto n° 44/1999 questa Assemblea Generale ha formulato un indirizzo metodologico e procedimentale in materia di pianificazione portuale, ponendo l'accento su quella categoria di "variazioni" all'assetto delle opere previste nel PRP (definite "modifiche non sostanziali") che, per la loro natura, non comportano "variante" al PRP medesimo.

Il parere espresso ha posto l'invarianza delle "scelte e degli indirizzi di piano" quale imprescindibile condizione per il riconoscimento della fattispecie di "modifica non sostanziale". La modifica non sostanziale non ha rilevanza significativa sulle previsioni di piano e costituisce pertanto un adeguamento tecnico-funzionale delle opere previste dal piano e non una variante del piano stesso.

Detto criterio direttore può trovare la sua pratica declinazione, sotto il ***profilo infrastrutturale****, nella possibilità di introdurre "modifiche più o meno rilevanti della forma e*

della lunghezza di moli e banchine, modifiche delle dimensioni e localizzazioni di fabbricati di servizio (...) una diversa articolazione della viabilità portuale".

Sotto il ***profilo delle funzioni portuali,*** *invece, la modifica non sostanziale non può introdurre nuove destinazioni d'uso, in quanto queste ultime definiscono il piano medesimo, indicandone gli ambiti operativi e i carichi ambientali.*

Riguardo al rapporto tra l'adeguamento tecnico funzionale e lo strumento di pianificazione urbana, il voto n° 44/1999 sottolinea la necessità della previa verifica di compatibilità, per quanto riguarda in modo particolare l'ambito di interazione città-porto, che trova traduzione procedimentale con il perfezionamento di "intese formali con l'Amministrazione Comunale interessata". Ciò in armonia con il dettato della norma vigente in materia di piani regolatori portuali.

Come ricordato nella nota dei Provveditorati Interregionali riportata nelle premesse che precedono, il voto n° 44/1999 ha costituito, in questi ultimi dieci anni, una preziosa fonte di giurisprudenza tecnica nel settore della infrastrutturazione dei porti nazionali, fornendo i presupposti per il superamento di problematiche nella fase di programmazione e progettazione delle correlate opere pubbliche.

Aspetti metodologici

Condividendo le ragioni di opportunità sollevate nella citata nota, l'Assemblea è dell'avviso che, alla luce:

- *dei numerosi "casi di studio" sui quali, nel recente passato, questo Consesso ha espresso parere;*
- *dell'atto di indirizzo emanato dalla Amministrazione Centrale in materia (Circolare del Ministro delle Infrastrutture e dei Traporti del 15.10.2004 n° 17778 recante "Linee guida per la redazione dei piani regolatori portuali", di seguito "Linee Guida");*
- *delle norme sopravvenute in materia ambientale (D. Lgs. n° 152/2006 e ss. mm. e ii.);*
- *di norme regionali emanate in materia di approvazione dei PRP, nell'ambito della potestà legislativa conferita alle Regioni ai sensi del riformato art. 117 della Costituzione (L.R. del*

12.03.2003 n° 9 della Regione Liguria),

si possa pervenire ad una "rivisitazione" dei contenuti del voto n° 44/1999, adeguandolo alla sopravvenuta cornice normativa e metodologica e alla prassi tecnico-amministrativa che si è consolidata nel tempo.

Più in particolare, le "Linee guida" suggeriscono, come è noto, il consolidato modello di "piano strutturale" per il PRP.

La portata innovativa dell'atto di indirizzo è ben evidente: le impetuose, spesso imprevedibili, dinamiche di un porto non possono essere governate da uno strumento di pianificazione "rigido", che definisca gli assetti plano-altimetrici e batimetrici delle infrastrutture con un linguaggio "progettuale", ma, piuttosto, da una pianificazione per "obiettivi", che porta con sé un intrinseco carattere di ragionata flessibilità negli assetti stessi.

Un piano strutturato per obiettivi, peraltro, si pone in stretta coerenza concettuale con il "performance based approach" della moderna pianificazione portuale a livello internazionale, come ben messo in evidenza nella Sessione Speciale "Ports of the future" organizzata da PIANC Italia all'interno del Congresso Mondiale PIANC 2006.

Secondo la scansione metodologica del "Quadro Logico" già adottato dall'Unione Europea nella formazione di programmi infrastrutturali complessi (e mutuato nelle "Linee guida"), a seguito della ***analisi dei problemi*** *e della successiva* ***analisi degli obiettivi*** *(gerarchizzati e prioritarizzati), il Piano Regolatore Portuale esprime le conclusioni di una* ***analisi delle strategie*** *che altro non sottende, sotto il profilo infrastrutturale, se non un ottimizzato assetto plano-altimetrico e batimetrico di opere atto a perseguire con efficacia ed efficienza gli obiettivi e che non definisce rigidamente geometrie e tipologie strutturali ma, piuttosto, i requisiti prestazionali (la "griglia di condizioni e criteri" delle "Linee guida") che dovranno essere soddisfatti dai progetti delle opere che dal piano medesimo discendono.*

In questo rinnovato e più organizzato contesto metodologico e concettuale, dunque, la "modifica non sostanziale" è riconoscibile allorquando nell'ambito del "sistema porto", per effetto di una sopravvenuta "forzante", sia necessario modificare l'assetto plano-altimetrico e batimetrico

delle opere previste nel piano regolatore portuale ***per perseguire i traguardati obiettivi, mantenendo le stesse scelte strategiche.***

Ma, come detto, il modello di "piano strutturale" presuppone un assetto plano-altimetrico e batimetrico delle opere intrinsecamente flessibile che, pertanto, ben si adatta ad accogliere al suo interno la "modifica non sostanziale". ***Quest'ultima, pertanto, introduce soltanto un adeguamento infrastrutturale delle opere previste nel piano nell'ambito delle originarie e confermate scelte strategiche, atte a perseguire i prefissati obiettivi.***

Diversamente, il mancato adeguamento infrastrutturale alle variate condizioni al contorno potrebbe portare, nel tempo, al non soddisfacimento delle prestazioni traguardate dagli obiettivi di piano, che rappresentano l'essenza del piano medesimo.

L'adeguamento tecnico funzionale delle opere previste dal piano, ovviamente, non deve essere rilevante sotto il profilo ambientale e deve comunque rispondere ai requisiti di ***fattibilità tecnica*** *e di* ***non contrasto*** *con gli strumenti urbanistici vigenti, come previsto dall'art. 5 – comma 2 della legge n° 84/1994.*

*L'****adeguamento tecnico funzionale*** *delle opere previste da un piano è quindi ben distinto dalle* ***modifiche minori*** *di un piano (secondo l'accezione di cui all'art. 6 comma 3 del D. Lgs. n° 152/2006 e ss. mm. e ii.). Infatti, l'****adeguamento tecnico funzionale non altera*** *i contenuti di piano (rappresentati da obiettivi e dalle correlate scelte strategiche) mentre le* ***modifiche minori*** *di un piano, con l'****alterazione*** *(anche parziale) degli obiettivi e delle strategie, introducono una* ***variante al piano stesso,*** *con la conseguente necessità di percorrere l'iter procedimentale dell'art. 5 della Legge n° 84/1994 e ss. mm. e ii., sia pure in forma potenzialmente più speditiva (preventiva verifica di assoggettabilità a V.A.S. ai sensi del citato art. 6 comma 3 del D. Lgs. n° 152/2006 e ss. mm. e ii., prevista nel caso di* ***modifiche minori****).*

Aspetti procedimentali

Su ciascuna motivata e documentata proposta di "adeguamento tecnico funzionale", questo Consiglio Superiore si esprimerà, pertanto, in ordine:

- *al* ***riconoscimento della fattispecie di "adeguamento tecnico funzionale" delle opere***

previste dal piano *e, conseguentemente, della* ***non modificazione degli obiettivi e del generale assetto strategico del porto,*** *sia in termini infrastrutturali che funzionali (aspetto di metodo);*

- *alla* ***fattibilità tecnica*** *e alla* ***non rilevanza ambientale*** *degli adeguamenti delle opere previste dal piano e della eventuale* ***valutazione tecnica*** *del relativo progetto definitivo, se congiuntamente trasmesso (aspetto di merito).*

Per garantire la completezza del parere nei suoi aspetti sia tecnici che ambientali, a tutto vantaggio della speditezza dell'azione amministrativa, questo Consiglio Superiore si esprimerà sulle proposte di adeguamento tecnico-funzionale:

a) *previa acquisizione, per il tramite dei due componenti di diritto dell'Assemblea Generale come individuati ai sensi dell'art. 3, comma 4, lett. q) ed r) del DPR n. 204/2006, delle determinazioni della* ***Direzione Generale per la Salvaguardia Ambientale*** *adottate in base al parere reso ex artt. 2 e 9 del Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare da parte della Commissione tecnica CTVIA di cui al DPR n. 90/2007 e della* ***Direzione Generale per la Qualità della Vita del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare,*** *sulla eventuale necessità di sottoporre il progetto delle opere sottese dall'adeguamento tecnico funzionale alla procedura di verifica di assoggettabilità a V.I.A. di cui alll'art. 20 del d.lgs. n. 152/2006, nonché sulla eventuale necessità di adeguamento alle procedure di bonifica previste dalle norme vigenti (nel caso in cui il progetto delle opere ricada all'interno di un sito di bonifica di interesse nazionale). Le determinazioni delle suddette Direzioni sono rese entro 60 giorni dalla consegna degli elaborati nella prima riunione della Commissione relatrice incaricata di riferire sull'affare;*

b) *previa acquisizione dell'avviso della* ***Regione*** *medesima, per quanto di competenza, per il tramite del proprio rappresentante ex art. 3 - comma 5 del DPR n° 204/2006, entro il medesimo termine di cui al punto precedente.*

Sotto il profilo procedimentale, il soggetto proponente l'"adeguamento tecnico funzionale" procederà:

- *preliminarmente alla richiesta di parere tecnico, alla formale adozione della proposta di "adeguamento tecnico funzionale" previa la verifica, da parte della competente Amministrazione Comunale, della sussistenza del requisito di "**non contrasto**" con i vigenti strumenti di pianificazione urbanistica;*
- *a trasmettere a questo Consesso gli elaborati del proposto "adeguamento tecnico funzionale" con il corredo di una **relazione sintetica** che individui, descriva ed analizzi gli effetti dell'intervento su tutte le componenti ambientali sottese, anche utilizzando formati elettronici;*
- *successivamente al parere tecnico di questo Consesso, alla formale comunicazione alla Amministrazione Regionale dell'esito del parere medesimo, in quanto detta Amministrazione è competente in materia di approvazione dei piani regolatori portuali".*

Si riporta di seguito una descrizione dei contenuti della presente proposta di adeguamento tecnico funzionale (come desumibili dal sotteso progetto definitivo), al fine di rintracciarne le motivazioni e di individuarne i contenuti essenziali.

Il progetto definitivo del Nodo stradale ed autostradale di Genova, relativo all'adeguamento del sistema A7 – A10 – A12 predisposto dalla Società Autostrade per l'Italia, prevede un tracciato che presenta oltre il 95% del suo sviluppo in sotterraneo, con il ricorso sia allo scavo meccanizzato che alle consolidate tecnologie di avanzamento con tecnica tradizionale; la volumetria del materiale di smarino che ne deriva è pari a circa 11 milioni di metri cubi di materiale sciolto.

Tale produzione di materiale ha determinato la necessità di individuare ed integrare nell'ambito del progetto autostradale, diversi interventi di sistemazione sul territorio genovese, che comportano, tra l'altro, la realizzazione all'interno del canale di calma antistante l'Aeroporto di Genova, di un rilevato in affiancamento a quello attuale ove si collocano le piste di atterraggio/decollo, mediante il riutilizzo di circa 9 milioni di metri cubi di materiale sciolto.

In particolare il progetto prevede di conferire all'interno del canale di calma il materiale di smarino proveniente dallo scavo delle gallerie dell'infrastruttura autostradale (per circa 8.759.931 mc) mediante la preventiva realizzazione di una cassa di colmata in

continuità con l'attuale sedime aeroportuale.

Tale scelta funzionale alla realizzazione dell'opera viaria, comporta, peraltro, rilevanti benefici per la funzionalità ed il miglioramento delle condizioni di sicurezza dell'Aeroporto di Genova, così riassumibili:

- adeguamento della runway strip (fascia di rispetto laterale alla pista aeroportuale) alle prescrizioni dell'Annesso 14 ICAO;
- realizzazione di una strada perimetrale per l'accesso al lato della pista ed alla stessa runway strip;
- protezione dell'infrastruttura aeroportuale da eventi meteo marini significativi;
- adeguamento della rete di drenaggio della piattaforma aeroportuale.

In termini dimensionali l'opera di colmata prevista dal progetto in argomento ha una estensione di circa 650.088 mq (65 ha), con sezione rettangolare regolare di 180 m trasversali e 3.611,60 m longitudinali, con una sovrapposizione di circa 125 m longitudinali oltre il limite aeroportuale nella zona frontistante lo stabilimento ILVA di Cornigliano; la sua realizzazione prevede l'utilizzo di 148 cassoni cellulari in conglomerato cementizio armato, di cui 14 posti in senso ortogonale all'attuale margine della piattaforma aeroportuale per formare il marginamento sui lati ovest ed est della colmata, ed i restanti 132 cassoni disposti parallelamente alla pista per formare il marginamento verso la restante parte libera del canale di calma.

La larghezza del predetto canale di calma si riduce, pertanto, dagli attuali 240 m a 75 m.

Alla proposta di adeguamento tecnico funzionale di che trattasi sono allegati i seguenti elaborati:

PARTE GENERALE

- Elenco elaborati
- Relazione descrittiva Generale
- Relazione sintetica ambientale

IDRAULICA

- Relazione meteomarina

- Relazione idrodinamica e disperiva

  Relazione simulazioni di manovra nel nuovo Canale di Calma del Porto di Genova Multedo

ELABORATI GENERALI

-	Corografia generale con ubicazione area di intervento	Varie
-	Planimetria dello stato di fatto	1:4000
-	Planimetria generale degli interventi	1:4000
-	Planimetria generale degli interventi	1:2000
-	Planimetria generale degli interventi	1:2000
-	Planimetria generale degli interventi	1:2000
-	Planimetria generale degli interventi con ubicazione sezioni	1:4000
-	Planimetria generale degli interventi e imboccatura di ponente bacino di Sampierdarena	1:4000
-	Sezioni trasversali 1-2	1:250
-	Sezioni trasversali 3-4	1:250
-	Sezione trasversali 5	1:250
-	Sezioni longitudinale 6	1:250
-	Sezione longitudinale 6	1:250

CONSIDERATO

Preliminarmente, la Sezione rileva che la proposta di che trattasi costituisce concreta e coerente declinazione dei principi direttori di cui al parere di indirizzo di questo Consesso intorno alla materia degli adeguamenti tecnico funzionali alle opere previste dai piani regolatori portuali (voto n° 93/2009).

Alla luce di ciò, la Sezione è dell'avviso che la impostazione dei "considerato" secondo il "format" ormai consolidatosi con i precedenti casi di studio possa costituire strumento metodologico a garanzia di una trattazione formalmente omogenea delle proposte di adeguamento tecnico funzionale.

Si riporta di seguito, in forma integrale, il testo della lettera di trasmissione del 09.08.2012 n° 19246/P della Autorità Portuale di Genova relativa alla richiesta di esame e parere sulla presente proposta di adeguamento tecnico funzionale.

In detta nota si rintraccia la posizione della Autorità Portuale medesima al riguardo, tenuto conto che il soggetto promotore dell'iniziativa infrastrutturale di che trattasi è la società "Autostrade per l'Italia". Pertanto, la preliminare condivisione dell'iniziativa da parte del soggetto competente alla adozione di una proposta di adeguamento tecnico funzionale al PRP costituisce ineludibile condizione per la procedibilità.

"Con la presente si trasmette a codesto Consiglio lo stralcio progettuale di cui all'oggetto ai fini del riconoscimento dell'opera quale adeguamento tecnico-funzionale al vigente Piano Regolatore Portuale.

Per quanto concerne le procedure fin qui espletate, si evidenzia come l'originale proposta progettuale di parziale riempimento del canale prospiciente l'aeroporto sia stata sottoposta all'attenzione del Comitato Portuale che ne ha deliberato l'accoglimento subordinatamente ad alcune condizioni di carattere tecnico.

Al fine di verificare il soddisfacimento delle suddette condizioni (vedasi la delibera allegata alla presente), il soggetto proponente ha svolto una serie di approfondimenti, anche attraverso tecniche di simulazione, che sono riportati nella relazione descrittiva del progetto qui annesso.

Le risultanze di tali approfondimenti sono da considerarsi, a giudizio degli Uffici della scrivente, soddisfacenti sotto il profilo della navigabilità e manovrabilità del naviglio di progetto, naviglio definito dalla locale Autorità Marittima di concerto con il Corpo dei Piloti e con il gestore del servizio di rimorchio.

Sempre rispetto all'esito delle verifiche svolte l'Autorità Marittima, nel corso di specifica riunione tecnica tenutasi in data 6 giugno 2012, ha convenuto circa il fatto che esse abbiano fornito risultati soddisfacenti in termini di verifica tecnico/operativa degli spazi e delle traiettorie per tutti i mezzi considerati.

La stessa Autorità Marittima ha peraltro rilevato come gli effetti generati dai "treni d'onda", ininfluenti per il transito dei mezzi di servizio tecnico-nautici, potrebbero, sulla base

dell'esperienza che sarà verificata nelle diverse condizioni meteo e con la nuova opera realizzata, rendere necessarie specifiche regolamentazioni al transito della Navebus.

Parallelamente il Comune di Genova ha espresso il proprio parere di "non contrasto" della nuova opera agli strumenti urbanistici (vedasi note allegato 2).

Sotto diverso profilo - riferito alla disamina del trasporto di materiali solidi, gli studi effettuati evidenziano alcuni elementi di attenzione sintetizzabili nell'"aumento consistente della sedimentazione in corrispondenza della zona di foce Polcevera limitrofa alla diga foranea, in corrispondenza della banchina ILVA e testata est del nuovo deposito a mare e alle due estremità del canale della testata ovest dell'aeroporto". (cfr pag 100 relazione idrodinamica e dispersiva).

Tale problematica è da mettere in relazione anche alla capacità riflettente delle banchine assunta dal progettista (coefficiente pari a 0,5 in luogo di 0,3 indicato dagli Uffici di APG) e comporta la necessità di prevedere periodici interventi di manutenzione dei fondali per garantire il sicuro e pieno utilizzo delle banchine ILVA, del bacino di evoluzione dell'imboccatura di ponente del porto di Sampierdarena e delle banchine Ronco-Derna-Canepa.

Al fine di garantire dette condizioni operative l'Autorità Portuale si farà carico di monitorare lo stato dei fondali, mentre gli interventi di manutenzione ed i relativi oneri dovranno essere oggetto di specifico accordo fra la scrivente e società Autostrade S.p.A.

Nel richiedere a questo Consesso di volersi esprimere favorevolmente, rispetto alla proposta di adeguamento tecnico-funzionale, si richiede altresì il parere di competenza circa criteri da adottare (frequenza dei controlli batimetrici e soglia di interramento limite oltre la quale prevedere l'intervento di manutenzione) in ordine al monitoraggio ed alla manutenzione dei fondali".

Pertanto, la condivisione dell'iniziativa da parte dell'Autorità Portuale è indissolubilmente legata alle considerazioni riportate nella nota sopra riportata, con particolare riferimento:

- alla posizione manifestata dalla Autorità Marittima in ordine alla sicurezza della navigazione;
- alla necessità di monitorare lo stato dei fondali in corrispondenza delle banchine ILVA, del bacino di evoluzione dell'imboccatura di ponente del porto di Sampierdarena e delle banchine Ronco-Derna-Canepa;

- alla necessità di prevedere periodici interventi di manutenzione dei fondali sopra citati, con preventiva definizione dei relativi oneri economici all'interno di uno specifico accordo da stipularsi tra l'Autorità Portuale e la società Autostrade per l'Italia S.p.A..

Riguardo la puntuale esplicitazione della posizione manifestata dalla Autorità Marittima in ordine alla sicurezza della navigazione, si rimanda al parere di cui alla nota del 16.08.2012 n° 25.24.00/1067 e alle prescrizioni in essa contenute, che costituiscono parte integrante del presente parere.

1. Aspetti amministrativi e procedimentali

1.1 L'atto amministrativo del Comitato Portuale

Si rinviene in atti la delibera del competente Comitato Portuale del 27.10.2011 n° 93/10/2011 con la quale, all'unanimità, si è deliberato *"di accogliere la proposta progettuale di riempimento parziale del canale di calma prospiciente l'aeroporto alle condizioni indicate in relazione"*, dando *"mandato agli Uffici dell'Ente affinché procedano con l'iter istruttorio finalizzato al riconoscimento dell'opera quale "adeguamento tecnico funzionale" al vigente Piano Regolatore Portuale"*.

1.2 La posizione del Comune di Genova
(requisito del "non contrasto" con gli strumenti urbanistici vigenti)

Con nota del 15.05.2012 n° 154244 il Comune di Genova si è favorevolmente espresso sulla proposta di adeguamento tecnico funzionale di che trattasi.

In detta nota si da esplicitamente atto della coerenza *"con gli obiettivi con gli obiettivi generali degli strumenti di pianificazione vigenti e del PUC adottato"* e si rileva *"il non contrasto con la disciplina urbanistica comunale, vigente ed in salvaguardia, a condizione che venga garantita la navigabilità del canale di calma"*.

Successivamente, a seguito delle simulazioni nautiche svolte presso l'istituto

CE.TE.NA., il Comune di Genova, con nota del 19.07.2012 n° 227362/243, ha confermato *"il parere di coerenza con gli strumenti di pianificazioni vigenti e di salvaguardia"*.

1.3 La posizione della Regione Liguria

Con nota del 23.11.2012 n° PG/2012/165801 la Regione Liguria – Dipartimento pianificazione teriitoriale, urbanistica – Direzione generale del dipartimento ha espresso parere favorevole sulla proposta, come di seguito riportato in forma integrale.

"Il progetto definitivo del Nodo stradale ed autostradale di Genova, relativo all'adeguamento del sistema A7 – A10 – A12 predisposto dalla Società Autostrade per l'Italia, prevede un tracciato che presenta oltre il 95% del suo sviluppo in sotterraneo, con il ricorso sia allo scavo meccanizzato che alle consolidate tecnologie di avanzamento con tecnica tradizionale; la volumetria del materiale di smarino che ne deriva è pari a circa 11 milioni di metri cubi di materiale sciolto.

Tale produzione di materiale ha determinato la necessità di individuare ed integrare nell'ambito del progetto autostradale, diversi interventi di sistemazione sul territorio genovese, che comportano, tra l'altro, la realizzazione all'interno del canale di calma antistante l'Aeroporto di Genova, di un rilevato in affiancamento a quello attuale ove si collocano le piste di atterraggio/decollo, mediante il riutilizzo di circa 9 milioni di metri cubi di materiale sciolto.

In particolare il progetto prevede di conferire all'interno del canale di calma il materiale di smarino proveniente dallo scavo delle gallerie dell'infrastruttura autostradale (per circa 8.759.931 mc) mediante la preventiva realizzazione di una cassa di colmata in continuità con l'attuale sedime aeroportuale.

Tale scelta funzionale alla realizzazione dell'opera viaria, comporta, peraltro, rilevanti benefici per la funzionalità ed il miglioramento delle condizioni di sicurezza dell'Aeroporto di Genova, così riassumibili:

1) *adeguamento della runway strip (fascia di rispetto laterale alla pista aeroportuale) alle prescrizioni dell'Annesso 14 ICAO;*
2) *realizzazione di una strada perimetrale per l'accesso al lato della pista ed alla stessa runway strip;*

3) *protezione dell'infrastruttura aeroportuale da eventi meteo marini significativi;*

4) *adeguamento della rete di drenaggio della piattaforma aeroportuale.*

In termini dimensionali l'opera di colmata prevista dal progetto in argomento ha una estensione di circa 650.088 mq (65 ha), con sezione rettangolare regolare di 180 m trasversali e 3.611,60 m longitudinali, con una sovrapposizione di circa 125 m longitudinali oltre il limite aeroportuale nella zona frontistante lo stabilimento ILVA di Cornigliano; la sua realizzazione prevede l'utilizzo di 148 cassoni cellulari in conglomerato cementizio armato, di cui 14 posti in senso ortogonale all'attuale margine della piattaforma aeroportuale per formare il marginamento sui lati ovest ed est della colmata, ed i restanti 132 cassoni disposti parallelamente alla pista per formare il marginamento verso la restante parte libera del canale di calma.

La sezione trasversale del predetto canale di calma si riduce pertanto dagli attuali 240 m a 60 m prima di incontrare l'opera marittima foranea.

Ciò sinteticamente premesso si osserva che:

1) *l'opera in argomento non comporta pregiudizio per la funzionalità del porto di Genova, come già evidenziato dalla Autorità Portuale di Genova con propria nota prot. 19246/P del 9 agosto 2012 alle condizioni ivi indicate e sulla scorta della Deliberazione del Comitato Portuale n. 93 del 27 novembre 2011;*

2) *il Comune di Genova, con nota prot. 154244 del 15 maggio 2012, ha espresso il proprio parere in merito alla coerenza del progetto in argomento con i piani urbanistici comunali, vigenti ed operanti in regime di salvaguardia;*

3) *l'opera non è in contrasto con il vigente P.R.P. del Porto di Genova, in quanto la relativa disciplina, sub art. 2 della Normativa, specifica le caratteristiche degli adeguamenti tecnico-funzionali e, in particolare, definisce modifiche non sostanziali quelle che:*
   - *siano coerenti con gli obiettivi e le scelte di programmazione del PRP;*
   - *non comportino l'introduzione di modifiche alla localizzazione delle funzioni previste dallo Schema Generale del Piano di cui all'art. 5 della stessa Normativa;*
   - *non contengano variazioni al perimetro dei riempimenti e delle opere di protezione a mare previsti dallo Schema Generale di Piano;*

- *risultino compatibili con la vigente disciplina degli strumenti di pianificazione territoriale di livello regionale/comunale vigenti ed adottati;*

Per le ragioni indicate l'intervento previsto non interferisce con gli obiettivi e con specifiche previsioni del PRP per il tratto di mare portuale considerato, atteso che è comunque assicurato il mantenimento della transitabilità dello specchio acqueo per mezzi di servizio portuale e non sono interferite altre opere portuali;

4) *l'opera non è in contrasto con i vigenti Piani Territoriali di Coordinamento della Regione Liguria, atteso che:*
   - *rispetto al vigente P.T.C. paesaggistico, è posta in contiguità con l'ambito di tipo AI-CO – Attrezzature e Impianti in regime di Consolidamento – dell'Aeroporto di Genova, di cui all'art. 56 delle relative Norme di Attuazione, che ammette gli interventi del tipo in parola "sia di modificazione delle strutture esistenti sia di eventuale ampliamento dell'impianto che ne consolidino la presenza e ne migliorino l'inserimento nel contesto ambientale";*
   - *rispetto al vigente P.T.C. degli Insediamenti Produttivi dell'Area Centrale ligure, valgono le disposizioni relative al Distretto di Trasformazione n. 4 – Ponente (Sestri Ponente) dell'Area Metropolitana Genovese, per l'Area di Intervento n. 10 – Aeroporto e, in minima parte, per l'Area di Intervento n. 12 – Settore 2 – Polo siderurgico non a ciclo integrale di Cornigliano/Attività portuali, le cui funzioni caratterizzanti sono, rispettivamente, SM6 (centri intermodali) e AE1 (attività portuali), di talchè, oltre al perseguimento del generale obiettivo della valorizzazione e del miglioramento funzionale dell'infrastruttura aeroportuale, l'intervento previsto non si pone né in contrasto né può comportare interferenze con lo sviluppo delle funzioni produttive indicate.*

Per le ragioni sopra indicate, rispetto alle disposizioni di cui alla L.R. 9/2003 recante la definizione delle procedure per l'approvazione regionale dei Piani regolatori portuali e dei progetti di interventi negli ambiti portuali e, segnatamente, quelle di cui all'art. 4 che qualifica le varianti al Piano regolatore portuale e gli adeguamenti tecnico – funzionali, si riscontra, per quanto di competenza della Regione Liguria, l'esistenza delle necessarie condizioni per poter qualificare l'opera in argomento come adeguamento tecnico – funzionale del vigente P.R.P. del Porto di

Genova, in quanto coerente con gli obiettivi e le scelte di programmazione del Piano e tale da non modificare, in modo sostanziale, la conformazione ed il dimensionamento complessivo dell'impianto portuale, non avendo detta opera, oltre alle primarie finalità connesse alla realizzazione dell'interconnessione della rete autostradale esistente, finalità di sviluppo dell'attività portuale, ma mero miglioramento della sicurezza e funzionalità dell'aeroporto di Genova.

Si esprime, pertanto, parere favorevole alla sua approvazione nei termini dianzi indicati."

1.4 La posizione dell'ENAC

Si riporta di seguito la posizione espressa dall'ENAC sulla proposta di che trattasi, come formalmente comunicata dal rappresentante dell'Ente all'interno della commissione relatrice incaricata di riferire sull'affare.

"Si fa riferimento alla convocazione Prot.N. 10948 del 21/11/2012, ai sensi dell'art.6, comma2c, DPR 24/4/2006 n. 204, riguardante l'opera a mare nel Canale di Calma del Porto di Genova che, attraverso il conferimento in adiacenza all'aeroporto del materiale di smarino derivante dalle lavorazioni per la realizzazione delle gallerie del nodo autostradale di Genova (sistema A7-A10-A12), consentirà l'adeguamento del sito aeroportuale ampliando la strip di volo.

Questo Ente condivide l'intervento proposto, e subordina il proprio favorevole parere per l'adeguamento tecnico-funzionale del PRP alle seguenti prescrizioni:

Le fasi di cantierizzazione e di realizzazione dell'opera dovranno tener conto delle esigenze di continuità operativa dell'aeroporto;

Le caratteristiche, in termini di portanza e caratteristiche superficiali nel tempo, dell'area in ampliamento dovranno essere rispondenti alle prescrizioni ICAO e a quanto previsto dal Regolamento per la costruzione e l'esercizio degli aeroporti;

La gestione e manutenzione futura sia dei sistemi di drenaggio delle acque che delle prevedibili necessità in ordine alle opere di protezione dalle erosioni marine del sito aeroportuale, non potrà avere ricadute sugli oneri di finanza pubblica e dovrà essere a carico del soggetto proponente;

Il collaudo delle opere dovrà avvenire attraverso commissione costituita da almeno due

professionisti dell'Enac ed oneri carico della Stazione Appaltante;

Il futuro ampliamento del sedime, dovrà transitare dal demanio marittimo al demanio terrestre ramo aeronautico, con procedura a carico del proponente;

Il soggetto proponente si occuperà di tutti i procedimenti autorizzativi.

Dovrà essere formalizzato un "Accordo di Programma" tra i soggetti interessati, ivi compresa l'Enac, per la definizione puntuale dei termini di cui ai punti precedenti

Quanto sopra posto, nel formulare il presente parere, si ritiene di dover evidenziare i seguenti temi, da tenere in attenzione per gli approfondimenti progettuali futuri:

- *adozione di mezzi di cantiere con il minimo sviluppo verticale per tutte le lavorazioni prossime alle superfici di limitazione ostacoli;*
- *previsione e controllo accurato delle fasi lavorative e di approvvigionamento materiali che prevedono mezzi durante la realizzazione della piarda e navigli in transito presso la testata 28, principale testata strumentale per la quale è presumibile un maggior interferenza sugli apparati di radio assistenza;*
- *predisposizione di uno studio di compatibilità elettromagnetica a cura dell'ENAV che quantifichi l'eventuale impatto delle citate lavorazioni e transiti sulle radio assistenze;*
- *previsione di specifici accorgimenti volti al controllo e all'eventuale allontanamento di avifauna qualora se ne riscontrasse l'aumento;*
- *previsione di procedure volte ad assicurare la Security aeroportuale;*
- *assunzione dei requisiti infrastrutturali di cui al cap 3 del Regolamento ENAC per la Costruzione e l'Esercizio degli Aeroporti;*
- *previsione di un sistema di controllo dei ostacoli aeronautici costituiti dai mezzi d'opera in fase di costruzione congruente con i requisiti informativi di cui al Regolamento ENAC AIS".*

2. Aspetti metodologici (ammissibilità all'esame)

2.1 Riconoscibilità della fattispecie di adeguamento tecnico funzionale delle opere previste dal vigente piano regolatore portuale

Si rammenta, ancora una volta, il criterio direttore esplicitato nel citato voto di indirizzo n° 93/2009:

"In questo rinnovato e più organizzato contesto metodologico e concettuale, dunque, la "modifica non sostanziale" è riconoscibile allorquando nell'ambito del "sistema porto", per effetto di una sopravvenuta "forzante", sia necessario modificare l'assetto plano-altimetrico e batimetrico delle opere previste nel piano regolatore portuale per perseguire i traguardati obiettivi, mantenendo le stesse scelte strategiche.

Ma, come detto, il modello di "piano strutturale" presuppone un assetto plano-altimetrico e batimetrico delle opere intrinsecamente flessibile che, pertanto, ben si adatta ad accogliere al suo interno la "modifica non sostanziale". Quest'ultima, pertanto, introduce soltanto un adeguamento infrastrutturale delle opere previste nel piano nell'ambito delle originarie e confermate scelte strategiche, atte a perseguire i prefissati obiettivi".

Orbene, nel caso all'esame, la Sezione è dell'avviso che la proposta di adeguamento tecnico-funzionale all'esame colga lo spirito del sopra riportato criterio direttore.

La "forzante", nel caso in esame, si materializza nella opportunità di rinvenire, in ambito portuale, soluzioni sinergiche per l'utile reimpiego dello smarino proveniente dallo scavo delle gallerie previste nel progetto definitivo della c.d. "gronda autostradale" di Genova.

La proposta sottoposta ad esame e parere individua nell'allargamento della "strip" aeroportuale mediante colmata (e nel conseguente restringimento dell'adiacente canale di calma) una soluzione progettuale tecnicamente perseguibile, che non altera l'assetto generale del porto e le sue funzioni. Pertanto, restano immutate le strategie per il perseguimento degli obiettivi di piano. Trattasi di un adeguamento del patrimonio infrastrutturale esistente alla luce di sopravvenute condizioni ed opportunità al contorno.

Alla luce di quanto sopra considerato, la Sezione, pertanto, non può non

condividere l'avviso già preliminarmente ed inequivocamente espresso in tal senso dagli Enti pubblici coinvolti nel procedimento amministrativo.

2.2 Completezza formale degli elaborati a corredo della proposta di adeguamento tecnico-funzionale

Gli elaborati a corredo della proposta appaiono formalmente completi, tali da assicurare adeguata leggibilità alla proposta medesima.

3. Aspetti di merito (fondatezza della proposta)

3.1 Considerazioni tecniche (requisito della "fattibilità tecnica" delle opere sottese dall'adeguamento tecnico-funzionale)

Nel complesso si riscontra un idoneo approfondimento delle problematiche idraulico-marittime sottese dalla proposta di adeguamento tecnico funzionale all'esame.

Tuttavia, poiché le analisi condotte sono basate su una metodologia di indagine di tipo statistico (altezza d'onda associata al periodo di ritorno espresso in anni), si prescrive, in fase di ulteriore sviluppo della progettazione delle relative opere civili, di verificare le scelte progettuali attraverso la valutazione dei periodi di down-time, con riferimento al moto ondoso su base statistica annua.

Inoltre, idonee scelte progettuali esecutive dovranno assicurare, anche con l'ausilio di appropriata modellistica, la attribuzione di un adeguato coefficiente di riflessione delle opere poste a presidio della colmata (cassoni cellulari forati in c.a.), in coerenza con le ipotesi poste a base della simulazione nautica già condotta.

3.2 Considerazioni ambientali (valutazione di impatto ambientale)

Il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ha comunicato, per il tramite dei propri rappresentanti in seno alla commissione relatrice, che il progetto definitivo delle opere sottese dalla proposta di adeguamento tecnico funzionale di che trattasi è in fase di VIA.

Fatte salve le valutazioni della commissione VIA, si segnala, per gli aspetti amministrativi, che la società Autostrade per l'Italia S.p.A. ha presentato in commissione il progetto definitivo (che di fatto introduce una modifica al sedime portuale ed aeroportuale) senza la preventiva stipula di un accordo di programma con i relativi enti pubblici competenti (Autorità Portuale ed ENAC) che autorizzi la società stessa ad operare anche per conto delle due amministrazioni pubbliche coinvolte.

Il porto non è sede di SIN e, pertanto, non vi sono aspetti ambientali relativi alla bonifica dei siti inquinati.

* * *

Tutto ciò premesso e considerato, la Sezione, all'unanimità, è del

PARERE

- che sulla proposta di adeguamento tecnico funzionale delle opere previste dal Piano Regolatore Portuale di Genova, trasmessa dalla competente Autorità Portuale, si possa esprimere un **avviso favorevole** alla luce:
  - della lettera di trasmissione del 09.08.2012 n° 19246/P della Autorità Portuale di Genova, con le **condizioni** in essa contenute;
  - del parere espresso con la nota del 16.08.2012 n° 25.24.00/1067 della Autorità Marittima, con le **prescrizioni** in essa contenute;
  - della delibera del Comitato Portuale del 27.10.2011 n° 93/10/2011 di cui al punto **1.1,** con le **condizioni** espresse nella relazione allegata alla delibera medesima;
  - della posizione espressa dal Comune di Genova di cui al punto **1.2** (coerenza con gli strumenti urbanistici vigenti e di salvaguardia);
  - della posizione espressa dalla Regione Liguria di cui al punto **1.3;**
  - della posizione espressa, con **prescrizioni e raccomandazioni**, dall'ENAC di cui al punto **1.4;**
  - dal riconoscimento della fattispecie di adeguamento tecnico funzionale delle

opere previste dal vigente piano regolatore portuale di cui al **2.1**;

- della completezza formale degli elaborati a corredo della proposta di adeguamento tecnico funzionale di cui al punto **2.2**;
- delle considerazioni relative al requisito della "fattibilità tecnica" delle opere sottese dall'adeguamento tecnico-funzionale di cui al punto **3.1**;
- delle considerazioni ambientali di cui al punto **3.2**;

- **che l'avviso favorevole espresso è tassativamente subordinato al perfezionamento dell'accordo di programma tra Autostrade per l'Italia S.p.A., ENAC ed Autorità Portuale di Genova in merito all'oggetto, entro inderogabili 120 gg. dalla data di ricezione del presente parere;**
- che occorra pervenire alla formale comunicazione alla Regione Liguria del presente parere, per opportuno conclusivo provvedimento nei modi e nelle forme amministrative di propria esclusiva competenza.

ENAC

Protocollo del 10/10/2014

0106708/PROT

ENAC
ENTE NAZIONALE PER L'AVIAZIONE CIVILE

Direzione Operatività Aeroporti

Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Dipartimento per le Infrastrutture, gli Affari Generali ed il Personale
Costa Direzione Generale per lo sviluppo del territorio, la programmazione e i progetti internzionali
Via Nomentana, 1 – Roma
dg.prog-div3@pec.mit.gov.it

M_INF-TER_PROG
D.G.Svil. Territorio, Programmazione, Progett
TER_PROG_D03
REGISTRO UFFICIALE
Prot: **0007683-14/10/2014-INGRESS**

E p.c.

Aeroporto di Genova S.p.A.
Aeroporto "C. Colombo" - 16154 Genova Sestri
protocollo@pec.airport.genova.it

Enac – Direzione Operazioni Nord - SEDE
Enac – Direzione Pianificazione e Progetti - SEDE

Oggetto: DPR 18/4/94, n. 383 e s.m.i. – Autostrade A7-A10-A12. Progetto nodo stradale ed autostradale di Genova adeguamento sistema A7-A10-A12. Gronda di ponente – Parere di competenza

Si fa riferimento alla convocazione CDS del 12/9/2014 prot. n. 6853 per significare che si esprime parere favorevole alla realizzazione dello opere, per quanto di competenza della scrivente, con le seguenti prescrizioni:

1. Le fasi di cantierizzazione e di realizzazione dell'opera dovranno tener conto delle esigenze di continuità operativa dell'aeroporto;

2. Le caratteristiche, in termini di portanza e caratteristiche superficiali nel tempo, dell'area in ampliamento dovranno essere rispondenti alle prescrizioni ICAO e a quanto previsto dal Regolamento per la costruzione e l'esercizio degli aeroporti;

3. La gestione e manutenzione futura sia dei sistemi di drenaggio delle acque che delle prevedibili necessità in ordine alle opere di protezione dalle erosioni marine del sito aeroportuale, non potrà avere ricadute sugli oneri di finanza pubblica e dovrà essere a carico del soggetto proponente;

4. Il collaudo delle opere dovrà avvenire attraverso commissione costituita da almeno due professionisti dell'Enac ed oneri a carico della Stazione Appaltante;

5. Il futuro ampliamento del sedime, dovrà transitare dal demanio marittimo al demanio terrestre ramo aeronautico, con procedura a carico del proponente;

6. Il soggetto proponente si occuperà di tutti i procedimenti autorizzativi.

sede legale : Viale Castro Pretorio, 118
sede operativa : Via Gaeta, 3
00185 - Roma
c.f. 97158180584
IOP

tel. +39 06 44596610
fax +39 06 44596641
operativita@enac.gov.it
protocollo@pec.enac.gov.it
www.enac.gov.it

7. Dovrà essere formalizzato un "Accordo di Programma" tra i soggetti interessati, ivi compresa l'Enac, per la definizione puntuale dei termini di cui ai punti precedenti

Oltre a quanto sopra esposto, nel formulare il presente parere, si ritiene di dover evidenziare i seguenti aspetti, da tenere in attenzione per gli approfondimenti progettuali futuri:

- adozione di mezzi di cantiere con il minimo sviluppo verticale per tutte le lavorazioni prossime alle superfici di limitazione ostacoli;

- previsione e controllo accurato delle fasi lavorative e di approvvigionamento materiali che prevedono mezzi durante la realizzazione della piarda e navigli in transito presso la testata 28, principale testata strumentale per la quale è presumibile un maggior interferenza sugli apparati di radio assistenza;

- predisposizione di uno studio di compatibilità elettromagnetica a cura dell'ENAV che quantifichi l'eventuale impatto delle citate lavorazioni e transiti sulle radio assistenze;

- previsione di specifici accorgimenti volti al controllo e all'eventuale allontanamento di avifauna qualora se ne riscontrasse l'aumento;

- previsione di procedure volte ad assicurare la Security aeroportuale;

- assunzione dei requisiti infrastrutturali di cui al cap 3 del Regolamento ENAC per la Costruzione e l'Esercizio degli Aeroporti;

- previsione di un sistema di controllo degli ostacoli aeronautici costituiti dai mezzi d'opera in fase di costruzione congruente con i requisiti informativi di cui al Regolamento ENAC AIS.

Cordiali saluti

Il Direttore
Ing. Franco Conte

2014.10.10 IOP/TAM

ENAV

Direzione Servizi Navigazione Aerea
Funzione Progettazione Spazi Aerei
DSNA/PSA/SC10826/_____ Roma, _____
All.1

Alla **Autostrade per l'Italia**
autostradeperlitalia@pec.autostrade.it

e, p.c: Al **C.I.G.A.**
aerogeo@postacert.difesa.it

All' **ENAC** Direzione Operazioni Nord
TORINO
protocollo@pec.enac.gov.it

Oggetto: progetto nodo autostradale di Genova, adeguamento sistema A7 – A10 ed A12. Gronda di Ponente.

Rife: A) fgl Autostrade per l'Italia, prot. API/RM/15.04.14/0007434/EU;
B) fgl. ENAV S.p.A., prot. AOP/PSA/SC10826/172131 del 16/06/2011.

Al fine di poter rendere più celeri i tempi di valutazione del progetto trasmesso con il foglio a riferimento "A", si richiede di voler inviare un documento riassuntivo contenente le informazioni plano altimetriche inerenti i soli ostacoli permanenti (torri faro, portali etc) e/o di cantiere (gru, autogru etc.) che rispetto al precedente progetto, già evaso da questa Società con l'invio all' ENAC delle proprie valutazioni (foglio a riferimento "B"), siano stati oggetto di diversa collocazione o risultino di nuova installazione.

Le informazioni richieste dovranno contenere la descrizione della tipologia ostacolo, la posizione espressa in coordinate geografiche WGS84, l'altezza/altitudine al top e, nel caso di gru, la lunghezza braccio . All'uopo si allega una tabella che potrà essere utilizzata come documento di riferimento.

La documentazione integrativa (timbrata e firmata da tecnico iscritto all'albo professionale), può essere trasmessa anche per posta certificata all'indirizzo funzione.psa@pec.enav.it.

Si richiede, con l'occasione, di voler estendere i dati di cui sopra anche all' ENAC ed al CIGA.

In attesa di un cortese riscontro, si rimane a disposizione per eventuali chiarimenti ai numeri 06 816624029 – 2100.

Il Responsabile
Giuseppe Scala

Allegato: scheda ostacolo

SCHEDA OSTACOLO ENAV N° 10826

Autostrade per l'Italia - Integrazioni al foglio ASPI/RM/15.04.14/0007434/EU

PROVINCIA	COMUNE	LOCALITA'	tipologia ostacolo (cfr. Annex 14)	COORDINATE GEOGRAFICHE WGS-84		Quota terreno alla base dell'ostacolo (s.l.m.m.)	ELEVAZIONE		note
				Lat	Lon		AGL (m)	AMSL (m)	
				xx°xx'xx,xxxx"				0.00	
								0.00	
								0.00	
								0.00	
								0.00	
								0.00	
								0.00	
								0.00	
								0.00	
								0.00	
								0.00	
								0.00	
CANTIERISTICA									
								0.00	braccio GRU =..... mt.
								0.00	

DATA

TIMBRO E FIRMA

l'altezza (AGL) è riferita al top (luce ostacolo, parafulmine, etc.)
la quota (AMSL) è al top di ogni accessorio (AGL + quota terreno s.l.m. alla base)

ENAV Protocollo n. 2014/0169393 del 07/08/2014 DSNA/PSA/OST Pagina 2 di 2

ENAV

Direzione Servizi Navigazione Aerea
Funzione Progettazione Spazi Aerei
DSNA/PSA/SC10826/ _____
All.1

Roma, _____

Al: Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
dg.prog-div3@pec.mit.gov.it

e, p.c.: ENAC D.O. Nord TO
protocollo@pec.enac.gov.it

C.I.G.A.
aerogeo@postacert.difesa.it

Autostrade per l'Italia
autostradeperlitalia@pec.autostrade.it

M_INF-TER_PROG
D.G.Svil. Territorio, Programmazione, Progett
TER_PROG_D03
REGISTRO UFFICIALE
Prot: **0007688-14/10/2014-INGRESS**

Oggetto: conferenze dei servizi per l'adeguamento autostradale A7-A10-A12. Gronda di Ponente.

Rife: foglio Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, prot. 6853 del 12/09/2014.

Nel fornire riscontro a quanto pervenuto con il foglio a riferimento, si comunica che per motivi d'ufficio non sarà possibile inviare alle conferenze in oggetto alcun delegato di questa Società.

Con l'occasione, si comunica che l'ENAV, su richiesta dei soggetti interessati e limitatamente agli aeroporti e ai sistemi di comunicazione, navigazione e radar (CNR) di pertinenza, esegue verifiche atte ad individuare possibili interferenze di nuove installazioni (es.: edifici, pali antenne, linee elettriche ecc.) con le procedure strumentali di volo, le superfici di delimitazione ostacoli (di cui al Regolamento ENAC per la costruzione e l'esercizio degli aeroporti) e, esclusivamente per dimensione ed ingombro, con i sistemi CNR.

Gli esiti delle verifiche vengono, quindi, trasmessi all'ENAC che, sulla base delle procedure in atto (*art.709 del Codice della Navigazione*), riassume i termini dell'istruttoria e comunica le proprie determinazioni agli interessati ai fini della tutela delle operazioni aeree civili.

Nel caso specifico, si informa che questa Società ha già valutato il progetto in argomento (scheda ostacolo 10826) e richiesto alla Soc. Autostrade per l'Italia informazioni circa possibili modifiche eventualmente apportate al progetto originario.

Il Responsabile
Giuseppe Scala

Allegato: foglio ENAV, prot. DSNA/SC10826/169393 del 07/08/2014

APPENDICE B: QUADRO OTTEMPERANZE PARERI AUTORIZZATIVI LOTTO 5

Ottemperanze lotto 5

	RIF.	Sintesi prescrizione	Descrizione prescrizione	FASE	Attività	Osservazioni /riferimento ad elaborati progettuali
4	A1	Ottemperanza prescrizioni del Piano di utilizzo delle terre e rocce da scavo	Devono essere ottemperate tutte le condizioni del **Piano di utilizzo delle terre e rocce da scavo**, come da parere n. 1239 del 24/05/2013 della Commissione VIA e VAS;	CANTIERE	Si rimanda alle prescrizioni T	Inserita nel Capitolato Ambientale (MAM0100) l'informativa, riportando nel capitolo specifico sulle Terre e Rocce da scavo indicazioni specifiche, richiamando le condizioni previste dal Piano di Utilizzo delle terre (APG0010, PdU). Il PdU è allegato alla documentazione di supporto del progetto esecutivo
5	A2	Costituzione Comitato di Controllo	fatta salva la competenza dell'ARPA liguria, dovrà essere costituito il **Comitato di Controllo**, come previsto dalle condizioni imposte dal parere n. 1239 del 24/05/2013 della Commissione Tecnica VIA-VAS sul Piano di utilizzo delle terre e rocce da scavo, e dovrà anche effettuare tutte le attività occorrenti ai fini della **vigilanza, monitoraggio e controllo delle attività di cantiere;** tale comitato deve essere partecipato cia ARPA Liguria, dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare e dalla Regione Liguria, con oneri a carico della Società Autostrade per l'Italia S.p.A;	attivazione successiva all'approvazione dell'opera da parte del MIT	Osservatorio Ambientale costituito con Decreto Direttoriale del Ministero dell'Ambiente DVA-DEC-2014-0000368 del 14 novembre 2014	Inserita informativa ad Appaltatore in CA (Elaborato MAM0100)
6	A3	Sottoscrizione Accordo di programma	Prima dell'approvazione del progetto definitivo dalla conferenza di servizi dovrà essere sottoscritto l'**Accordo di programma tra ENAC, Autorità Portuale e Autostrade per l'Italia S.p.A.** che autorizzi quest'ultima ad operare e gestire la realizzazione dell'opera a mare anche per conto delle due amministrazioni pubbliche	CDS	Non pertinente per il presente lotto	
7	A4	Studio trasportistico GE Ovest-Aeroporto	Prima dell'approvazione del progetto esecutivo, dovrà essere presentato al MATTM, ai fini dell'ottemperanza, uno **studio trasportistico** di verifica funzionale del collegamento Genova Aeroporto – Genova Ovest, che considera le possibili soluzioni alternative, ivi incluse le iniziative di supporto all'attuale tracciato (viadotto Morandi), indicando altresì i tempi e i soggetti competenti per la realizzazione di tali soluzioni	PD	Non pertinente per il presente lotto	
8	A5	Fattibilità campo fotovoltaico	Dovrà essere verificata da parte del MATTM la fattibilità del progetto del **campo fotovoltaico di 25 Ha** in relazione alla scarsità di territorio da utilizzare a tal fine e, in caso di mancata realizzazione, tale compensazione dovrà comprendere il completamento delle **iniziative di supporto di cui al punto precedente** o, in subordine, un eventuale progetto alternativo di energia rinnovabile e/o di efficientamento energetico di pari potenza	PD	Non pertinente per il presente lotto	Rimando a prescrizione A37 a
9	A6	Regolamentazioni del traffico cittadino e limitazione al traffico pesante GE Aeroporto – GE Voltri	A seguito dalla realizzazione della nuova infrastruttura e in accordo con il Comune di Genova dovranno essere definite le **regolamentazioni del traffico cittadino e la limitazione al traffico pesante per il tratto Genova Aeroporto — Genova - Voltri**; la **segnaletica autostradale** dovrà rendere evidente l'obbligo di percorrenza della nuova autostrada per il traffico di attraversamento del territorio genovese;	CDS	Non pertinente per il presente lotto	
10	A7	Piano tariffario pro-Gronda - Declassamento A10	in accordo con ANAS. dovrà essere valutata la possibilità di adottare un **piano tariffario** che preveda, con riferimento alla **A10**, tariffe più basse per i residenti e tariffe più alte per il traffico di attraversamento dalla stessa A10 rispetto a quelle della nuova infrastruttura allo scopo di incentivare l'utilizzo della Gronda; successivamente ASPI, in accordo con ANAS e con la Regione Liguria dovrà valutare la possibilità di **declassamento della A10 attuale;**	CDS	Non pertinente per il presente lotto	
11	A8	Approvvigionamento materiali da costruzione e smaltimento materiali di risulta in siti autorizzati e possibilità trasporto con bettoline	l'approvvigionamento dei materiali da costruzione e lo smaltimento dei materiali di risulta dovrà essere effettuato utilizzando siti autorizzati, privilegiando, a parità di idoneità, quelli più prossimi all'area di intervento, allo scopo di minimizzare gli impatti derivanti dal trasporto; nell'ambito del progetto esecutivo deve essere vagliata, in accordo on Autorità Portuale e Capitaneria di Porto, la possibilità del trasporto di materiale non amiantifero destinato all'opera a mare attraverso **bettoline** per limitare l'interferenza con il sito e le lavorazioni dell'ILVA;	CDS	Non pertinente per il presente lotto	
12	A9	Attraversamento Ilva	Al fine di evitare o limitare le interferenze con il ciclo delle lavorazioni dell'ILVA, nell'ambito della progettazione esecutiva, dovranno essere valutate e presentate al MATTM eventuali **soluzioni alternative per il passaggio dello slurrydotto dal cantiere CI 04** all'opera a mare, da individuare in accordo con tutti gli Enti coinvolti, ASPI, ILVA, Comune, Autorità Portuale, Gestore Aeroporto di Genova e Regione Liguria	CDS	Non pertinente per il presente lotto	
13	A10	Piano gestione ambientale	Nell'ambito del progetto esecutivo, occorre presentare al MATTM ai fini dell'ottemperanza, **un piano di gestione ambientale,** con le modalità di intervento in caso di incidenti, sia in fase di cantiere sia in fase di esercizio, e in caso di sversamento accidentale di inquinanti e contaminazione di vegetazione, suolo e acque	PE	Ottemperata con MATTM (CTVIA) - Determina DVA n. 467 del 29/12/2016 (richiama il parere CTVIA n°2268 del 20.12.2016, pagine da 4 a 6)	Inserito in CA (MAM0100) obbligo per Appaltatore di redigere proprio Piano di Gestione Ambientale in accordo con quello della Committente. Sarà allegato a supporto del progetto il documento Piano di emergenze ambientali redatto per l'ottemperanza (SGT0003) e citato nel CA (SGT0010)
14	A11	Piano monitoraggio ambientale	Dovrà essere implementato un **Sistema di Monitoraggio Integrato** dell'opera che dovrà essere concordato con l'ARPA Liguria e dovrà porre particolare attenzione ai monitoraggi di cui alle successive prescrizioni nonché al controllo dei flussi di traffico sulla viabilità interessata dalle attività di costruzione e dei flussi della rete in cui si inserisce la nuova infrastruttura autostradale per l'aggiornamento degli studi, delle verifiche e delle ottimizzazioni oggetto delle presenti prescrizioni; il programma del monitoraggio dovrà essere presentato al MATTM ai fini dell'ottemperanza	PD	Ottemperata con MATTM (CTVIA) - Determina DVA n. 465 (richiama il parere CTVIA n°2267 del 20.12.2016 - pagina 4. e la nota ARPAL U.0028112.19-10-2016 relativa alle prescrizioni 11-12-20-24-27-35).	Documento di riferimento è il Piano di Monitoraggio (MAM0001 e relative tavole), la cui attività è a carico del Proponente. Il PMA sarà inserito come documentazione integrativa a supporto di quella pertinente al lotto. All'interno del Capitolato Ambientale (Elaborato MAM0100), oltre all'informativa nella parte introduttiva, risultano presenti diversi richiami al Sistema di Monitoraggio Ambientale con disposizioni specifiche presenti in un capitolo dedicato. Per l'attività di controllo della puntuale esecuzione del piano di monitoraggio ambientale è competente ARPAL con la quale verrà stipulata una convenzione in accordo con l'Osservatorio Ambientale.
15	A12 a	Piano di monitoraggio della qualità dell'aria	**ATMOSFERA** almeno 12 mesi prima dell'avvio dei lavori, la società ASPI dovrà concordare con l'ARPA Liguria e attuare il programma di monitoraggio della qualità dell'aria previsto dallo studio per tutte le aree interessate dal traffico in superficie e per gli imbocchi delle gallerie, secondo le tempistiche e le modalità tecniche e gestionali che verranno stabilite in base ad apposito accordo preventivo da sottoporre a verifica di ottemperanza al MATTM; ferme restando le competenze dell'ARPA Liguria, il monitoraggio dovrà iniziare prima dell'avvio dei lavori, dovrà proseguire durante le attività di cantiere e per i primi due anni di esercizio dell'infrastruttura e dovrà essere orientato ai principali inquinanti da traffico veicolare, tra cui almeno ossidi di azoto, monossido di carbonio, polveri sottili, piombo, benzene e ozono; tale programma dovrà prevedere la predisposizione di una idonea **banca dati per l'archiviazione e la diffusione delle informazioni** e dovrà contenere una valutazione dell'incidenza dell'infrastruttura e del traffico indotto dai cantieri sui recettori presi a riferimento; sulla base di monitoraggi occorre accertare l'effettività delle stime presentate nell'ambito dello studio d'impatto ambientale e, all'occorrenza, potenziare gli interventi di mitigazione e compensativi sia per la fase della cantierizzazione sia per quella post	PE	Ottemperata con MATTM (CTVIA) - Determina DVA n. 465 del 29/12/2016. (richiama il parere CTVIA 2267 del 29.12.2016 - pagine da 4 a 6)	Documento di riferimento è il Piano di Monitoraggio (MAM0001 e relative tavole), la cui attività è a carico del Proponente, ed è attualmente in corso la fase di ante operam. Inserita informativa ad Appaltatore in CA (MAM0100). All'interno del Capitolato Ambientale (Elaborato MAM0100), oltre all'informativa nella parte introduttiva, risultano presenti diversi richiami al Sistema di Monitoraggio Ambientale con disposizioni specifiche presenti in un capitolo dedicato.

Ottemperanze lotto 5

	RIF.		Sintesi prescrizione	Descrizione prescrizione	FASE	Attività	Osservazioni /riferimento ad elaborati progettuali
16	A12	A12 b	Schema a blocchi con processi e apparecchiature che possono produrre emissioni ATM	operam, in particolare per le zone critiche di Voltri e Bolzaneto;il programma dovrà contenere, inoltre, uno **schema a blocchi** nel quale devono essere riportati tutti i processi e apparecchiature che possono produrre emissioni puntuali o diffuse di polveri (compresi i cumuli), le tipologie di movimentazione (camion, nastri trasportatori, mezzi d'opera, ecc.) e i punti dei processi in cui sono effettuati tali spostamenti di materiale, i controlli e i sistemi di abbattimento applicati, le dimensioni del materiale e i flussi trattati. Devono essere inoltre descritti in maniera completa i sistemi di abbattimento, comprensivi di criteri di dimensionamento, efficienza, manutenzioni previste, localizzazione e caratteristiche dei camini, punti di campionamento, portata e concentrazioni al camino. In considerazione della durata della fase di cantiere, per i cantieri in cui sono previste emissioni convogliate si ritiene necessario, **in sede di progettazione esecutiva, che venga consegiuta una specifica autorizzazione alle emissioni in amosfera ai sensi della Parte V del D.Lgs. 152/06**; l'attuazione del Piano di monitoraggio per le attività di Cantiere dovrà essere verificata dal Comitato di cui al punto 2. Il Piano di monitoraggio per i primi due anni di esercizio dell'opera dovrà essere verificato annualmente dal MATTM;		Ottemperata con MATTM (CTVIA) - Determina DVA n. 467 del 29/12/2016 (richiama il parere CTVIA n°2268 del 20.12.2016, pagine da 6 a 10)	L'attività è a carico dell'appaltatore così come indicato nel Capitolato Ambientale MAM0100), dove sarà precisato che il documento di analisi delle fonti emissive elaborato dall'impresa dovrà contenere lo specifico schema a blocchi. In tal senso la documentazione a supporto del progetto esecutivo sarà integrata con l'elaborato Sorgenti emissive di cantiere e relativi sistemi di abbattimento, linea guida elaborata per l'ottemperanza in oggetto (SGT0003)
17		A12 c	Acquisizione autorizzazione alle emissioni in atmosfera con PE			**Da avviare con Osservatorio Ambientale** sul progetto esecutivo	Nel Capitolato Ambientale (MAM0100) si specifica quanto segue: l'appaltatore ha l'obbligo di procedere alla richiesta di tutte le autorizzazioni e alle eventuali comunicazioni necessarie per l'esecuzione dell'intervento e delle proprie attività. In riferimento all'allegato 1 si richiede che l'appaltatore, all'interno del quadro degli adempimenti, in funzione dell'organizzazione del cantiere e delle proprie attività dovrà provvedere all'espletamento di tutte le pratiche previste dalla normativa vigente.
18	A13		Linee guida per la gestione del rischio amianto negli scavi all'aperto e in galleria	ferme restando le "Linee guida per la gestione del rischio amianto negli scavi all'aperto e in galleria" prodotte nell'ambito dello Studio, si ritiene comunque opportuno adottare i seguenti accorgimenti da controllare da parte del Comitato di cui al punto 2: - ove tecnicamente possibile dovrà essere previsto il confinamento totale dell'area e captazione dell'emissione presidiata da idonei sistemi di abbattimento; - l'utilizzo di nastri trasportatori chiusi; - l'utilizzo di sistemi di abbattimento delle emissioni di polveri dalle fasi di cadute dal nastro e dalle fasi di caricamento; - il monitoraggio in continuo delle fibre d'amianto nell'area circostante il cantiere prevedendo l'utilizzo del sistema di abbattimento polveri fog cannon ogni qual volta si verifichi un incremento delle fibre d'amianto rispetto al fondo naturale (avendo avuto cura di stabilire il livello "zero" prima dell'inizio dei lavori); - come previsto dalle condizioni del Piano utilizzo terre e rocce da scavo, i lavori dovranno essere interrotti per velocità di vento superiori a 5 m/s; - nel caso di trasporto di materiale potenzialmente contaminato da amianto si ritiene opportuno vengano adottate le stesse precauzioni utilizzate nel caso di materiale contenente amianto per evitare la dispersione di polveri;	PE	Non pertinente per il presente lotto	
19	A14	A14 a	Ottemperanza prescrizioni suolo e sottosuolo contenute in Decreto di approvazione del Piano di utilizzo	**SUOLO E SOTTOSUOLO** tutte le prescrizioni per la caratterizzazione dei suoli e del fondo marino dell'opera a mare nonché per i progetti di stabilizzazione delle aree di cantiere industriale e tutte le aree di imbocco gallerie sia ad ovest che ad est del Polcevera, le cui opere interferiscono con processi geomorfologici attivi o quiescenti, sono contenuti nelle condizioni del Piano di utilizzo delle terre e rocce da scavo. Ai fini della tutela della stabilità dei pendii e dei manufatti eventualmente presenti, e in considerazione dell'applicazione della metodologia "osservazionale" delle NTC 2008, è necessario che la progettazione esecutiva indichi, nell'ambito della cantierizzazione di tutti gli interventi previsti, imbocchi, viabilità, piazzali, piloni, cantieri e opere provvisionali e accessorie, che interessano i versanti, specifiche fasi costruttive e modalità di attuazione degli sbancamenti che tengano, in ogni caso, conto delle particolari condizioni locali di instabilità segnalate dal modello geologico-geotecnico di riferimento e che prevedano, se del caso, la realizzazione di opportune ed adeguate opere di consolidamento; la verifica di ottemperanza dovrà essere effettuata dal MATTM	PE	Rimando a verifiche di ottemperanza prescrizioni T0-T15	Nel Capitolato Ambientale (MAM0100) si riporta un capitolo specifico sulle Terre e Rocce da scavo con indicazioni specifiche, richiamando le condizioni previste dal Piano di Utilizzo delle terre (APG0010, PdU). Il PdU è allegato alla documentazione di supporto del progetto esecutivo
20		A14 b	Indicare in PE specifiche fasi costruttive per situazioni locali di instabilità e opere consolidamento			Osservatorio Ambientale	Il contenuto di questa prescrizione è strettamente collegato a quanto riportato nella successiva prescrizione A16 ottemperata con Regione Liguria - Parere Prot. PG/2017/36933 del 2/02/2017. Il PE riporta, anche sulla base degli elementi conoscitivi acquisiti con gli approfondimenti richiamati nella prescrizione A16, le soluzioni le soluzioni richieste nella prescrizione tenendo conto delle particolari condizioni locali di instabilità segnalate dal modello geologico-geotecnico di riferimento ulteriormente approfonditre con le indagini eseguite. Per quanto di pertinenza del presente lotto recepita dal PE in discipline CAP, APE, GEO: 1. Relazione geologica (Elaborato GEO0001) comprensiva di relative tavole e schede relative ai dissesti; 2. Relazione geotecnica (Elaborati APE0001) comprensiva di tavole anche di dettaglio delle fasi costruttive e delle fasi di cantiere, relazione di sintesi delle indagini geotecniche (Elaborati APE0003) e relative tavole con riferimento anche alle planimetrie e sezioni aree di cantiere con predisposizioni ed apprestamenti, comprensiva di planimetria con strumentazione relativa al monitoraggio delle aree in dissesto
21	A15		Attuazione monitoraggi geotecnici previsti in progetto	il controllo dei **monitoraggi geotecnici** già previsti dallo studio per le forme individuate di versante dovute alla gravità, ed all'assetto idrogeologico, con particolare attenzione agli acquiferi incontrati, alle falde presenti e loro opere di captazione, alle acque sorgive, nonché al rischio di innesco di fenomeni gravitativi in seguito all'esecuzione degli scavi provvisori e definitivi sia nei terreni instabili (a scadenti caratteristiche geotecniche), caratterizzati dalla presenza di corpi franosi per i quali esiste la possibilità di una riattivazione, sia in terreni con bassa propensione al dissesto, laddove però si attuano azioni di progetto tali da determinare mobilizzazioni di versante, verrà effettuato dal Comitato di cui al punto 2;	CANTIERE	Non pertinente per il presente lotto	
22	A16		Aree suscettività Pg3 e Pg4	relativamente al rispetto della normativa dei relativi piani di bacino, a seguito del recente aggiornamento dei criteri di riferimento di cui alla DGR n.1208 del 12/10/2012, attualmente in fase di recepimento da parte della Provincia, si richiama che, nel caso di interferenza delle opere in progetto con le aree classificate a suscettività al dissesto molto elevata Pg4 (frana attiva), le infrastrutture pubbliche viarie di valenza strategica sono ammesse purché venga acquisito preventivamente un apposito **parere del Comitato tecnico di bacino** ai sensi dell'art. 11 c. 4 lett b) della l.r. n.58/2009 espresso in merito alle opere di consolidamento finalizzate alla stabilizzazione del dissesto; mentre, qualora le opere in progetto interagiscero con aree classificate ad elevata suscettività al dissesto Pg3a (frana quiescente) o Pg3b è richiesto uno specifico parere vincolante della Provincia. Si richiama che le misure di attenzione per la prevenzione del rischio idrogeologico, definite nell'ambito dei criteri sopraricihiamati, prevedono che gli elaborati geologici e geotecnici a corredo dei progetti si diano carico di considerare e valutare se sussistano pericoli di possibili interferenze per eventuali fenomeni di arretramento o di espansione di corpi o di cigli di frana presenti nell'intorno di una fascia di rispetto di almeno 100 m e, comunque, considerando un'area di estensione significativa in merito al contesto in esame."; l'ottemperanza della presente prescrizione è effettuata dalla Regione Liguria	PE	**Ottemperata con Regione Liguria** - Parere Prot. PG/2017/36933 del 2/02/2017	

	A	G	H	I	K	L	M
2	**Ottemperanze lotto 5**						
3	**RIF.**		**Sintesi prescrizione**	**Descrizione prescrizione**	**FASE**	**Attività**	**Osservazioni /riferimento ad elaborati progettuali**
23	**A17**		Revisione opere idrauliche	**AMBIENTE IDRICO** tutte le modellazioni idrauliche condotte hanno dimostrato la validità delle soluzioni prospettate nello studio ai fini della prevenzione del **rischio idraulico**; ciò nondimeno, dovranno essere riverificate, sia per i tratti principali che per le affluenze, nelle successive fasi di progettazione al fine di accertare l'adeguatezza delle sistemazioni idrauliche previste, reinalveazioni, gabbioni metallici, tombinature, vasche di accumulo, con l'obbiettivo di rallentare a sufficienza le condizioni di deflusso e garantire l'assenza di criticità idrauliche aggiuntive su beni e persone; dovrà essere considerata anche la situazione di piena del ricettore, eventualmente in condizioni di magra dell'affluente; dovranno essere approfondite schematizzazioni modellistiche per i tratti di sistemazioni idrauliche dove i salti di fondo consistono in una gradonatura continua molto ripida; per le opere provvisionali dovrà essere considerata come portata di calcolo minima quella 50-ennale; l'ottemperanza dovrà essere effettuata dal MATTM	CDS	Ottemperata con MATTM (CTVIA) - Determina DVA n. 286 del 6/10/2016. (richiama il parere CTVIA n°2145 del 02.08.2016 interamente dedicato alla prescrizione A17 ed il parere della Regione Liguria PG/2016/0116097 del 30/05/2016)	Per quanto di pertinenza del presente lotto recepita dal PE in disciplina IDR e GEO: a) relazione geologica (GEO001) indagini e tavole allegate; b) relazione idrologica-idraulica - Opere definitive (Elaborato IDR0001); c) relazione IDROLOGICA-IDRAULICA (IDR0004) e relative tavole; d) relazione idrologica-idraulica - Opere provvisionali (Elaborato IDR0002) e relative tavole.
24	**A18**		Ripristino di impatti derivanti da esondazioni dei corsi d'acqua minori causate da opere provvisionali	in caso di impatti derivanti da **esondazioni dei corsi d'acqua minori** causate dalle opere provvisionali che interessino le aree di cantierizzazione occorre prevedere il ripristino della situazione ex ante, fatta salva l'applicazione della normativa vigente;	CANTIERE	Osservatorio ambientale	Nel Capitolato Ambientale (Elaborato MAM0100) è riportata la prescrizione operativa.
25	**A19**		Approfondimento caratterizzazione delle sorgenti interferibili	nelle successive fasi di progettazione occorre approfondire la **caratterizzazione delle sorgenti interferibili** dalla realizzazione dell'opera, individuandone i bacini di carico e gli utilizzi delle stesse, con particolare riferimento alle portate ad uso idropotabile; le indagini dovranno tenere conto degli approfondimenti del progetto esecutivo dal punto di vista geologico, geotecnico e idrogeologico; le rilevazioni dovranno essere presentate al MATTM ai fini della verifica di ottemperanza;	PE	Non pertinente per il presente lotto	
26	**A20**	**A20 a**	Piano di monitoraggio delle acque sotterranee	il piano di monitoraggio sulle possibili interferenze del progetto con le **acque sotterranee**, e sul controllo quali-quantitativo dei volumi drenati dalle gallerie, come previsto dallo studio, prima, durante e successivamente alla realizzazione delle opere, dovrà essere concordato con l'ARPA Liguria, per le modalità, la durata, i parametri di misura, i punti di controllo e i tempi dei prelievi, prevedendo misurazioni in continuo per la portata e il livello piezometrico dei pozzi e campagne di prelievi per la caratterizzazione chimico-fisica delle acque, e presentato al MATTM ai fini dell'ottemperanza, prima dell'inizio dei lavori della tratta interessata; il controllo sull'attuazione del Piano dovrà essere effettuato dal Comitato di cui al punto 2.	PD	Ottemperata con MATTM (CTVIA) - Determina DVA n. 465 del 29/12/2016. (richiama il parere CTVIA n°2267 del 20.12.2016 - pagine da 6 a 11, e la nota ARPAL U.0028112.19-10-2016 relativa alle prescrizioni 11-12-20-24-27-35).	Si evidenzia l'attività in corso dei monitoraggi da parte del Proponente per la fase di Ante Operam (rif MAM0001); Inserita informativa ad Appaltatore in CA (MAM0100). All'interno del Capitolato Ambientale (Elaborato MAM0100), oltre all'informativa nella parte introduttiva, risultano presenti diversi richiami al Sistema di Monitoraggio Ambientale con disposizioni specifiche presenti in un capitolo dedicato;
27		**A20 b**	Codice di scavo	Il Piano dovrà contenere anche le azioni di intervento che limitano e minimizzino eventuali interferenze con acquiferi il cui drenaggio possa alterare il sistema di alimentazione delle sorgenti, introducendo misure di intervento urgente in caso di venute d'acqua via via più significative, analizzando le diverse ipotesi e conseguenti azioni di prevenzione e mitigazione		Non pertinente per il presente lotto	
28	**A21**		Protocollo gestione isterilimento	nelle successive fasi di progettazione, occorre definire un "Protocollo per la gestione del rischio di isterilimento dei punti d'acqua ad uso umano" atto a regolamentare gli impegni di ASPI nei confronti degli utenti, garantendo loro la continuità della fornitura idrica, a parità di costi e di volumi consumati, e verso i gestori dei servizi idrici, assumendo l'onere di realizzare le opere ed impianti necessari a garantire la continuità della fornitura idrica ed a curarne la manutenzione di impianti ed opere d'arte relative al ripristino delle acque drenate, fatta salva la possibilità della stipula di successivo atto per il passaggio in carico ai gestori stessi; i progetti dovranno essere presentati al MATTM ai fini della verifica dell'ottemperanza	PE	Da avviare con Osservatorio Ambientale sul progetto esecutivo	Il Protocollo sarà presentato da parte del Proponente (SAD 110717 LL00 PE SD OST GN000 00000 R IDR 0701 -0: "Protocollo per la gestione del rischio di insterilimento dei punti d'acqua ad uso umano" e relative tavole di fase transitoria e di esercizio, con particolari costruttivi).
29	**A22**		Impedire contatto acque solfuree con acque delle falde acquifere	occorre impedire che le acque solfuree entrino in contatto con le acque delle falde acquifere e comunque che entrino in contatto con le altre acque drenate dalle gallerie; dovranno essere inoltre adottati tutti gli accorgimenti tecnici atti ad impedire che tali acque possano interagire con i calcestruzzi; il controllo dovrà essere effettuato dal comitato ;	PE/PD	Non pertinente per il presente lotto	
30	**A23**		Monitoraggio terme Acquasanta e sorgenti Madonna della Guardia	per le concessioni idriche con maggiore valore economico, ed in particolare per le terme Acquasanta e le sorgenti Madonna della Guardia, dovrà essere predisposto un accurato monitoraggio piezometrico che consenta di valutare, già nelle fasi iniziali, eventuali interferenze e di attuare idonei interventi di mitigazione o eliminazione dell'impatto;	PE/PD	Non pertinente per il presente lotto	
31	**A24**		Piano di monitoraggio delle acque superficiali	il piano di monitoraggio sulle interferenze dei corpi idrici superficiali provocate dalle opere di progetto e dalle attività di cantiere, come previsto dallo studio, prima, durante e successivamente alla realizzazione delle opere, dovrà essere concordato con l'ARPA Liguria, per le modalità, i parametri di misura, i punti di controllo e i tempi dei prelievi e presentato al MATTM ai fini dell'ottemperanza, prima dell'inizio dei lavori della tratta interessata; il controllo sull'attuazione del Piano dovrà essere effettuato dal Comitato di cui al punto 2; particolare attenzione dovrà essere adottata nella misurazione delle pressioni con riferimento al sotto attraversamento del torrente Branega e nelle prescrizioni da capitolato per la condotta dei lavori in caso di interferenza;	PE/PD	Ottemperata con MATTM (CTVIA) - Determina DVA n. 465 del 29/12/2016. (richiama il parere CTVIA n°2267 del 20.12.2016 - pagine da 12 a 15, e la nota ARPAL U.0028112.19-10-2016 relativa alle prescrizioni 11-12-20-24-27-35).	All'interno del Capitolato Ambientale (Elaborato MAM0100), oltre all'informativa nella parte introduttiva, risultano presenti diversi richiami al Sistema di Monitoraggio Ambientale con disposizioni specifiche presenti in un capitolo dedicato.
32	**A25**		PE impianti gestione acque di piattaforma e PE impianto trattamento acque opera a mare	dovrà essere presentato al MATTM ai fini dell'ottemperanza il progetto esecutivo degli impianti di gestione delle acque di piattaforma e il progetto esecutivo dell'impianto di trattamento delle acque in uscita dalle operazioni di riempimento dell'opera a mare nel cantiere CI 04, nonché i piani di manutenzione di tali impianti	PE	**Da avviare con Osservatorio Ambientale** sul progetto esecutivo	Per quanto di pertinenza del presente lotto recepita dal PE in disciplina IDR e CAP: a) Aggiornamento dello studio idrologico-idraulico (IDR0054), relazione idraulica-idrologica (Elaborato IDR0060) e relative tavole, con particolare riferimento alle tavole di regimazione idraulica b) planimetrie con predisposizioni delle aree di cantiere e planimetrie con apprestamenti di cantiere (CAP).

	A	G	H	I	K	L	M
2	**Ottemperanze lotto 5**						
3	**RIF.**		**Sintesi prescrizione**	**Descrizione prescrizione**	**FASE**	**Attività**	**Osservazioni /riferimento ad elaborati progettuali**
33	**A26**		Interferenze pile viadotti Secca e Leiro con corsi d'acqua	dovrà essere presentato al MATTM prima dell'inizio dei relativi lavori, ai fini dell'ottemperanza, il progetto esecutivo delle **pile di sostegno dei viadotti di attraversamento dell'ampliamento del viadotto Secca Sud – Autostrada A7 direzione Genova e del viadotto Leiro Ovest**, che interferiscono rispettivamente con i corsi d'acqua Secca e Leiro	CDS	Non pertinente per il presente lotto	
34	**A27**		Piano di monitoraggio dell'ambiente marino, compreso accumulo di sedimenti di fronte alla banchina ILVA	prima dell'inizio dei lavori dovrà essere concordato con l'ARPA Liguria e attuato il piano di monitoraggio previsto dallo studio per l'**ambiente marino e delle attività di pronto intervento**; l'attività di monitoraggio che potrà essere attuata mediante l'istallazione di centraline fisse di monitoraggio ovvero mediante periodiche raccolte ed analisi di campioni, dovrà essere avviata prima dell'inizio delle attività di cantiere e dovrà essere estesa, con le modalità che verranno stabilite nel suddetto piano, per tutto il periodo del cantiere; il monitoraggio dovrà riguardare la colonna d'acqua, i sedimenti e il biota e sarà finalizzato alla verifica dello stato ambientale del canale di calma, prevedendo misurazioni della torbidità, analisi chimiche, fisiche e microbiologiche tese soprattutto a conoscere le concentrazioni dei principali inquinanti (eventuali fibre di amianto,metalli pesanti, indicatori microbiologia, idrocarburi, BOD, COD) e i loro effetti (temperatura, ossigeno disciolto); dovrà inoltre essere monitorata la zona di formazione del potenziale accumulo di sedimenti di fronte alla banchina di ILVA, come emerso dagli studi idrodinamici effettuati; il Piano dovrà essere presentato al MATTM ai fini della verifica dell'ottemperanza e controllato nella sua attuazione dal Comitato di cui al punto 2;	PE	**OTTEMPERATA** **parere CTVIA n.2267 del 20/12/16** **parere DVA 465 del 29/12/16**	Documento di riferimento è il Piano di Monitoraggio (MAM0001 e relative tavole), la cui attività è a carico del Proponente, ed è attualmente in corso la fase di ante operam. Il Proponente a termine della fase di monitoraggio presenterà gli esiti e le analisi per l'ottemperanza
35	**A28**		Monitoraggi e rilievi naturalistici approfonditi	**VEGETAZIONE FLORA FAUNA ED ECOSISTEMI** nell'ambito della progettazione esecutiva occorre effettuare monitoraggi e rilievi naturalistici approfonditi, diretti a validare le elaborazioni dei dati e le conclusioni derivanti dall'applicazione della "**teoria del rischio**"; i risultati dovranno essere presentati al MATTM;	PE	**Da avviare con Osservatorio Ambientale** sul progetto esecutivo. Monitoraggi in corso	Documento di riferimento è il Piano di Monitoraggio (MAM0001 e relative tavole), la cui attività è a carico del Proponente, ed è attualmente in corso la fase di ante operam. Il Proponente a termine della fase di monitoraggio presenterà gli esiti e le analisi per l'ottemperanza
36	**A29**		Monitoraggio piezometrico continuo delle sorgenti e delle acque sotterranee	a seguito degli approfondimenti di cui al punto precedente, occorre prevedere un **monitoraggio piezometrico continuo delle sorgenti e delle acque sotterranee** per verificare un eventuale trend di incidenza significativa e adottare le opportune misure di mitigazione gli previste; il controllo sull'attuazione del monitoraggio verrà effettuato dal Comitato di cui al punto 2;	PE	**Da avviare con Osservatorio Ambientale** sul progetto esecutivo. Monitoraggi in corso	Documento di riferimento è il Piano di Monitoraggio (MAM0001 e relative tavole), la cui attività è a carico del Proponente, ed è attualmente in corso la fase di ante operam. Inserita informativa ad Appaltatore in CA (MAM0100). All'interno del Capitolato Ambientale (Elaborato MAM0100), oltre all'informativa nella parte introduttiva, risultano presenti diversi richiami al Sistema di Monitoraggio Ambientale con disposizioni specifiche presenti in un capitolo dedicato.
37	**A30**		Monitoraggio della fauna troglobia delle grotte	occorre effettuare un **monitoraggio della fauna troglobia** delle grotte a rischio di intercettazione e prevedere adeguate misure di mitigazione in caso di una alterazione di una o più grotte, tenendo conto del problema del regime idrico delle aree carsiche e la protezione e difesa da inquinamento degli acquiferi, nonché i problemi di inquinamento delle cavità dal traffico in galleria; il controllo sull'attuazione del monitoraggio verrà effettuato dal Comitato di cui al punto 2;	PE	**Ottemperata con MATTM (CTVIA)** - Determina DVA n. 465 del 29/12/2016. Ottemperanza riferita alla redazione del Piano di Monitoraggio Ambientale. Monitoraggio ante operam in corso	Documento di riferimento è il Piano di Monitoraggio (MAM0001 e relative tavole), la cui attività è a carico del Proponente, ed è attualmente in corso la fase di ante operam. Inserita informativa ad Appaltatore in CA (MAM0100).
38	**A31**		Progetto invasi: censimento specie e progetto	il progetto esecutivo degli invasi previsti per gli ambiti 2 (Versante Occidentale Monte Amandola) e 4 (Bric delle Monache) deve essere supportato da una preliminare individuazione sul campo delle specie che si intendono salvaguardare e solo successivamente deve essere elaborato, in modo che le vasche rispondano alle esigenze biologiche delle specie selezionate, avendo anche cura di posizionare i corpi idrici nel contesto ambientale corretto e dotato di caratteristiche ecologiche idonee; a seguito di tale approfondimento occorre valutare la possibilità di prevedere un'integrazione (almeno parziale) delle acque piovane di ruscellamento con le acque drenate nelle gallerie, previa depurazione se necessaria, per garantire la presenza di acqua anche nelle stagioni sfavorevoli; gli approfondimenti dovranno essere presentati al MATTM ai fini dell'ottemperanza; il controllo sull'attuazione degli interventi verrà effettuato dal Comitato di cui al punto 2	PE	**Da avviare con Osservatorio Ambientale** sul progetto esecutivo. Monitoraggi in corso	Documento di riferimento è il Piano di Monitoraggio (MAM0001 e relative tavole), la cui attività è a carico del Proponente, ed è attualmente in corso la fase di ante operam. Inserita informativa ad Appaltatore in CA (MAM0100).
39	**A32**		Ripristino delle aree di cantiere con potenziamento del corridoio ecologico	nei punti di attraversamento di tutti i corsi d'acqua tutelati ai sensi del D.Lgs.42/2004, dovrà essere previsto un ripristino adeguato delle aree di cantiere con potenziamento del corridoio ecologico interessato anche finalizzato alla permeabilità per la fauna e la sistemazione di formazioni arboreo — arbustive di tipo igrofilo, al fine di ricucire i nuclei di vegetazione preesistente e garantire la continuità della fascia di vegetazione ripariale, nell'ottica della conservazione e della valorizzazione degli elementi lineari della rete di connessione ecologica; l'attuazione degli interventi verrà controllata dal Comitato di cui al punto 2;	PE	Non pertinente per il presente lotto	
40	**A33**		Monitoraggio lungo il torrente Varenna delle popolazioni di Austropotamobius pallipes e (post operam) delle specie ornitiche di interesse comunitario	con riferimento all'attraversamento del torrente Varenna, occorre effettuare, lungo il corso d'acqua attraversato dall'opera, un monitoraggio prima dell'inizio dei lavori in modo da verificare l'effettiva consistenza delle popolazioni di Austropotamobius pallipes ed individuate specifiche misure di mitigazione o interventi finalizzati all'eventuale reintroduzione della specie; a seguito della realizzazione dell'opera, occorre attuare il monitoraggio consigliato dallo studio di incidenza per verificare l'effettiva consistenza del rischio di mortalità per le specie ornitiche di interesse comunitario, per l'impatto con i veicoli e, se necessario, individuare opportune misure di mitigazione finalizzate a limitare il rischio di impatto (es. posizionamento lungo il viadotto di barriere visibili, emissioni sonore, dissuasori su eventuali posatoi, ecc.); il controllato sull'attuazione del monitoraggio verrà effettuato dal Comitato di cui al punto 2;	PE	Non pertinente per il presente lotto	
41	**A34**		Verifica acustica sul PE	**RUMORE E VIBRAZIONI** in fase di progettazione esecutiva dovrà essere predisposto uno specifico elaborato contenente la verifica -acustica nei confronti dei recettori già individuati nell'attuale studio; il progetto di cantiere (che dovrà considerare anche lo slurrydotto) dovrà tenere conto, ai fini della tutela della popolazione residente in prossimità dei cantieri, della concreta possibilità di contenere il livello di immissione agli edifici entro valori accettabili, considerando la lunga durata dei lavori;	PE	Non pertinente per il presente lotto	

	A	G	H	I	K	L	M
2	**Ottemperanze lotto 5**						
3	**RIF.**		**Sintesi prescrizione**	**Descrizione prescrizione**	**FASE**	**Attività**	**Osservazioni /riferimento ad elaborati progettuali**
42	**A35**	**A35 a**	Piano di monitoraggio rumore e vibrazioni	almeno 12 mesi prima dell'avvio dei lavori, la società ASPI dovrà concordare con l'ARPA Liguria e attuare il programma di monitoraggio del rumore e vibrazioni previsto dallo studio per tutte le aree interessate dal traffico in superficie e per gli imbocchi delle gallerie, nonché per lo slurrydotto secondo le tempistiche le modalità tecniche e gestionali che verranno stabilite in base ad apposito accordo preventivo da sottoporre a verifica di ottemperanza al MATTM; ferme restando le competenze dell'ARPA Liguria, il monitoraggio dovrà iniziare prima dell'avvio dei lavori, dovrà proseguire durante le attività di cantiere e per i primi due anni di esercizio dell'infrastruttura; tale programma dovrà prevedere la predisposizione di una idonea banca dati per l'archiviazione e la diffusione delle informazioni e dovrà contenere una valutazione dell'incidenza dell'infrastruttura e del traffico, indotto dai cantieri sui recettori presi a riferimento; sulla base di monitoraggi occorre accertare l'effettività delle stime presentate nell'ambito dello studio d'impatto ambientale e, all'occorrenza, potenziare gli interventi di mitigazione sia per la fase della cantierizzazione sia per quella post operam con particolare riguardo ai recettori sensibili ed in particolare agli ospedali Celesia di Fegino, Carolina Pastorino ed al Presidio ospedaliero Genova Nord; per tutti i recettori dovranno essere progettati e realizzati interventi di mitigazione dell'impatto acustico di tipo attivo sulla infrastruttura nonché di tipo passivo sui recettori per valori residuali; l'attuazione del Piano di monitoraggio per le attività di Cantiere dovrà essere verificata dal Comitato di cui al punto 2. Il Piano di monitoraggio per i primi due anni di esercizio dell'opera dovrà essere verificato annualmente dal MATTM;	PE	Non pertinente per il presente lotto	
43		**A35 b**	Progettazione interventi di mitigazione dell'impatto acustico			Non pertinente per il presente lotto	
44	**A36**		Limitazione utilizzo martelli demolitori in scavi tradizionali, cautele in palificate, manutenzione di tratti stradali utilizzati da mezzi	con riferimento allo scavo delle gallerie con metodo tradizionale, occorre limitare l'utilizzo dei martelli demolitori laddove siano presenti recettori nell'ambito dei 40 m dal fronte di scavo adottando metodi alternativi di abbattimento (es. frese puntuali), se tecnicamente applicabili; con riferimento alle palificate occorre rispettare le cautele previste dallo studio per le distanze ivi consigliate; per quanto infine attiene alle vibrazioni indotte dal transito dei mezzi di cantiere su strade o piste, in relazione alle distanze critiche definite nello studio, occorre garantire la manutenzione di tratti stradali utilizzati da tali mezzi in tutti quei tratti in prossimità di edifici, per tutta la durata dei lavori; il rispetto della prescrizione verrà verificata dal comitato di controllo di cui al punto 2;	PE	Non pertinente per il presente lotto	
45	**A37**	**A37 a**	Progetto compensazioni ambientali: parco fotovoltaico	I progetti delle compensazioni ambientali previste dallo studio, ossia del **parco fotovoltaico,** del progetto di **forestazione** o riforestazione, del **recupero delle acque drenate** e dell'intervento di **rinaturalizzazione della cava P62GE**, dovranno essere concordati con la Regione Liguria e presentati al MATTM ai fini dell'ottemperanza	PE/PD	Non pertinente per il presente lotto	
46		**A37 b**	Progetto compensazioni ambientali: progetto di forestazione o riforestazione			Non pertinente per il presente lotto	
47		**A37 c**	Progetto compensazioni ambientali: recupero delle acque drenate			Non pertinente per il presente lotto	
48		**A37 d**	Progetto compensazioni ambientali: intervento di rinaturalizzazione della cava P62GE			Non pertinente per il presente lotto	
49	**A38**		Attuazione monitoraggi ambientali, presidi e opere di mitigazione e compensazione	dovranno essere messi in atto i monitoraggi ambientali, i presidi e le opere di mitigazione e compensazione individuati nel progetto, nello studio di incidenza ambientale, nello Studio d'Impatto Ambientale, nelle relative integrazioni e nei chiarimenti forniti dal Proponente, unitamente a quelli contenuti nel presente parere;	CANTIERE		Questa prescrizione riassume tutte le precedenti; si rimanda al PMA (MAM0001 e relative tavole) ed alle disposizione del Capitolato Ambientale (MAM0100)
50	**B1**		Rampa delle Grazie	**Tutela monumentale e del paesaggio**: dovrà essere prevista una soluzione da concordare con la Soprintendenza competente relativamente all'inserimento nella galleria delle Grazie della cosiddetta "rampa 2" dell'interconnessione di Voltri: la proposta progettuale, infatti, costituisce ancora, malgrado la variante prevista al progetto originario, una delle principali criticità in quanto insiste in una porzione del Parco di Villa Duchessa di Galliera, tutelato ai sensi della D.Lgs 42/2004 — parte II, con consistenti trasformazioni morfologiche di un'area significativa del percorso storico ideato dall'arch. Tagliafichi, autore del progetto complessivo di quest'area di parco, in cui la Grotta dei Leoni e la "Latteria" costituiscono architetture ideali di tappe significative del percorso "romantico" ideato dallo stesso architetto - che prosegue verso l'area del Tirolo. La realizzazione di muri di contenimento di rilevante impatto e la consistente modifica proposta per l'assetto vegetazionale del Parco previste dal progetto non rendono compatibile l'intervento proposto con la necessaria tutela del Parco Storico e con quella paesaggistica (DM 18.12.1929).	CDS	Non pertinente per il presente lotto	
51	**B2**		Impatto paesaggistico intervento	**Tutela monumentale e del paesaggio**: per tutto il tracciato, le soluzioni alle quali si dovrà pervenire dovranno essere compatibili con il contesto di appartenenza, evitando, in particolare, l'impatto visivo prodotto dai muri di contenimento e proponendo un assetto del verde che tenga conto delle preesistenze, pertanto: - dovranno essere previste soluzioni capaci di minimizzare l'impatto paesaggistico dei rilevati, delle sistemazioni dei piazzali e dei volumi tecnici previsti, nonché dei muri di contenimento necessari ai riempimenti delle aree in prossimità delle gallerie, ricorrendo a metodologie proprie dell'ingegneria naturalistica riproponendo la morfologia esistente e prevedendo la piantumazione di una vegetazione capace di ricomporsi con quella presente nel contesto in cui si interviene; - dovrà essere ridotta al minimo l'estensione delle aree di servizio in prossimità delle gallerie; - le opere di cantiere dovranno essere ridotte al minimo e, a fine lavori, dovranno essere ripristinate le aree impegnate da percorsi e zone di cantiere, curando l'effettivo ripristino della morfologia dei terreni e dei relativi aspetti vegetazionali; - la collocazione dello smarino dovrà essere utilizzata per il rinascimento delle aree da cava; - dovranno essere individuate soluzioni meno impattanti in prossimità del Cimitero di Voltri, minimizzando l'impatto visivo degli imbocchi del viadotto fra le gallerie Amandola e Voltri che oltre ad insistere sull'area cimiteriale interessano con i relativi imbocchi due aree ancora integre.	CDS	Non pertinente per il presente lotto	
52	**B3**		Verifica interesse archeologico	**Tutela archeologica**: prima di procedere alle successive fasi di progetto dovrà essere predisposta la documentazione preliminare di Verifica preventiva dell'interesse archeologico, così come prescritta dal D.Lgs 163/2006 artt. 95 e 96, relativa al tracciato, nonché alla viabilità di appoggio ed alle aree di cantiere	PD	Non pertinente per il presente lotto	
53	**T0**			L'inizio dei lavori deve avvenire entro 2 anni dal Decreto VIA	PE	Con nota prot. n. 6816 del 11.03.2016 la DVA ha concesso una proroga per l'inizio dei lavori al 31.12.2018	Inserita informativa in Capitolato Ambientale (Elaborato MAM0100)
54	**T1**		Durata di validità del PdU	Durata di validità del PdU: 8,5 anni dall'inizio dei lavori	PE	Con nota prot. n. 6816 del 11.03.2016 la DVA ha concesso una proroga per l'inizio dei lavori al 31.12.2018	Inserita informativa in Capitolato Ambientale (Elaborato MAM0100)

	A	G	H	I	K	L	M
2	**Ottemperanze lotto 5**						
3	**RIF.**		**Sintesi prescrizione**	**Descrizione prescrizione**	**FASE**	**Attività**	**Osservazioni /riferimento ad elaborati progettuali**
55	**T2**		Costituzione Comitato di Controllo	Costituzione Comitato di Controllo	attivazione successiva all'approvazione dell'opera da parte del MIT	Osservatorio Ambientale costituito con Decreto Direttoriale del Ministero dell'Ambiente DVADEC-2014-0000368 del 14 novembre 2014	Inserita informativa in Capitolato Ambientale (Elaborato MAM0100)
56	**T3**		Procedure di campionamento previste in Piano di Utilizzo	prima di cominciare i lavori su ciascun dominio di amianto, come definito dal PdU, per tutti i lavori, cantieri, tratte, imbocchi delle gallerie che interessano suolo in superficie e preventivamente o in avanzamento dello scavo delle gallerie con metodi tradizionali, dovranno essere effettuate le procedure di campionamento, con sondaggi e prelievi Top Soil, secondo gli intervalli e le densità stabilite dal DM 161/2012, ad integrazione della campagna di indagini 2012, per l'accertamento delle qualità ambientali dei materiali da scavo di progetto dovranno interessare i terreni appartenenti allo schema geologico strutturale rappresentato dai domini di amianto dal n.1 al n.5 (Val Leiro, Val Branega, Bric Boessa, Varenna-Contessa, Timone-Scarpino) ad ovest del Polcevera e più precisamente nelle tratte a rischio amianto dalla n.1 alla tratta n. 10 compresa. I campionamenti devono essere ubicati su affioramenti di "serpentinite" che dovranno essere caratterizzati da studio geostrutturale indirizzato ad individuare le seguenti caratteristiche dell'ammasso roccioso: frequenza ed ampiezza delle vene, entità della fatturazione, tipo deformazione, grado di alterazione della roccia e tipo di minerale fibroso presente. Le analisi petrografiche sui campionamenti serviranno per la classificazione e distinzione degli asbesti tra inosillicati e filosilicati secondo la forma cristallina caratteristica del minerale con particolare ricerca di tutte le varietà fibrose degli Anfiboli, le cui fibre presentano un potere cancerogeno decisamente superiore al Crisotilo	PE		Non pertinente per il presente lotto
57	**T4**		Caratterizzazione in corso d'opera nei punti risultati inaccessibili	l'impresa esecutrice ha l'obbligo di effettuare la **caratterizzazione in corso d'opera** dei materiali da scavo relativi ai punti risultati inaccessibili e per i punti per i quali non è stato possibile investigare gli strati più profondi in fase progettuale, secondo quanto previsto dall'allegato 8 del Regolamento; il trattamento dei campioni ai fini della loro caratterizzazione analitica, il set analitico, le metodologie di analisi, i limiti di riferimento ai fini del riutilizzo, devono essere conformi a quanto indicato negli allegati 1 e 2; i risultati della caratterizzazione, in corso, d'opera dovranno essere forniti al comitato.	CANTIERE	Non pertinente per il presente lotto	
58	**T5**		Ricaratterizzazione materiali con superamenti colonna A	l'impresa esecutrice ha l'obbligo di effettuare la **ri caratterizzazione dei materiali** relativi agli scavi dove sono stati registrati superamenti relativi ai limiti di colonna A della tabella 1 dell'Allegato 5 alla parte quarta del D.Lgs 152/2006 per alcuni analiti. I risultati della caratterizzazione in corso d'opera dovranno essere forniti al Comitato	CANTIERE	Non pertinente per il presente lotto	
59	**T6**		Caratterizzazione materiale utilizzato per l'arco rovescio	l'impresa esecutrice ha l'obbligo di effettuare la **caratterizzazione del materiale utilizzatto per l'arco rovescio** delle gallerie che deve essere utilizzato ai sensi dell'art. 5 comma 4 del Regolamento; l'utilizzo del materiale seguendo la progressione dei lavori, deve avvenire nello stesso ammasso roccioso che lo ha creato ovvero nel medesimo ambito territoriale di quello di produzione per il quale è stato verificato che il superamento dei limiti è dovuto a fondo naturale. I risultati della caratterizzazione in corso d'opera dovranno essere forniti al Comitato	CANTIERE	Non pertinente per il presente lotto	
60	**T7**		Caratteristiche materiali amiantiferi da smaltire in discarica	in corso d'opera, i materiali provenienti dallo scavo meccanizzato e da scavo tradizionale contenenti amianti appartenenti alla varietà fibroso non aciculare degli anfiboli (SAC - serie tremolite actinolite) in concentrazione > 0,1% in volume del campione con percentuale superiore al 50 % rispetto agli amianti appartenenti alla varietà fibrosa del serpentino - crisotilo, e non utilizzati per l'arco ropvescio delle gallerie nell'ambito dello stesso sito di produzione per il quale è stato verificato che il superamento dei limiti è dovuto a fondo naturale, in applicazione del comma 4 dell'articolo 5 del Regolamento, dovranno essere smaltiti in discarica speciale. Dovrà essere definito d'intesa con ARPAL un **protocollo di rappresentatività della campionatura** e per la validzione dei risultati delle anlisi con tecniche MICRO RAMN e SEM	CANTIERE	Non pertinente per il presente lotto	
61	**T8**		Definizione valori di fondo naturale	a valle del reperimento dei campioni, a fronte scavo o nel deposito temporaneo, e a seguito della caratterizzazione, in corso d'opera, la Società deve definire in contraddittorio con l'ARPAL i **valori di fondo** naturale per le concentrazioni degli elementi e composti di cui alla tabella 4.1 dell'allegato 4, che superano le Concentrazioni Soglia di Contaminazione di cui alle colonne A e B della tabella 1 dell'allegato 5 alla parte quarta del decreto legislativo 152/2006 come segnalati del PdU e deve presentare al MATTM un paino di accertamento per definire i valori di fondo da assumere	CANTIERE	Non pertinente per il presente lotto	
62	**T9**		Progetti di cantierizzazione per la stabilizzazione delle superfici suscettibili di dissesto e integrazione campagna indagine ambientale	Per tutte le aree di cantiere industriale e tutte le aree di imbocco gallerie sia ad ovest che ad est del Polcevera le cui opere interferiscono con processi geomorfologici attivi o quiescenti, dovranno essere preventivamente presentati al MATTM, in corso d'opera, **i progetti di caratterizzazione per la stabilizzazione, consolidamento o allegerimento delle superfici suscettibili di dissesto**, supportati da indagini ambientali per la caratterizzazione chimico fisica dei materiali da scavo, secondo le densità e frequenze di campionamenti come previsto dal DM 161/2012, allegato 2. **I progetti dovranno integrare il PdU delle terre di scavo**, ai fini dell'utilizzo ai sensi dell'art. 5 del DM o dimostrare il ricorso all'art.185 del dlgs 152, nel caso in cui il materiale rimosso "tal quale" con eventuale contaminazione entro i livelli di fondo preventivamente accertati sia riutilizzato contermine l'area di rimozione. I progetti dovranno prevedere eventuali rampe di arroccamento e piste di accesso alle aree di campionamento dove non sono stati effettuati i prelievi e i sondaggi prtevisti dal piano di indagini in conformità al DM 161	PE	Non pertinente per il presente lotto	
63	**T10**		Caratterizzazione sito di destinazione e impermeabilizzazione opera a mare	In considerazione della mancata definizione del piano di accertamento di cui all'art.5 comma 4 del Regolamento e in assenza di certezza sul fatto che il sito della colmata a amare abbia caratteristiche di fondo naturale analoghe e confrontabili, per tutti i parametri oggetto di superamenrto nella caratterizzazione del sito di produzione, con quelle dei materiali da scavo da conferire, l'opera a mare - nella quale è prevista la collocazione di materiale da scavo con presenza di amianto sotto i limiti di tabella 1 colonna B dell'allegato 5, parte V del dlgs 152 e di metalli pesanti sopra i limiti ma inferiori alle concentrazioni soglia di contaminazione caratteristiche del fondo naturale - deve essere realizzata previa caratterizzazione del sito di intervento e deve garantire la conterminazione dei materiali da scavo con una impermeabilizzazione delle pareti della colmata e di una fascia di almeno 5 m nel perimetro del fondo in grado di assicurare requisiti di permeabilità quivalenti a quelli di uno strato di materiale naturale dello spessore di 1 m con K minore o uguale a 1*10 -9 m/s, in analogia a quanto avviene per le colmate a mare di allocazione di materiali di dragaggio provenienti da aree SIN ai sensi dell'art. 5 bis della L. 84/1994; il controllo di cui alla parte B dell'allegato 8 del Regolamento deve essere eseguito prima della realizzazione del capping	CANTIERE	Verifica di ottemperanza avviata con Nota ASPI prot.23682 del 21.12.2015	Inserita in Capitolato Ambientale (Elaborato MAM0100), recepita dal PE in disciplina GEN e CAP: relazione generae (GEN0002) e planimetrie con predisposizioni delle aree di cantiere e planimetrie con apprestamenti di cantiere (CAP).
64	**T11**		Autorizzazione Regione per eventuale movimentazione di materiali di dragaggio	Eventuale movimentazione di **materiali di dragaggio** ai fini del posizionamento dei cassoni per la conterminazione della colmata a mare deve avere l'**autirizzazione della Regione Liguria**	PE	Non pertinente per il presente lotto (attività non ipotizzata)	
65	**T12**		Attuazione prescrizioni operative bonifiche in corso in 3 cantieri	Prima dell'utilizzo, dovranno essere attuate le prescrizioni operative delle attività di bonifica in corso nelle tre delle aree di cantiere attualmente oggetto di bonifica; eventuali materiali contaminati risultanti dalla sistemazione e dalle opere in tali cantieri dovranno essere smaltiti come rifiuti	CDS	Inserita in CA	Inserita in Capitolato Ambientale (Elaborato MAM0100), nel capitolo dedicato alla terre disposizioni specifiche per i materiali di scavo da gestire come non sottoprodotti
66	**T13**		Gestione rifiuti	devono essere gestiti come rifiuti eventuali materiali rinvenienti su tutti gli ambiti e siti di intervento che presentano contaminazioni di origine antropica, con concentrazioni che superano i limiti della tabella 1 colonna B come idrocarburi. Composti organici aromatici, idrocarburi policiclici aromatici e metalli, diversi da quelli definiti come fondo naturale	CANTIERE	Inserita in CA	Inserita in Capitolato Ambientale (Elaborato MAM0100) nel capitolo dedicato alla terre disposizioni specifiche per i materiali di scavo da gestire come non sottoprodotti

	A	G	H	I	K	L	M
2	**Ottemperanze lotto 5**						
3		**RIF.**	**Sintesi prescrizione**	**Descrizione prescrizione**	**FASE**	**Attività**	**Osservazioni /riferimento ad elaborati progettuali**
67		**T14**	Posizionamento sensori ambientali a filtro per la rilevazione delle fibre di amianto aerodisperse e mitigazioni, con interruzione lavori con velocità del vento superiori a 5m/s	fatte salve le mitigazioni previste nel Piano e nell'elaborato progettuale "linee guida per la gestione delle terre e rocce da scavo", in caso di scavi all'aperto in terreni amiantiferi dovranno essere obbligatoriamente posizionati sensori ambientali a filtro per la rilevazione delle **fibre di amianto aerodisperse** e adottate tutte le mitigazioni per garantire il confinamento delle aree di lavoro e contenere l'impatto dovuto alla dispersione eolica dei materiali; in caso di utilizzo dei fog-cannon dovrà essere monitorata preventivamente e in corso d'opera l'intensità e la direzione del vento, con apposita strumentazione anemometrica e i lavori dovranno essere interotti per velocità del vento > 5 m/s	CANTIERE PE	Non pertinente per il presente lotto	
68		**T15**	Procedura stabilizzazione a cemento	Ai fini della **stabilizzazione a cemento** dei materiali da scavo devono essere preventivamente concordate le modalità di utilizzo con l'ARPA Liguria, a seguito della caratterizzazione dei materiali in corso d'opera	PD	**Ottemperata con ARPAL** - Parere ARPAL n. 28112 del 19.10.2016 con raccomandazioni operative	Inserita in Capitolato Ambientale (Elaborato MAM0100) nelle disposizioni sul tema delle terre da scavo; SI integra la disposizione scritta richiamando l'elaborato SGT0006 allegando tale documento elaborato per l'ottemperanza alla documentazione a supporto del PE

APPENDICE C: STUDIO MORFODINAMICO DELL'IMPATTO DELL'OPERA A MARE SULLA SEDIMENTAZIONE NEL PORTO DI GENOVA, DOC N° IDR0003

HYDRODATA
INGEGNERIA DELLE RISORSE IDRICHE

spea autostrade | ingegneria europea

NODO STRADALE E AUTOSTRADALE DI GENOVA
Adeguamento del sistema A7 - A10 - A12
OPERA A MARE NEL CANALE DI CALMA

STUDIO MORFODINAMICO DELL'IMPATTO DELL'OPERA A MARE SULLA SEDIMENTAZIONE NEL PORTO DI GENOVA

Relazione

CODICE DOCUMENTO	ELABORATO
2877-01-00101.DOC	1

REV.	DATA	REDAZIONE	VERIFICA	AUTORIZZAZIONE	MODIFICHE
		M.CARGNELUTTI			
01	OTT. 13	A.PEDRONCINI	M.BUFFO	R.GINO	
00	SET. 13	A.PEDRONCINI	M.BUFFO	R.GINO	

Hydrodata SpA
Via Pomba, 23
10123 Torino - Italy
Tel. +39 11 55 92 811
Fax +39 11 56 20 620
e-mail: hydrodata@hydrodata.it
sito web: www.hydrodata.it

RIPRODUZIONE O CONSEGNA A TERZI SOLO DIETRO SPECIFICA AUTORIZZAZIONE

INDICE

1. PREMESSA 1

2. DOCUMENTAZIONE RACCOLTA 3

3. APPROCCIO METODOLOGICO E STRUMENTI IMPIEGATI 4

4. QUANTIFICAZIONE DEI VOLUMI SEDIMENTATI IN PASSATO IN BASE AI DATI DISPONIBILI 5
   - 4.1 Valutazione del trasporto solido potenziale 5
   - 4.2 Stima del materiale solido alla foce del Polcevera 8

5. REGIME IDRODINAMICO E DI TRASPORTO SEDIMENTARIO ATTUALE - TARATURA DEL MODELLO 13
   - 5.1 Ricostruzione della serie temporale delle portate liquide del torrente Polcevera 15
   - 5.2 Granulometrie di fondo alveo e parametri sedimentologici 21
   - 5.3 Ricostruzione della relazione portata liquida-portata solida alla foce del torrente Polcevera 25
     - 5.3.1 Modello idrodinamico 1D 25
     - 5.3.2 Modello morfologico 1D 28
     - 5.3.3 Definizione delle condizioni di traporto solido in ingresso al modello morfologico 2D 32
   - 5.4 Messa a punto e taratura del modello morfologico 2D 35
     - 5.4.1 Messa a punto del modello idrodinamico 2D 36
     - 5.4.2 Risultati del modello idrodinamico 2D 43
     - 5.4.3 Messa a punto del modello di trasporto solido 2D 49
     - 5.4.4 Risultati del modello morfologico 2D per la simulazione di taratura 2001-2011 51

6. REGIME IDRODINAMICO E DI TRASPORTO SEDIMENTARIO 2018-2038 IN ASSENZA E PRESENZA DELL'OPERA 54
   - 6.1 Predisposizione del modello morfologico 2D in modalità previsionale 54
     - 6.1.1 Risultati del modello morfologico 2D per il periodo 2018-2038 59
   - 6.2 Predisposizione del modello morfologico 2D – simulazione evento con tempo di ritorno 20 anni 64
     - 6.2.1 Risultati della simulazione evento con tempo di ritorno 20 anni 65

7. ANALISI DEI VOLUMI SEDIMENTATI E INDIVIDUAZIONE DI UN OPPORTUNO PIANO DI DRAGAGGIO 69

8. CONCLUSIONI 73

ALLEGATO 1 - Batimetrie utilizzate nello studio
ALLEGATO 2 - Descrizione del codice di calcolo MIKE 11-RR (modulo idrologico afflussi-deflussi)
ALLEGATO 3 - Descrizione del codice di calcolo MIKE 11-HD (modulo idrodinamico)
ALLEGATO 4 - Descrizione del codice di calcolo MIKE 11-ST (modulo di trasporto solido)
ALLEGATO 5 - Descrizione del codice di calcolo MIKE 21

1. PREMESSA

Il progetto dell'Opera a Mare prevede la costruzione, nell'attuale Canale di Calma del Porto di Genova, di una colmata che si sviluppa in affiancamento all'esistente rilevato, sul quale insiste la pista dell'Aeroporto di Genova (vedi Figura 1).

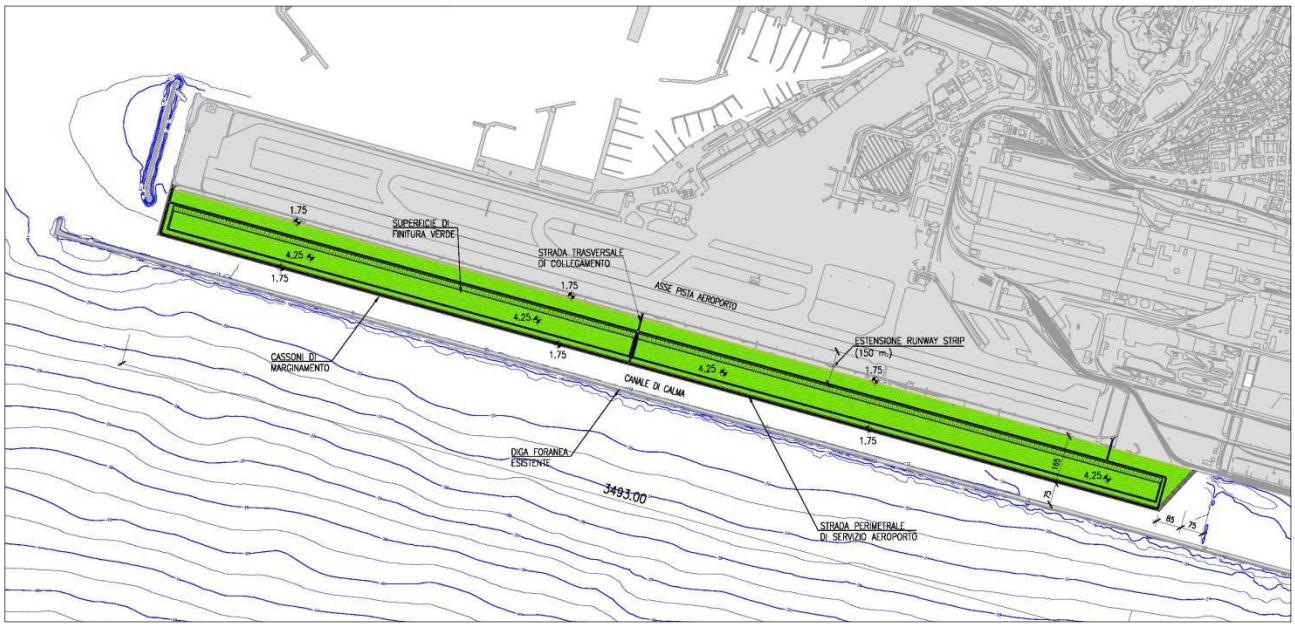


Figura 1 - Opera a mare nel Canale di Calma - Layout finale della colmata - Planimetria.

Il Canale di Calma è la porzione di specchio acqueo portuale compresa tra il rilevato della pista dell'Aeroporto di Genova e la Diga Foranea, delimitato a nord-ovest dal canale di accesso al Bacino di Multedo e a sud-est dalla parte terminale della foce del Torrente Polcevera e dall'imboccatura di ponente del Bacino di Sampierdarena.

La colmata, avente ingombro planimetrico di forma associabile ad un trapezio rettangolo, presenta uno sviluppo longitudinale complessivo di circa 3493 m (3578 m lato terra) per una larghezza di 165 m ed occupa un'area compresa tra la testata nord-ovest del rilevato aeroportuale ed il tratto iniziale del banchinamento portuale, attualmente in concessione allo stabilimento siderurgico ILVA (precisamente ad una distanza di circa 75 m dal Canale di adduzione del complesso siderurgico). Il marginamento dell'opera è costituito su un lato dall'esistente banchina aeroportuale e sugli altri tre lati da nuove banchine realizzate con cassoni cellulari di tipo antiriflettente.

La realizzazione dell'Opera a Mare comporterà la riduzione della larghezza del Canale di Calma dagli odierni 240 m (configurazione ante opera) ai 75 m previsti del progetto.

Nell'attuale Canale di Calma confluiscono sia il Rio Secco che il Rio Roncallo, i quali, contestualmente alla realizzazione dell'Opera a Mare, saranno soggetti a specifiche opere di prolungamento a mare, al fine di preservarne lo scarico e non compromettere dal punto di vista idraulico le aree urbane ubicate a monte dell'attuale pista aeroportuale. Nello specifico per il Rio Roncallo è prevista la deviazione nell'alveo del Torrente Polcevera, nell'ambito del progetto della strada di scorrimento veloce di Lungomare Canepa, mentre

per il Rio Secco si prevede la realizzazione di uno scatolare di prolungamento all'interno del corpo della colmata.

Marginalmente alla futura Opera a Mare, nella zona sud-est, ad una distanza di circa 500 m sono ubicate sia la foce del Torrente Polcevera, sia l'attuale imboccatura di ponente del bacino portuale di Sampierdarena (vedi Figura 2). Tale zona è soggetta ai processi di sedimentazione legati in prevalenza alle dinamiche di trasporto solido del Torrente Polcevera, che determinano significativi interramenti, rendendo quindi necessarie periodiche operazioni di dragaggio da parte dell'Autorità Portuale.

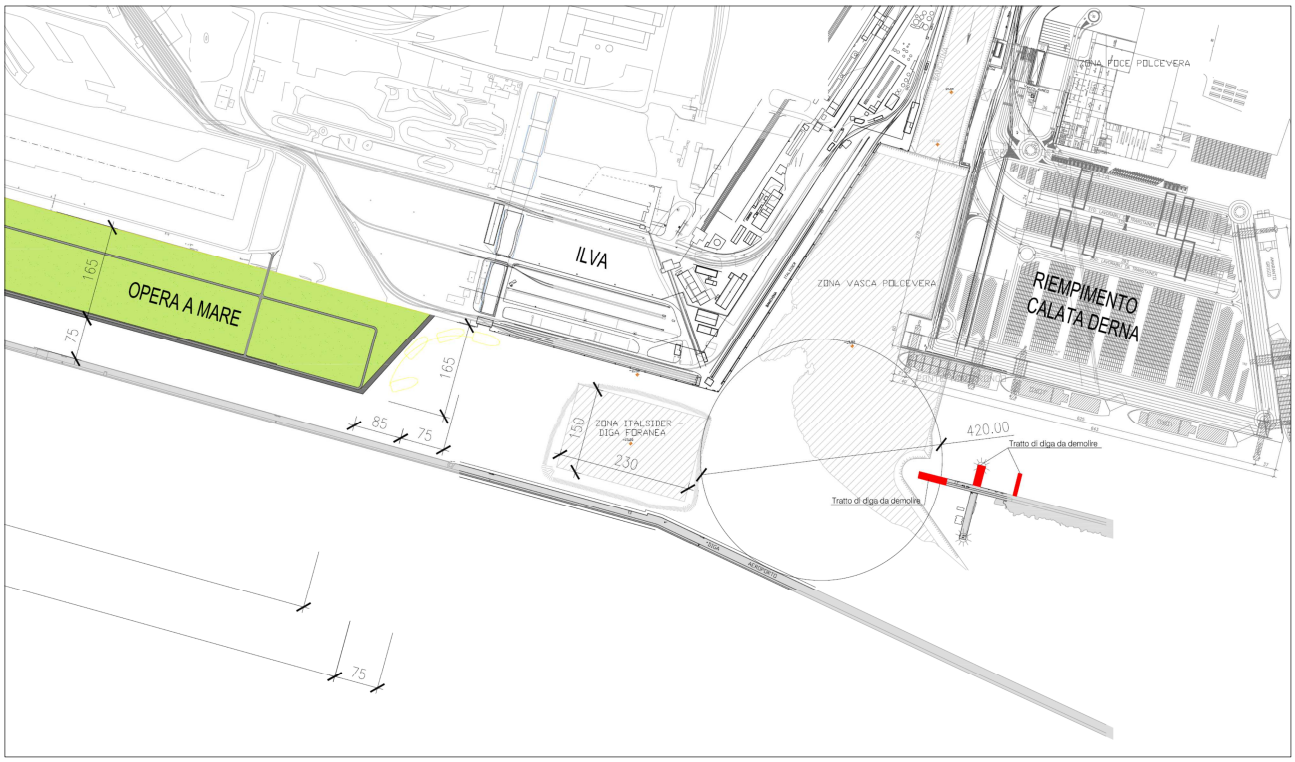


Figura 2 - Imboccatura di Ponente del Bacino di Sampierdarena – Area Foce Polcevera.

Nello specifico alla foce del Torrente Polcevera, nell'area compresa tra la Banchina ILVA e il Ponte Nino Ronco, è presente una vasca di sedimentazione, che si prefigge il compito di intercettare parte del trasporto solido del Torrente Polcevera. Tale vasca è soggetta ad operazioni di dragaggio/manutenzione da parte di Autorità Portuale che hanno il compito di asportare la frazione di sedimenti ivi depositata e mantenere il fondale ad una profondità di -10 m s.m.. Sempre nell'area dell'imboccatura di ponente, nell'ambito dei lavori di tombamento di Calata Derna, sono recentemente stati effettuati interventi di dragaggio, aventi il compito di approfondire ulteriormente i fondali.

Il Progetto Definitivo e lo Studio di Impatto Ambientale dell'Opera a Mare sono stati sviluppati da parte di Spea Autostrade in data Febbraio 2011, nell'ambito del Progetto Definitivo della Gronda di Genova. Tale Progetto Definitivo è stato oggetto di valutazione da parte della Autorità Marittima, dell'Autorità Portuale e del CSLLPP (nell'ambito della procedura di Adeguamento Tecnico Funzionale). L'Autorità Marittima e l'Autorità Portuale si sono espressi in seno al Comitato Portuale, con delibera del 27 Ottobre 2011. Successivamente a tale delibera sono stati sviluppati da parte di Spea Autostrade studi integrativi che hanno comportato un'analisi approfondita degli aspetti legati sia all'agitazione ondosa interna del bacino portuale, sia agli effetti della

tracimazione ondosa dalla Diga Foranea che delimita il Canale di Calma lato mare e sia alle nuove condizioni di navigabilità che si determinano all'interno del Canale di Calma nella configurazione post opera. Tali studi integrativi hanno portato alla revisione del Progetto Definitivo nel Maggio 2012. La fase di valutazione si è conclusa con esito positivo, ottenendo il nulla-osta tecnico del Progetto Definitivo da parte di Autorità Portuale e conseguentemente il riconoscimento di Adeguamento Tecnico Funzionale dell'opera da parte del CSLLPP con voto n°68/2012 del 28 Novembre 2012.

Contestualmente allo sviluppo del Progetto Definitivo è stato anche avviato tra i singoli soggetti coinvolti nella realizzazione e successiva gestione dell'Opera a Mare un tavolo di confronto che ha il compito di portare alla definizione e quantificazione dei maggiori oneri derivanti dalla realizzazione dell'Opera a Mare, gravanti sui soggetti istituzionali e privati che attualmente operano nell'ambito portuale di intervento. Tali oneri saranno poi disciplinati e identificati in un Accordo di Programma, attualmente in fase di perfezionamento.

L'Accordo di Programma sopra citato richiede di procedere ad una valutazione quantitativa del fenomeno della sedimentazione nell'area di intervento. Tale stima non è rivolta solo alle nuove aree di potenziale sedimentazione, ma anche alle aree di sedimentazione individuate nella configurazione ante opera, al fine di appurare se vi siano incrementi del fenomeno legati alla presenza della nuova Opera a Mare nel Canale di Calma.

L'obiettivo del presente studio morfodinamico è pertanto quello di valutare le variazioni della dinamica litoranea conseguentemente alla realizzazione dell'Opera a Mare e in particolare di quantificare l'incremento di volumi di sedimenti depositati nell'area di studio nel periodo di circa 20 anni che intercorre tra l'inizio della costruzione della conterminazione lato sud-est (indicativamente 2018) e la scadenza della concessione Autostrade (2038), rispetto ai volumi che si depositerebbero sempre nello stesso arco temporale ma in assenza dell'opera.

2. DOCUMENTAZIONE RACCOLTA

I dati (studi pregressi, rilievi batimetrici, analisi di laboratorio, dati meteo-marini, dati idrologici ecc.) reperiti e utilizzati per l'elaborazione dello studio morfodinamico sono così riassumibili:

- Progetto Definitivo Opera a Mare nel Canale di Calma, Maggio 2012;
- Caratterizzazione dei sedimenti alla foce del Polcevera inclusa la vasca di decantazione, Sviluppo Italia Aree Produttive, Giugno 2006;
- Studio per la verifica della sistemazione della foce del Torrente Polcevera, Sviluppo Italia Aree Produttive, Marzo 2009;
- stato di progetto dei dragaggi già programmati da Autorità Portuale e che verranno completati nel 2015;
- rilievi batimetrici storici sviluppati nell'area della foce del torrente Polcevera/Imboccatura di Ponente, meglio citati nel seguito;
- serie storiche dei pluviometri dell'ARPAL presenti nel bacino idrografico del torrente Polcevera e altri dati idrologici di interesse impiegati per la ricostruzione del regime delle portate dello stesso torrente alla foce;
- rilievi topografici di sezioni d'alveo del tratto terminale del torrente Polcevera tratti dalla Relazione idrologico-idraulica Opere provvisionali (IDRO002) del Progetto Definitivo del Nodo stradale e autostradale di Genova - Adeguamento del sistema A7 - A10 - A12;
- serie storiche di livello del mare, velocità e direzione del vento misurate dalla stazione anemometrica/mareografica di Genova, appartenente alla Rete Mareografica Nazionale, per gli anni 1998-2013.

3. APPROCCIO METODOLOGICO E STRUMENTI IMPIEGATI

L'approccio metodologico adottato per il conseguimento degli obiettivi dello studio ha previsto l'impiego ottimale di tutti i dati e informazioni disponibili, a seguito di un'accurata analisi critica degli stessi, all'interno di una serie di sofisticati modelli numerici di simulazione messi a punto, tarati ed applicati sull'area in esame.

Una prima fase dello studio, volta alla calibrazione dei modelli, è stata finalizzata a ricostruire i processi di sedimentazione occorsi nell'area in esame negli ultimi 15 anni circa, in funzione della disponibilità dei dati batimetrici storici condotti nell'area nei diversi anni e le informazioni sui dragaggi compiuti nello stesso periodo, incluse le modalità di gestione della vasca di sedimentazione posta alla foce del torrente Polcevera. Tali dati sono stati integrati con una ricostruzione delle portate liquide e solide del Polcevera, così come dei dati storici di vento, onda e livello del mare.

La prima fase di studio ha consentito quindi di ricostruire il bilancio del materiale solido depositato ed asportato dall'area di interesse, che ha costituito la base di partenza per la successiva analisi relativa alla previsione comparativa di evoluzione morfologica dell'area in assenza ed in presenza dell'opera a mare.

Questa prima fase di studio particolarmente delicata ed in cui l'aspetto modellistico numerico non si configura come prevalente nell'analisi, è risultata necessaria a fronte dell'esigenza di quantificare anche in termini assoluti la tendenza alla deposizione sedimentaria nell'area, approccio che si contrappone ad una più semplice analisi comparativa tra i due scenari previsionali di evoluzione futura.

A tal merito è doveroso evidenziare come, a fronte di una limitatezza dei dati di osservazione a disposizione così come dell'incertezza di alcuni di questi (es. volumi dragati negli anni passati e gestione della vasca di sedimentazione), tale prima fase di bilancio è stata complessivamente caratterizzata da un margine di incertezza. Ai fini di una quantificazione più accurata dei volumi di deposizione nell'area sarebbe stato opportuno infatti supportare l'analisi con un'adeguata campagna di monitoraggio delle portate liquide e solide del Polcevera così come dell'evoluzione morfologica del fondale.

Poiché i tempi a disposizione per il completamento dello studio non risultavano compatibili con un'adeguata campagna di monitoraggio, la prima fase di studio è stata condotta esclusivamente sulla base dei dati disponibili ed al meglio delle esperienze e competenze maturate dal gruppo di lavoro in studi analoghi. Dalla disponibilità delle informazioni utilizzate deriva quindi il grado di accuratezza della valutazione della tendenza alla deposizione allo stato attuale, evidenziato nelle risultanze del presente studio.

Tale valore di riferimento, comunque variabile in funzione delle condizioni idrologiche del Polcevera e delle condizioni meteomarine ha costituito il riferimento per la calibrazione del modello di previsione dell'evoluzione sul lungo periodo.

I risultati del modello numerico, le cui caratteristiche e modalità di implementazione sono presentate nel seguito, ha consentito quindi, mediante approccio comparativo, di quantificare l'impatto dell'opera a mare sul regime idrodinamico e di trasporto solido nell'area, fornendo quindi tutti i risultati attesi dallo studio.

Le attività condotte per l'esecuzione dello studio sono state, in estrema sintesi, le seguenti:
1. quantificazione dei volumi sedimentati in passato sulla base dei dati a disposizione;

2. identificazione del regime idrodinamico e di trasporto sedimentario attuale e sua rappresentazione attraverso modellistica numerica;
3. impiego del modello numerico per simulare il regime idrodinamico e di trasporto sedimentario futuro in presenza dell'opera (secondo diverse configurazioni di evoluzione realizzativa dell'opera) ed in assenza della stessa;
4. individuazione di un opportuno piano di dragaggio.

4. QUANTIFICAZIONE DEI VOLUMI SEDIMENTATI IN PASSATO IN BASE AI DATI DISPONIBILI

In virtù della limitata disponibilità di dati accurati relativi al regime di trasporto solido del torrente Polcevera e all'apporto sedimentario del torrente nel bacino portuale, e dell'impossibilità di prevedere una specifica campagna di monitoraggio, l'attività di quantificazione dei volumi sedimentati e la previsione di sedimentazione futura è risultata particolarmente delicata. Al fine di pervenire ad una stima quanto più possibile accurata del regime di sedimentazione pregresso si è proceduto secondo il seguente approccio:

- sulla base delle cartografie e dei dati relativi alla configurazione batimetrica attuale e a varie configurazioni batimetriche pregresse, è stato possibile stimare il volume di materiale sedimentato nell'area di interesse nell'arco temporale che intercorre tra rilievi successivi;
- in parallelo, si è proceduto ad una stima dell'apporto sedimentario teorico del bacino del torrente Polcevera basata sull'impiego di formulazioni classiche di letteratura opportunamente integrate sulla base delle informazioni disponibili relative alla granulometria del materiale e al profilo dell'alveo nel tratto terminale del torrente. Questa attività ha consentito di verificare che il risultato dell'attività di quantificazione del materiale sedimentato sulla base del confronto tra rilievi successivi fornisse stime in linea con quanto atteso sulla base delle caratteristiche del bacino.

4.1 Valutazione del trasporto solido potenziale

La valutazione del trasporto solido potenziale è stata condotta utilizzando il metodo di Gavrilovic S.[1] (1959) che permette di stimare la produzione di sedimenti media annua in funzione del "peso" attribuito, sulla base di analisi statistiche, alle differenti variabili indipendenti considerate: fisiografia, piovosità, termometria, utilizzazione del territorio e assetto vegetazionale, erodibilità del substrato roccioso, condizioni di dissesto idrogeologico in atto.

Tale metodologia, già ampiamente utilizzata e verificata in passato, risulta una delle più complete sotto il profilo delle variabili considerate.

In particolare vengono utilizzati i parametri seguenti.

<u>Parametri fisiografici</u>

- S = superficie bacino (km^2);
- I'= $\sqrt{I}$ dove I è la pendenza media del bacino (-);

<u>Parametri climatici</u>

- t' = coefficiente di temperatura = $\sqrt{t * 0{,}1 + 0{,}1}$ dove t è la temperatura media annua (per t<-1 t'= 0);
- h = precipitazione media annua (mm);

[1] Gavrilovic S. (1959) « Methode de la classification des bassins torrentiels et equation nouvelles pour le calcul des hautes eaux et du debit solide ». Vadoprivreda, Belgrado.

Uso del suolo

- A = superficie a boschi e frutteti (km^2);
- B = superficie a prati e pascoli (km^2);
- C = superficie seminativi e coltivi vari (km^2);
- D = superficie sterile (km^2);
- U = superficie pavimentata e urbanizzata (km^2);

Litologia

- J = superficie rocce incoerenti (km^2);
- K = superficie rocce pseudocoerenti e semicoerenti (km^2);
- L = superficie rocce coerenti (km^2);

Dissesti

- N = superficie con frane (km^2);
- P = superficie con erosione accentuata (km^2);
- Q = superficie zone con valanghe (km^2).

I singoli parametri vengono opportunamente combinati e pesati per esprimere i coefficienti di degradazione legati ai diversi fattori che concorrono alla definizione del livello di erodibilità dei bacini ovvero il coefficiente di protezione del suolo dato dalla vegetazione (X), il coefficiente di erodibilità del suolo dato dalla litologia (Y) e il coefficiente di degradazione (V'):

$$X = \frac{(A \cdot 0.2 + B \cdot 0.5 + C \cdot 0.8 + D \cdot 1.0 + 0.05 \cdot U)}{S}$$

$$Y = \frac{(J \cdot 1.6 + K \cdot 0.8 + L \cdot 0.3)}{S}$$

$$R = \frac{(N \cdot 7 + P \cdot 4 + Q \cdot 2)}{S} \cdot 100$$

Da R (superficie dissestata relativa) è quindi possibile calcolare il coefficiente di degradazione (V') che varia secondo il seguente schema:

se 0<= R <= 0.5	allora V'=0.1+R*0.4
se 0.5< R < 2	allora V'=0.134*R+0.133
se 2<=R<=8	allora V'=R/10+0.2
se R>8	allora V'=1

e quindi il coefficiente di erosione relativa (Z):

$$Z = X \cdot Y \cdot (V' + I')$$

Dai parametri così calcolati è infine possibile arrivare alla stima del volume (in m^3) di materiale prodotto annualmente entro il bacino considerato a causa dei processi erosivi ovvero il trasporto solido potenziale (W):

$$W = S \cdot t' \cdot h \cdot \pi \cdot \sqrt{Z^3}$$

Noto W si calcola facilmente la profondità di erosione media annua (E1) e il contributo specifico alla produzione dei sedimenti (E2).

Occorre precisare che il metodo di Gavrilovic fornisce un valore medio annuo di materiale eroso che non è correlabile direttamente al volume mobilizzato durante un evento di piena. In effetti è facilmente prevedibile che durante gli eventi catastrofici vengano mobilizzate quantità di depositi superiori alla media annua.

Il metodo è stato applicato sui seguenti bacini alla sezione di chiusura (vedi corografia in Figura 6):
- Verde (bacino del torrente Verde alla confluenza con il torrente Polcevera)
- Secca (bacino del torrente Secca alla confluenza con il torrente Polcevera);
- Alto Polcevera (bacino del torrente Riccò alla confluenza con il torrente Verde);
- Basso Polcevera (bacino residuo con chiusura a mare).

I parametri di riferimento per l'applicazione del metodo sono stati ricavati in ambiente ARC-GIS dai seguenti tematismi di cartografia informatizzata:
- **Fisiografia (S, I)** da modello digitale del terreno a maglia 40 m;
- **Parametri climatici (t°C, h)** elaborando i dati delle serie storiche orarie di precipitazione e temperatura degli anni 2002÷2012, reperite per lo studio idrologico descritto nel seguito;
- **Uso del suolo (A, B, C, D, U)** da tematismi *Corine land cover*, Livello 3, anno 2006;
- **Litologia (J, K, L)** dai tematismi shape della cartografia geologica SGN alla scala 1:100000;
- **Dissesti (N, P, Q)** dai tematismi informatizzati del progetto IFFI.

I risultati di tali elaborazioni sono riportati nella Tabella 1. Essi appaiono congruenti o leggermente più bassi dei valori medi di sollevamento dell'arco alpino (dell'ordine dei mm/anno). Il volume complessivo (218.000 m^3/anno) è invece nettamente superiore ai valori di trasporto solido calcolati alla foce del Polcevera (vedi paragrafo successivo). Questo risultato non deve tuttavia stupire per svariati motivi.

In primo luogo il trasporto solido stimato alla foce a partire dalle batimetrie storiche considera solo il materiale non coesivo (dalle ghiaie alle sabbie fini e in parte limi) e pertanto non tiene conto del trasporto in sospensione difficilmente sedimentabile (wash load/argille). Peraltro il Polcevera, con particolare riferimento ai bacini geologicamente connessi all'apporto "appenninico" (torrente Secca, parte del torrente Riccò e del torrente Verde), presenta acque ad elevata torbidità.

In secondo luogo il valore calcolato con il metodo di Gavrilovic definisce il quantitativo di materiale eroso. Solo una parte di esso tuttavia subisce un trasporto a mare.

E' pertanto plausibile che parte rilevante del materiale movimentato per erosione si stabilizzi nei settori morfologici di accumulo (depositi lacustri, conoidi, alluvioni di fondovalle, detrito di falda, frane ecc.), unità sedimentarie ben presenti e individuabili nel bacino del Polcevera.

BACINO DEL POLCEVERA
CALCOLO DEL TRASPORTO SOLIDO CON IL METODO DI GAVRILOVIC

identificazione	fisiografia			clima		uso del suolo					litologia			dissesti		
sezione	S (m^2)	S (Km^2)	I	t* °C	h (mm)	A (Km^2)	B (Km^2)	C (Km^2)	D (Km^2)	U (Km^2)	J (Km^2)	K (Km^2)	L (Km^2)	N (Km^2)	P (Km^2)	Q (Km^2)
Verde	33624503	33,625	0,410	12,1	1567	14,562	5,738	12,352	0,000	0,972	0,080	14,524	18,991	1,715	0,000	0,000
Alto Polcevera	21802624	21,803	0,360	12,6	1428	12,889	0,607	7,086	0,000	1,220	0,141	21,154	0,522	1,025	0,000	0,000
Secca	45375017	45,375	0,380	13,0	1329	25,347	2,700	15,004	0,000	2,323	0,760	44,404	0,000	7,759	0,000	0,000
Basso Polcevera	37826045	37,826	0,330	13,7	1129	15,388	3,195	10,384	0,000	8,860	0,929	29,984	7,007	2,307	0,000	0,000

* Se t<-1 allora t'=0

identificazione	dissesti			Fattori di calcolo							Risultati		
sezione	N (Km^2)	P (Km^2)	Q (Km^2)	R	X	Y	t'	V'	I'	Z	W (m^3/a)	E1 (mm/a)	E2 ($m^3/km^2/a$)
Verde	1,715	0,000	0,000	35,7	0,47	0,52	1,145	1,00	0,64	0,40	47482	1,412	1412
Alto Polcevera	1,025	0,000	0,000	32,9	0,39	0,79	1,166	1,00	0,60	0,50	40500	1,858	1858
Secca	7,759	0,000	0,000	119,7	0,41	0,81	1,183	1,00	0,62	0,53	87607	1,931	1931
Basso Polcevera	2,307	0,000	0,000	42,7	0,35	0,73	1,21	1,00	0,574	0,41	42274	1,118	1118
										Tot (m3/a)	*217863*		

Tabella 1 - Bacino del torrente Polcevera: calcolo della produzione di materiale solido con il metodo di Gavrilovic.

4.2 Stima del materiale solido alla foce del Polcevera

Al fine di stimare la quantità di materiale solido proveniente dal Polcevera, si è ipotizzato che esso si possa distribuire all'interno sia della vasca di sedimentazione che della foce del Polcevera. Tali aree sono state evidenziate nella Figura 3.

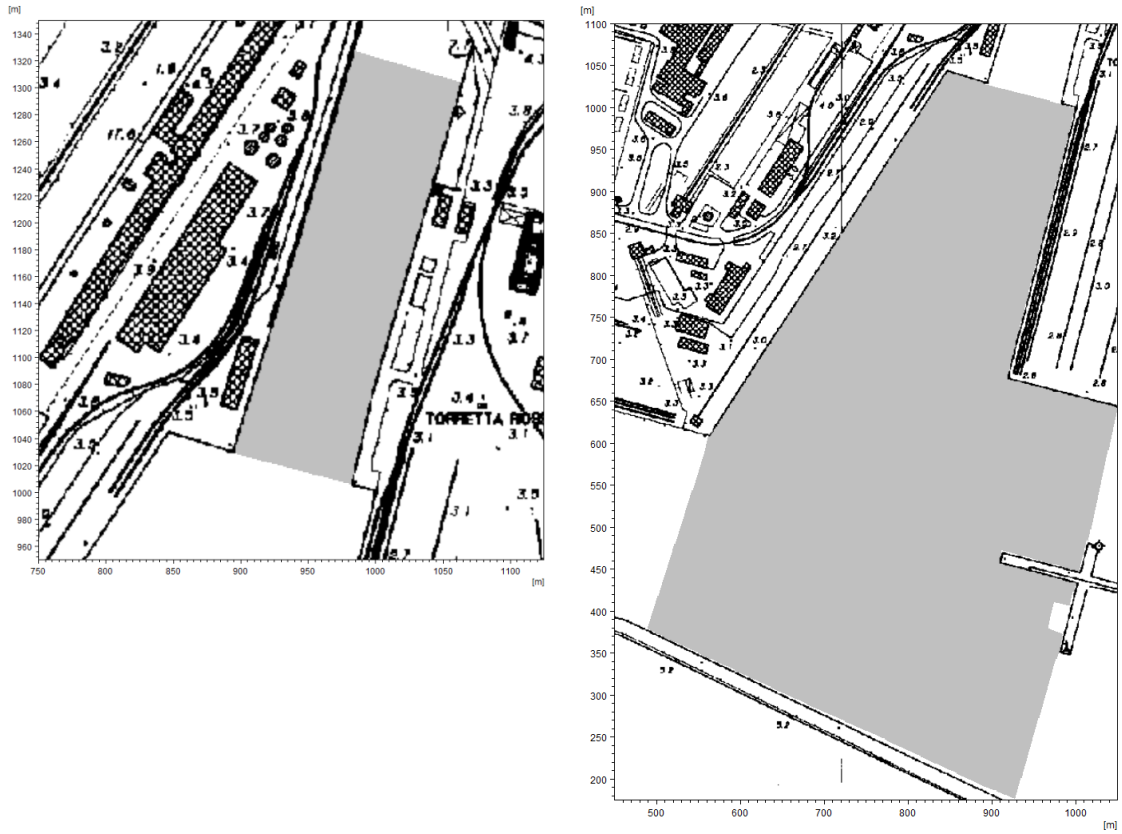


Figura 3 - Zone interessate dal calcolo del trasporto solido: a sinistra la vasca di sedimentazione (Zona 1), a destra la foce del Polcevera (Zona 2).

Per stimare questo valore, sono stati acquisiti i dati dei rilievi effettuati nel corso degli anni, in particolare:

- Anni 2001 – 2013 per la zona della vasca di sedimentazione;
- Anni 1998 – 2013 per la zona della foce.

In particolare, per la zona della vasca di sedimentazione sono disponibili i seguenti documenti:

- 20/05/2001[2]: rilievo in scala 1:500 caratterizzato da sezioni trasversali a distanza 10 metri;
- 02/11/2005[3]: rilievo batimetrico in scala 1:1000, digitalizzato a maglia 10x10 metri;
- 04/12/2009[4]: rilievo batimetrico in scala 1:1000, digitalizzato a maglia 5x5 metri;
- 04/10/2011[5]: rilievo batimetrico in scala 1:1000, digitalizzato a maglia 5x5 metri e 10x10 metri;
- 09/07/2012[6]: rilievo batimetrico in scala 1:1000, digitalizzato a maglia 5x5 metri e 10x10 metri;
- 08/10/2012[7]: rilievo batimetrico in scala 1:1000, digitalizzato a maglia 5x5 metri e 10x10 metri;
- 16/11/2012[8]: rilievo batimetrico in scala 1:1000, digitalizzato a maglia 5x5 metri e 10x10 metri;
- 17/12/2012[9]: rilievo batimetrico in scala 1:1000, digitalizzato a maglia 5x5 metri e 10x10 metri;
- 05/02/2013[10]: rilievo batimetrico in scala 1:1000, digitalizzato a maglia 10x10 metri;
- 24/05/2013[11]: rilievo batimetrico in scala 1:1000, digitalizzato a maglia 5x5 metri e 10x10 metri.

Per la zona della foce, invece:

- Dicembre 1998[12]: rilievo batimetrico in scala 1:1000, digitalizzato a maglia 10x10 metri;;
- 31/07/2007[2]: rilievo batimetrico in scala 1:1000, digitalizzato a maglia 10x10 metri;
- 04/12/2009[3]: rilievo batimetrico in scala 1:1000, digitalizzato a maglia 5x5 metri;
- 04/10/2011[4]: rilievo batimetrico in scala 1:1000, digitalizzato a maglia 5x5 metri e 10x10 metri;
- 09/07/2012[5]: rilievo batimetrico in scala 1:1000, digitalizzato a maglia 5x5 metri e 10x10 metri;
- 08/10/2012[6]: rilievo batimetrico in scala 1:1000, digitalizzato a maglia 5x5 metri e 10x10 metri;
- 23/10/2012[13]: rilievo batimetrico in scala 1:1000, digitalizzato a maglia 5x5 metri e 10x10 metri;
- 16/11/2012[7]: rilievo batimetrico in scala 1:1000, digitalizzato a maglia 5x5 metri e 10x10 metri;
- 17/12/2012[8]: rilievo batimetrico in scala 1:1000, digitalizzato a maglia 5x5 metri e 10x10 metri;
- 05/02/2013[9]: rilievo batimetrico in scala 1:1000, digitalizzato a maglia 10x10 metri;

---

[2] Autorità Portuale di Genova- Direzione Tecnica. *Rilievi di Controllo Polcevera.*

[3] Autorità Portuale di Genova- Direzione Tecnica. Fondali – Bacino N – Bacino Italsider, P.N. Ronco, Calata Derna.Aggiornamento Tav I – *Rilievi Batimetrici Multibeam – APG.*

[4] Autorità Portuale di Genova - Direzione Tecnica. Progetto Esecutivo – Ampliamento Terminal Contenitori Ponte Ronco e Canepa. *Rilievo batimetrico dello specchio acqueo tra ponte Ronco e area Italsider.*

[5] COOPSETTE Soc. Coop. – Indagini Morfo Batimetriche ad elevato dettaglio dei fondali compresi tra Banchina est Italsider, Foce Torrente Polcevera e testata Ronco Canepa. Ampliamento Terminal Contenitori T.ti N.Ronco/Canepa. Progetto esecutivo P.2603 – Porto di Genova. *Indagini batimetriche a saturazione di punti - Tavola I – Ottobre 2011*

[6] Autorità Portuale di Genova - Direzione Tecnica. Indagini Morfo Batimetriche ad elevato dettaglio dei fondali compresi tra Banchina est Italsider, Foce Torrente Polcevera e testata Ronco Canepa. Ampliamento Terminal Contenitori T.ti N.Ronco/Canepa. Progetto esecutivo P.2603 – Porto di Genova. *Indagini batimetriche a saturazione di punti - Tavola I – Luglio 2012*

[7] Autorità Portuale di Genova - Direzione Tecnica. Indagini Morfo Batimetriche ad elevato dettaglio dei fondali compresi tra la diga del canale di calma – banchine est e sud Italsider, Foce Torrente Polcevera e testata Ronco Canepa. Ampliamento Terminal Contenitori T.ti N.Ronco/Canepa. Progetto esecutivo P.2603 – Porto di Genova. *Indagini batimetriche a saturazione di punti – Tavola I – Ottobre 2012 – rilievi del 08/10/2012.*

[8] Autorità Portuale di Genova - Direzione Tecnica. (come nota 6) - *Tavola I – Novembre 2012.*

[9] Autorità Portuale di Genova - Direzione Tecnica. (come nota 6) – *Tavola I – Dicembre 2012.*

[10] Autorità Portuale di Genova - Direzione Tecnica. (come nota 6) – *Tavola I – Febbraio 2013.*

[11] Autorità Portuale di Genova - Direzione Tecnica. (come nota 6) – *Tavola I – Maggio 2013.*

[12] Autorità Portuale di Genova - Direzione Tecnica. Fondali – Bacino – N – B. Italsider P.Ronco C.Derna. *Rilievi Batimetrici.*

[13] Autorità Portuale di Genova - Direzione Tecnica. (come nota 6) – *Tavola I – Ottobre 2012 – rilievi del 23/10/2012.*

- 24/05/2013[10]: rilievo batimetrico in scala 1:1000, digitalizzato a maglia 5x5 metri e 10x10 metri.

I rilievi sono stati forniti in formato digitale (file .dwg) con l'eccezione del rilievo del 20/05/2001, che è stato fornito in formato cartaceo e successivamente convertito manualmente nel formato digitale.

Inoltre sono stati acquisiti una serie di documenti denominati*: Contabilità APGE/NIMUE Scarl - calcolo dei volumi di materiale dragato area Polcevera (banchina Italsider/p.te Nino Ronco Ovest) alla quota e modello di progetto*[14].

Tali documenti descrivono la contabilità del materiale dragato all'interno dell'area nel corso degli anni 2011-2013. Nella Tabella 2 è stato riportato un riepilogo dei valori che interessano lo studio.

DATA (da)	DATA (a)	DRAGATO FOCE POLCEVERA (m^3)	DRAGATO VASCA POLCEVERA (m^3)
04-10-2011	08-10-2012	227 553	
08-10-2012	23-10-2012	70 009	870
23-10-2012	2012-11-16	49 561	42 403
2012-11-16	2012-12-17	68 499	25 664
2012-12-17	2013-02-05	87 570	46 107

Tabella 2- Volumi dragati dalla vasca e dalla foce del Polcevera (contabilità APGE/NIMUE Scarl).

All'interno di tali documenti, il calcolo è stato effettuato per differenza di volume tra il modello di progetto e il rilievo antecedente il dragaggio e tra lo stesso modello di progetto e il rilievo effettuato successivamente al dragaggio.

Il metodo di calcolo utilizzato nei documenti non permette di distinguere, all'interno della quantità di materiale estratto, la percentuale che è stato immessa dal torrente nell'intervallo di tempo che è intercorso tra un rilievo e il successivo. Per questo motivo non è possibile utilizzare i rilievi successivi al 04/10/2011 per ricavare il materiale solido in arrivo dal Polcevera.

La batimetria del progetto finale è presentata nella Figura 4.

Il metodo di calcolo utilizzato nel presente studio ha permesso di stimare la differenza tra le quote batimetriche di due rilievi successivi, per stabilire quale fosse la differenza di volume tra di essi. Eventuale materiale che tra un rilievo e l'altro si dovesse spostare all'interno dell'area (senza uscire da essa) non modificherebbe il risultato finale. Tuttavia, nel caso in cui questa movimentazione avvenisse lungo il perimetro dell'area, non è più possibile stimarlo. È atteso quindi che possa esserci un errore (sia con segno positivo che negativo): considerando l'estensione delle aree scelte per il calcolo, è però possibile ipotizzare che questo errore sia minimo o trascurabile.

Un errore che potrebbe avere una certa rilevanza è dato dall'area sulla quale sono definiti i rilievi. Essa infatti non è mai costante nel corso del tempo, come è possibile osservare nelle figure riportate nell'Allegato 1. È utile osservare tuttavia che le zone di studio sono state selezionate in modo da comprendere al loro interno il maggior numero possibile di celle comuni alle batimetrie. Ove il numero di celle in comune è risultato essere troppo basso, il rilievo è stato escluso dallo studio.

[14] S.A.L. N°01 ÷ 05.

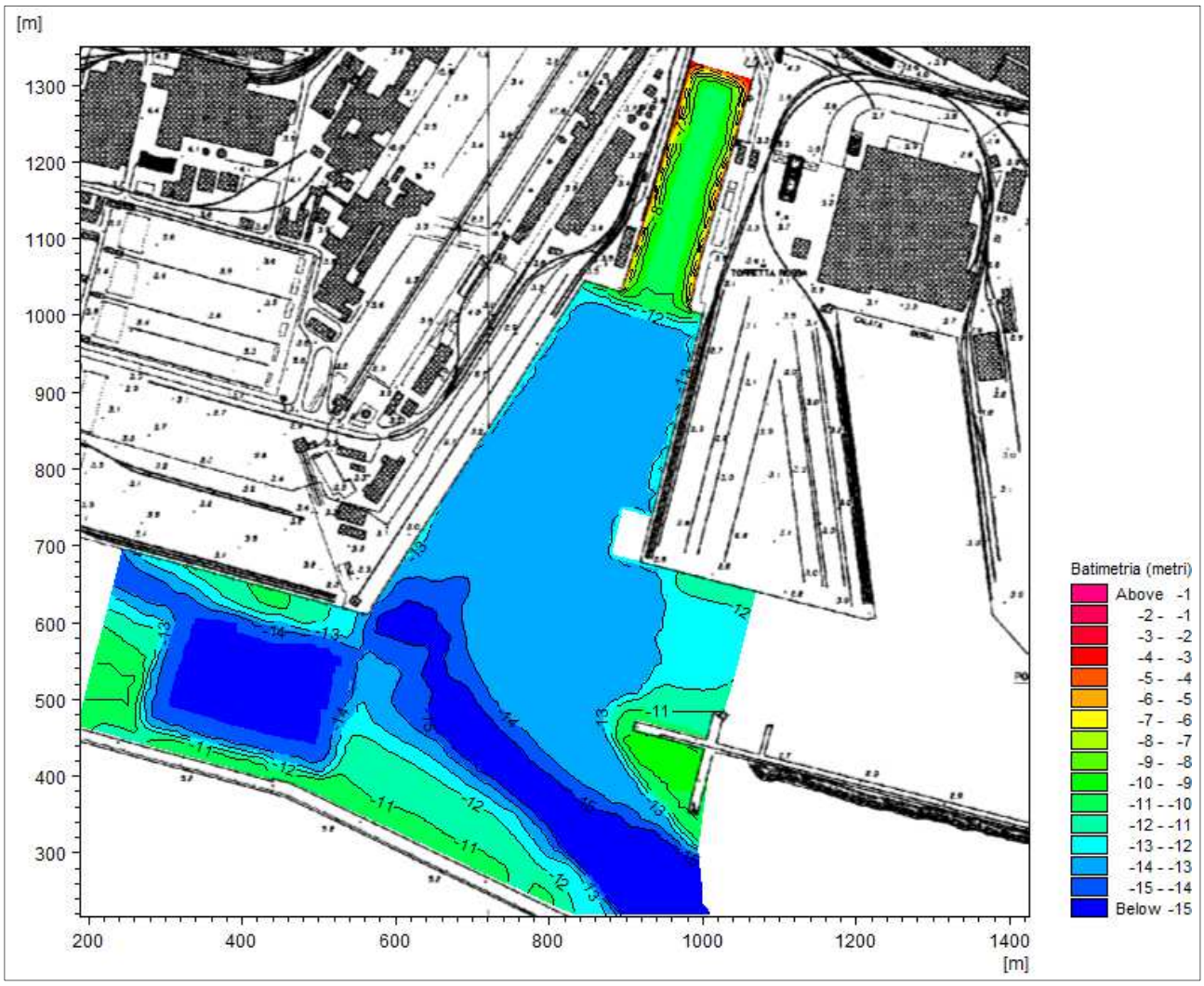


Figura 4 - Batimetria del progetto finale.

I dati di rilievo sono stati convertiti digitalmente nel formato “grid” di MIKE Zero (modulo base della suite di calcolo numerico MIKEbyDHI). I punti originariamente presenti all’interno delle batimetrie sono stati interpolati su maglia regolare con celle quadrate di lato 1 metro. Ove fossero presenti zone con dati mancanti, dovute alla bassa profondità del fondale, questi sono stati ricostruiti assegnando all’area interessata un’altezza costante pari a -0,5 m (in caso la profondità dell’intorno fosse superiore a -0,5 m, l’altezza è stata imposta pari al livello massimo dell’intorno), raccordando poi il bordo dell’area (per almeno 10 metri) con i valori circostanti.

L’area di interesse è stata suddivisa nelle due zone evidenziate nella Figura 3: la vasca (Zona 1) e la Foce (Zona 2).

Limitandosi alle zone evidenziate, sono state calcolate le differenze tra le batimetrie, come riportato nella Tabella 3 e nella Tabella 4.

Intervallo	N° celle	Valore medio (m)	Volume (m^3)
02/11/2005 - 20/05/2001	26 344	6,06	159 587
04/12/2009 - 20/05/2001	26 397	6,92	182 685
04/10/2011 - 20/05/2001	26 550	7,20	191 277
04/10/2011 - 04/12/2009	26 400	0,31	8 110
04/12/2009 - 02/11/2005	26 290	0,88	23 220

Tabella 3 - Calcolo dei volumi in arrivo dal Polcevera nella vasca (Zona 1).

Intervallo	N° celle	Valore medio (m)	Volume (m^3)	Dragato nel 2001 (m^3)	Valore finale (m^3)
31/07/2007 - Dicembre 1998	258 712	0,55	141 722	3901	145 623
04/12/2009 - Dicembre 1998	164 012	0,63	102 973	3901	106 874
04/10/2011 - Dicembre 1998	221 444	0,76	168 131	3901	172 032
04/12/2009 - 31/07/2007	159 133	-0,05	-7 395	-	-7 395
04/10/2011 - 31/07/2007	207 985	0,22	46 633	-	46 633

Tabella 4 - Calcolo dei volumi in arrivo dal Polcevera nella foce (Zona 2).

Per ogni calcolo è stato estratto il numero di celle in comune tra le due batimetrie, insieme al valore medio della differenza. Moltiplicando tra loro questi due valori si è stimato il volume complessivo.

La batimetria del 20/05/2001 è stata utilizzata come riferimento per il calcolo dei volumi all'interno della vasca. Essa è stata effettuata in seguito ad un'operazione di dragaggio che ha interessato, oltre alla vasca, anche parte dell'imbocco della foce del Polcevera. Per questo motivo, calcolando le differenze tra le batimetrie a cavallo di tale data, è stato necessario aggiungere al volume finale anche la porzione che è stata dragata.

Il rilievo effettuato in data 04/12/2009 è stato effettuato su una porzione ristretta della vasca (solo circa 150 000 celle in comune con gli altri rilievi). Di conseguenza i volumi complessivi calcolati rispetto a Dicembre 2009 e rispetto a 31/07/2007 risultano essere inferiori a quanto atteso (addirittura negativi) e per questo motivo non sono stati considerati nel calcolo finale.

Sebbene si sia deciso di non considerare le batimetrie degli anni successivi al 2011, all'interno dello studio è stato comunque verificato il risultato dei documenti di contabilità. Il risultato finale non si discosta di più del 10%, confermando la compatibilità dei metodi utilizzati nei due studi.

DATA (da)	DATA (a)	CALCOLATO FOCE POLCEVERA (m^3)	DIFFERENZA (%)	CALCOLATO VASCA POLCEVERA (m^3)	DIFFERENZA (%)
04-10-2011	08-10-2012	229 003	-1%	-6 361	-
08-10-2012	23-10-2012	70 541	-1%	0	-
23-10-2012	2012-11-16	45 065	9 %	43 4329	-2%
2012-11-16	2012-12-17	61 520	10%	27 569	-7%
2012-12-17	2013-02-05	96 896	-11%	48 352	-5%

Tabella 5 - Verifica dei volumi dragati nella vasca e alla foce del Polcevera. Confronto con studio di contabilità APGE/NIMUE Scarl.

La stima finale è stata calcolata dividendo i volumi per il numero di giorni dell'intervallo considerato e moltiplicandoli per il numero di giorni dell'anno in cui tale rilievo è valido. Nel caso di valori all'inizio e alla fine dell'intervallo temporale considerato (anni 1998 e anno 2011 per la foce; anno 2001 e anno 2011 per la vasca)

si è preferito considerare il valore giornaliero come rappresentativo dell'intero anno, e quindi lo si è moltiplicato per 365 (giorni). Nella Tabella 6 è riportato il risultato del calcolo.

m³/ anno	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Vasca	-	-	-	35 979	35 979	35 979	35 979	30 998	5 677	5 677	5 677	5 581	4 425	4 425
Foce	16 799	16 799	16 799	16 799	16 799	16 799	16 799	16 799	16 799	14 417	11 154	11 154	11 154	11 154
Totale	16 799	16 799	16 799	52 778	52 778	52 778	52 778	47 797	22 476	20 094	16 831	16 735	15 579	15 579

Tabella 6 - Stima dei volumi in arrivo dal torrente Polcevera nelle zone di interesse per lo studio.

5. REGIME IDRODINAMICO E DI TRASPORTO SEDIMENTARIO ATTUALE - TARATURA DEL MODELLO

A valle della stima quantitativa del materiale sedimentato in passato, è stato possibile predisporre un modello numerico integrato idrodinamico e di trasporto solido che, attraverso un'opportuna identificazione di scenari meteomarini rappresentativi (nonché di regimi di portata del torrente Polcevera) fosse in grado di riprodurre la reale evoluzione del fondale per il periodo pregresso considerato.

Al fine di simulare correttamente l'evoluzione del fondale in funzione dell'apporto solido del torrente Polcevera è stato necessario predisporre un modello idrodinamico in grado di simulare l'andamento delle correnti all'interno del bacino portuale, sotto l'azione delle forzanti significative. Sulla base delle risultanze di studi pregressi e dell'ultradecennale esperienza in studi analoghi effettuati dal gruppo di lavoro, si può affermare che il regime idrodinamico del bacino portuale sia influenzato prevalentemente dai venti locali, dai livelli marini, dal regime di portate del torrente Polcevera e dalle correnti di marea che, seppure di intensità limitata, sono la causa primaria di ricambio della massa d'acqua portuale in condizioni di assenza di vento e di basse portate del torrente Polcevera.

Al fine di riprodurre il reale regime idrodinamico locale, attraverso la simulazione di una serie di "scenari di regime idrodinamico", è risultato pertanto indispensabile il reperimento di dati che, inseriti nel modello numerico in termini di forzante interna e/o di condizione al contorno, permettano al modello numerico di simulare correttamente il regime idrodinamico interno al bacino portuale.

Sulla base di quanto sopra, i dati acquisiti dal gruppo di lavoro hanno fatto riferimento a:

- serie temporali di intensità e direzione del vento all'interno del bacino portuale di Genova. A tale scopo si è fatto riferimento ai dati della stazione anemometrica localizzata nella stazione mareografica di Genova, facente parte della Rete Mareografica Nazionale. Nella Figura 5 è illustrata la localizzazione della stazione mareografica in questione;
- serie temporali di livello del mare all'interno del bacino portuale di Genova. A tale scopo si è fatto ancora riferimento ai dati della stazione mareografica di Genova: le registrazioni di livello sono comprensive sia della componente di marea astronomica, sia della componente di marea meteorologica (per approfondimenti si veda la sezione "l'influenza del moto ondoso" nel capitolo 5.4.1);
- serie temporali di precipitazione per la messa a punto di un modello idrologico continuo in grado di ricostruire le serie di portata del torrente Polcevera. Non esiste infatti la disponibilità di serie di misure di livello o portata in continuo affidabili e su lungo periodo da utilizzare direttamente. La serie storiche delle precipitazioni sono state fornite da ARPAL CFMI con cui Hydrodata e DHI Italia collaborano per svariati progetti legati sia alla previsione in tempo reale delle piene torrentizie, sia alla previsione dell'idrodinamica del Mar Ligure.



Figura 5 - Localizzazione della stazione mareografica di Genova.

Il modello utilizzato per la simulazione del regime idrodinamico nell'area di interesse è il MIKE 21 HD FM di DHI, descritto in dettaglio nell'Allegato 5 al presente elaborato.

Il modulo idrodinamico (HD), cuore del codice MIKE 21, simula le variazioni di livello e corrente in risposta alle differenti tipologie di forzanti considerate. MIKE 21 HD FM può essere utilizzato da solo o insieme ad altri moduli che, pur finalizzati alla simulazione di altri fenomeni (es. trasporto di sedimenti) richiedono la risoluzione contestuale degli aspetti idrodinamici.

Il sistema modellistico si basa sulla soluzione numerica delle equazioni dei Navier-Stokes mediate (Reynolds Averaged Navier-Stokes equations) sotto le ipotesi di Boussinesq e in condizioni di pressione idrostatica.

La versione FM utilizza un metodo ai volumi finiti per la discretizzazione delle equazioni di flusso e trasporto con valori centrati sul singolo elemento. Il dominio spaziale è discretizzato tramite la suddivisione del continuo in elementi/celle non sovrapposte.

Il dominio di calcolo è discretizzato nelle dimensioni orizzontali attraverso una maglia non strutturata costituita da triangoli. Nel modello 2D gli elementi possono essere triangolari o quadrilateri. La risoluzione spaziale che è stata adottata per lo studio specifico è stata determinata sulla base di simulazioni preliminari. Dopo vari tentativi, la risoluzione ottimale adottata risulta compresa tra 25 e 75 m.

Propedeutiche alla messa a punto del modello MIKE 21 HD FM e del modello bidimensionale di trasporto solido (MIKE 21 MT FM) sono state tuttavia le seguenti attività:

- messa a punto e applicazione di un modello idrologico afflussi-deflussi esteso all'intero bacino imbrifero del torrente Polcevera finalizzato alla ricostruzione di una serie temporale delle portate liquide del Polcevera alla foce di riferimento per le successive applicazioni modellistiche. A tale scopo è stato utilizzato il codice di calcolo MIKE 11 RR del pacchetto MIKE by DHI come descritto nel seguito;
- analisi critica dei dati sedimentologici disponibili, ricavati dagli studi pregressi, indispensabili per la caratterizzazione dei modelli morfologici applicati nel presente studio e descritti nel seguito;

- messa a punto di un modello monodimensionale morfologico del tratto terminale del torrente Polcevera (circa gli ultimi 3 km) al fine di meglio analizzare le dinamiche evolutive dello stesso nei confronti dei processi di trasporto solido, erosione e sedimentazione che avvengono prima dell'ingresso nella vasca di sedimentazione e quantificare in maggior dettaglio la relazione "portata liquida-portata solida" che costituisce una delle condizioni al contorno di maggiore rilevanza nell'ambito del modello MIKE 21 FM (HD+MT). A tale scopo è stato utilizzato il codice di calcolo MIKE 11 HD e GST del DHI come descritto nel seguito.

5.1 Ricostruzione della serie temporale delle portate liquide del torrente Polcevera

La ricostruzione della serie temporale delle portate liquide del Polcevera alla foce, in totale mancanza di qualsiasi serie storica di misure di portata nell'ambito del bacino in esame, è stata condotta mediante la messa a punto ed applicazione di un modello idrologico afflussi-deflussi esteso all'intero bacino imbrifero del torrente Polcevera.

Il modello è stato realizzato sulla base del codice di calcolo MIKE 11 RR del DHI, del quale è riportata una sintetica descrizione nell'allegato 2.

Sono state preliminarmente condotte le seguenti attività di base:

- delimitazione dei bacini imbriferi del torrente Polcevera chiuso alla sezione di foce; determinazione della superficie dei bacini e dell'altitudine media mediante tecniche GIS utilizzando un DEM a maglia 40 m; valutazione dei tempi di corrivazione dei bacini considerati;
- raccolta di tutti i dati disponibili delle serie storiche orarie delle precipitazioni e dei livelli idrometrici delle stazioni di misura di interesse dell'ARPA Liguria (vedi Tabella 7);
- definizione preliminare di tutti gli altri parametri di input del modello idrologico;
- raccolta e analisi di tutte le informazioni utili alla taratura del modello.

STAZIONE DI MISURA	TIPO SENSORE	PERIODO DI OSSERVAZIONE
GENOVA BOLZANETO	PLUVIOMETRO	2/3/2001÷26/6/2013
GENOVA RIGHI (CASTELLACCIO)	PLUVIOMETRO	2/3/2001÷27/6/2013
ISOVERDE	PLUVIOMETRO	13/3/2001÷26/6/2013
MIGNANEGO	PLUVIOMETRO	24/7/2001÷26/6/2013
MONTE CAPELLINO	PLUVIOMETRO	3/4/2001÷26/6/2013
GENOVA PONTEDECIMO	PLUVIOMETRO	25/7/2001÷26/6/2013
VALLEREGIA	PLUVIOMETRO	13/3/2001÷26/6/2013
VICOMORASSO	PLUVIOMETRO	13/4/2001÷26/6/2013
CROCETTA DI ORERO	PLUVIOMETRO	24/10/2003÷26/6/2013
GENOVA PONTEDECIMO	IDROMETRO	24/7/2001÷26/6/2013

Tabella 7 – Elenco delle stazioni di misura utilizzate.

L'evapotraspirazione potenziale è stata assegnata su base mensile a partire da valori desunti dalle elaborazioni condotte da HYDRODATA nello studio "Sistema informativo per la previsione delle piene dei corsi d'acqua del bacino idrografico piemontese" condotto nel 2000 per la Regione Piemonte. In particolare sono stati adottati i valori medi mensili indicati nella Tabella 8, opportunamente trasformati in valori espressi in mm/giorno e ripetuti ciclicamente per tutti gli anni considerati.

Per semplicità nel modello sono stati considerati trascurabili i processi di formazione/fusione nevosa e pertanto non è stato necessario fornire serie storiche di temperatura dell'aria.

Nella Figura 6 è riportata una corografia del bacino idrografico del torrente Polcevera chiuso alla foce. Nella stessa figura sono riportati i limiti dei sottobacini considerati per la messa a punto del modello, l'ubicazione delle stazioni idrologiche utilizzate e i topoieti impiegati per il calcolo delle precipitazioni ragguagliate ai singoli sottobacini.

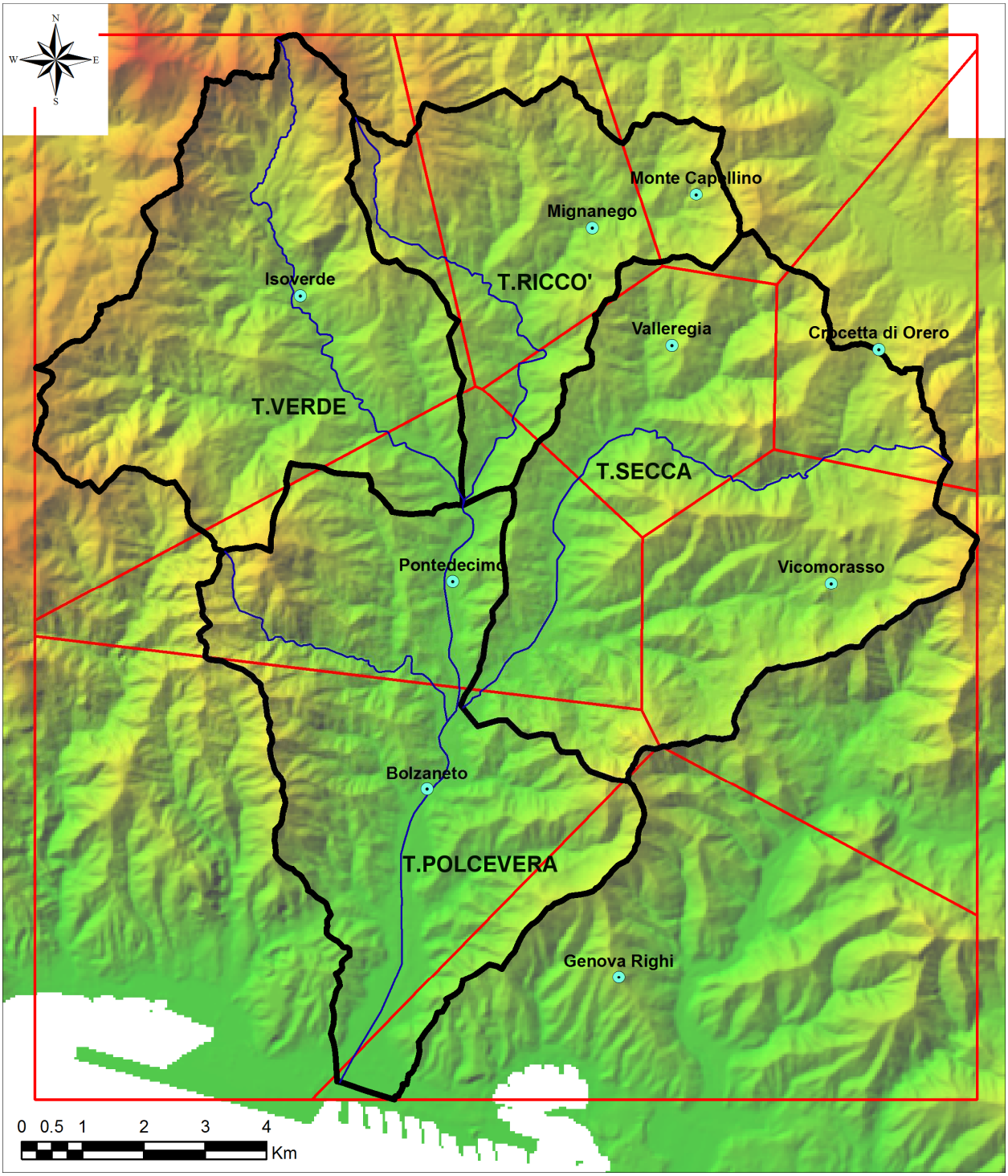


Figura 6 – Corografia dei bacini idrografici del torrente Polcevera inseriti nel modello idrologico.

MESE	H=400 m s.m.	H=600 m s.m.	H=800 m s.m.	H=1000 m s.m.
GEN	2,3	2,1	1,9	1,7
FEB	7,7	6,9	6,2	5,4
MAR	26,3	24,1	21,9	19,8
APR	59,7	54,2	48,7	43,1
MAG	94,6	86,4	78,2	70,0
GIU	126,7	116,4	106,1	95,9
LUG	142,4	131,4	120,5	109,5
AGO	120,9	111,8	102,7	93,6
SET	82,9	76,3	69,7	63,0
OTT	45,4	41,8	38,2	34,6
NOV	15,7	14,5	13,3	12,1
DIC	3,0	2,7	2,5	2,2

Tabella 8 – Valori medi mensili di evapotraspirazione potenziale (mm) a diverse quote altimetriche H.

I bacini imbriferi di interesse presentano le caratteristiche principali indicate nella Tabella 9.

DENOMINAZIONE BACINO	SUPERFICIE (km^2)	QUOTA MEDIA (m s.m.)	QUOTA SEZ. CHIUSURA (m s.m.)	LUNGHEZZA ASTA (km)	PENDENZA VERSANTI (%)	PENDENZA ASTA (%)
VERDE	33,624	465	80	12,60	41	3,3
SECCA	45,375	320	49	12,24	38	3,0
RICCO'	21,803	386	79	9,42	36	4,6
BASSO-POLCEVERA	37,826	215	2	6,00	33	1,8

Tabella 9 – Principali caratteristiche fisiografiche dei bacini imbriferi di interesse.

Gli idrogrammi di portata calcolati dal codice di calcolo MIKE 11 RR sui quattro sottobacini considerati sono stati successivamente trasformati in automatico nelle condizioni al contorno di monte di un modello idraulico semplificato dell'asta del Polcevera, basato sul codice di calcolo MIKE 11 HD, esteso dalla confluenza dei torrenti Verde e Riccò alla foce.

In generale MIKE 11 HD simula il deflusso a pelo libero monodimensionale, stazionario e non, di fluidi verticalmente omogenei in qualsiasi sistema di canali o aste fluviali con la possibilità di tenere conto in particolare di: portate laterali, condizioni di corrente veloce o lenta, flusso libero o rigurgitato in corrispondenza di manufatti idraulici e ponti, resistenze localizzate e perdite di carico concentrate, casse d'espansione, nodi idraulici (immissioni o biforcazioni) ecc..

Nella Figura 7 è rappresentato lo schema planimetrico del modello dell'asta del Polcevera messo a punto nel presente studio con MIKE 11. Nello schema sono evidenziati in blu lo sviluppo planimetrico dell'asta del Polcevera ed in rosso le sezioni d'alveo di calcolo. Il modello è caratterizzato come segue:

- le sezioni d'alveo sono state ricavate sulla base della cartografia disponibile;
- il ramo è stato definito come "Kinematic Routing": su di esso non sono state risolte le equazioni complete del moto di De Saint Venant come generalmente accade, ma semplici equazioni di propagazione cinematica (nel caso in esame si è scelto in particolare di applicare le equazioni di Muskingum) che hanno il vantaggio di essere incondizionatamente stabili e che pertanto consentono di adottare passi temporali di integrazione qualsiasi con tempi di calcolo molto rapidi;
- si è adottato un coefficiente di scabrezza medio di Strickler pari a 15 $m^{1/3}/s$, valore piuttosto basso rispetto al reale per compensare gli effetti delle semplificazioni introdotte con la schematizzazione adottata;

- i contributi di portata dei bacini Verde, Riccò e Secca sono stati inseriti sull'asta in maniera puntuale sulle corrispondenti sezioni d'alveo precedentemente definite mentre il contributo del bacino residuo del "basso Polcevera" è stato inserito uniformemente distribuito su tutta l'estensione dell'asta stessa.

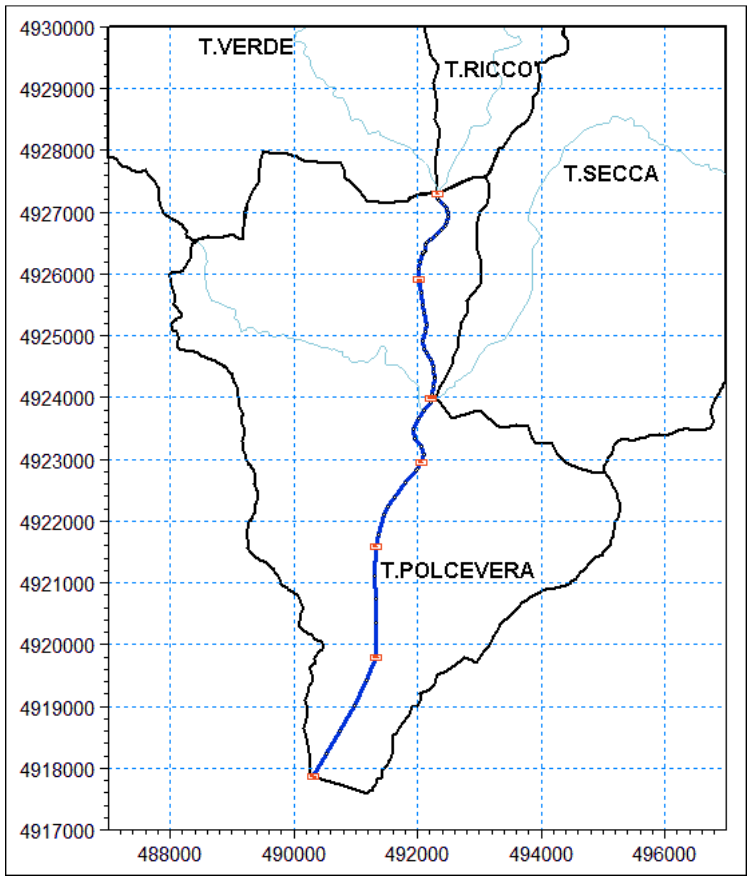


Figura 7 – Schema planimetrico del modello idrologico MIKE 11.

I tempi di corrivazione per il bacini in esame, necessari per la definizione corretta di uno dei parametri più importanti del modello RR, è stata effettuata avvalendosi delle seguenti formule: Giandotti, Pezzoli, Ventura, Pasini e S.C.S.. Questi metodi necessitano, come dati di input, dei valori delle caratteristiche morfologiche, fisiografiche ed altimetriche dei bacini sopra definite. Vengono di seguito esposte le formule di calcolo del tempo di corrivazione espresso in ore, per ognuno dei metodi adottati.

Formula di Giandotti: $$t_c = \frac{4 \cdot \sqrt{S} + 1{,}5 \cdot L}{0{,}8 \cdot \sqrt{H_{med} - H_{min}}}$$

Formula di Pezzoli: $$t_c = 0{,}055 \cdot \frac{L}{\sqrt{i}}$$

Formula di Ventura: $$t_c = 0{,}1272 \cdot \sqrt{\frac{S}{i}}$$

Formula di Pasini: $$t_c = 0{,}108 \cdot \frac{\sqrt[3]{S \cdot L}}{\sqrt{i}}$$

Formula S.C.S.:

$$t_c = 0{,}57 \cdot \frac{L^{0,8} \cdot (S' + 1)^{0,7}}{\sqrt{y}}$$

dove il parametro S' rappresenta la massima ritenzione del bacino, funzione del tipo e del grado di saturazione del terreno e dell'uso del suolo, la cui espressione risulta:

$$S' = \frac{1000}{CN} - 10$$

e dove CN è il "Runoff Curve Number", coefficiente sperimentale che tiene conto delle caratteristiche del bacino classificate secondo i criteri stabiliti dal U.S. Soil Conservation Service (nel caso in esame si è considerato un valore medio di CN pari a 80 per tutti i bacini).

Nella Tabella 10 vengono riportati i valori dei tempi di corrivazione ricavati in funzione dei parametri caratteristici delle grandezze morfologiche considerate e quelli successivamente assunti per la definizione dei parametri del modello.

BACINO	GIANDOTTI	S.C.S.	VENTURA	PEZZOLI	PASINI	t_c assunto
VERDE	2,68	1,62	4,06	3,81	4,47	3,00
SECCA	3,44	1,65	4,95	3,89	5,13	3,50
RICCO'	2,34	1,37	2,77	2,42	2,97	2,50
BASSO-POLCEVERA	2,88	1,00	5,83	2,46	4,91	2,00

Tabella 10 - Tempi di corrivazione secondo le diverse formulazioni (espressi in ore).

La fase di taratura del modello è risultata piuttosto lunga e laboriosa perché oltre a modificare i parametri maggiormente incerti sono state apportate successive migliorie nella struttura del modello stesso e nel livello di dettaglio della rappresentazione dei processi legati al ciclo idrologico superficiale e sotterraneo.

Le simulazioni di taratura hanno coperto tutto il periodo con disponibilità di dati ovvero dal 2/3/2001 al 27/6/2013. Nei periodi in cui una o più stazioni pluviometriche presentano dati mancanti, il modello consente di ridistribuire i pesi calcolati inizialmente con i topoieti, automaticamente sulle stazioni attive e proporzionalmente ai rispettivi pesi.

Per i confronti di taratura finalizzati alla validazione del modello è stata utilizzata la serie storica dei livelli idrometrici misurati alla stazione di Genova Pontedecimo. Non essendo disponibile una scala di deflusso affidabile con la quale convertire i dati di livello in valori di portata, il confronto possibile è stato solo di tipo qualitativo tra i livelli del pelo libero calcolati con il modello MIKE 11 HD e quelli misurati, opportunamente traslati in quota assoluta. Il confronto ha permesso di tarare i tempi di risposta del modello (tempi di picco, larghezza dei colmi, fasi di esaurimento delle portate del deflusso di base).

Per la taratura dei colmi di piena si è costruito un evento sintetico di precipitazione (vedi Figura 8) di durata un giorno e caratterizzato da una precipitazione cumulata di 780 mm, equiparabile mediamente all'evento alluvionale storico verificatosi sul Polcevera il 7 ottobre 1970.

I risultati della simulazione di taratura sono rappresentati nella Figura 9: i valori al colmo degli idrogrammi calcolati presentano un tempo di ritorno pari a circa 200 anni in base al confronto riportato nella Tabella 11

con le portate di piena di assegnato tempo di ritorno pubblicate dalla Provincia di Genova sul Piano di Bacino Stralcio del torrente Polcevera - Allegato 3 Idrologia.

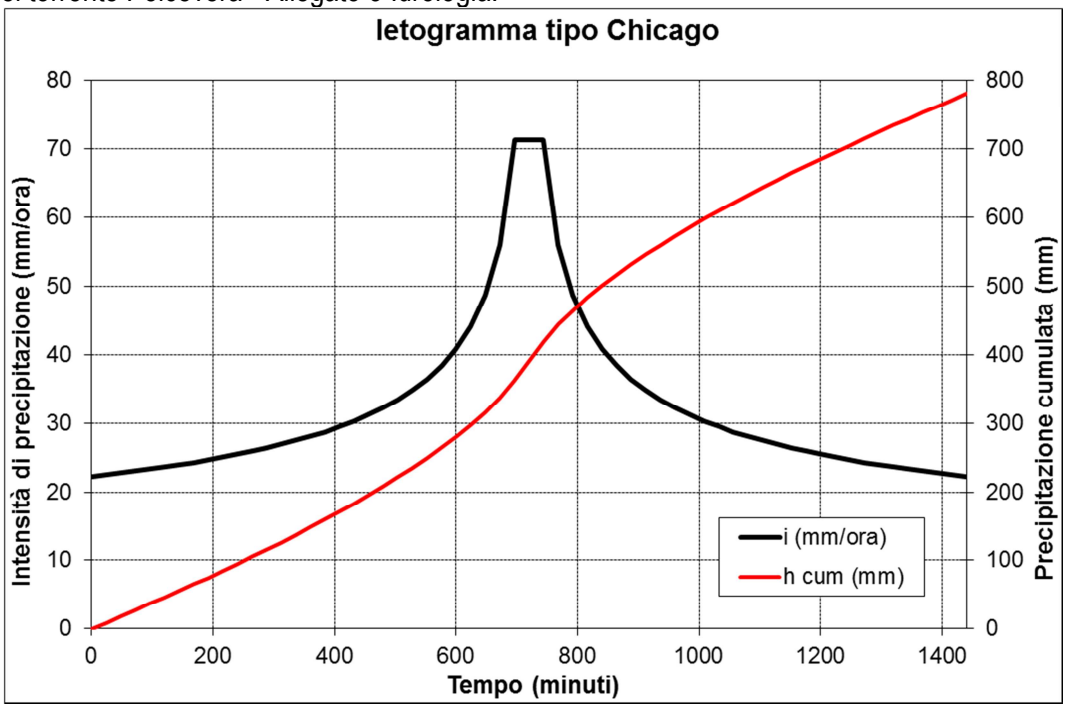


Figura 8 – Evento sintetico di precipitazione equiparabile all'evento storico del 1970.

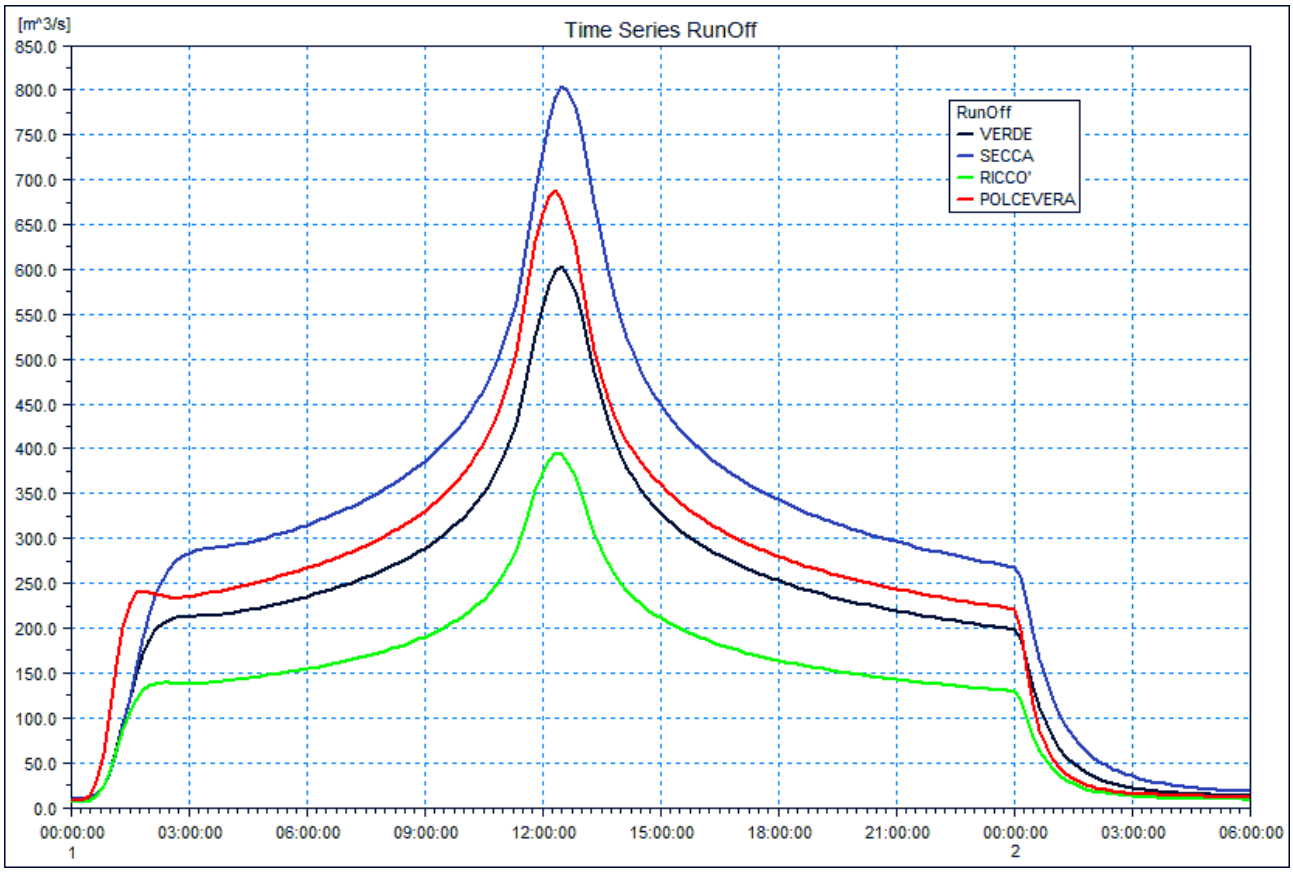


Figura 9 – Idrogrammi di piena risultanti dalla simulazione dell'evento sintetico di precipitazione considerato.

BACINO	QMAX EVENTO SINTETICO (m^3/s)	Q TR50 (m^3/s)	QTR200 (m^3/s)	QTR500 (m^3/s)
VERDE	602,6	464	580	657
SECCA	803,4	660	800	890
RICCO'	394,9	299	380	431
FOCE POLCEVERA	---	1377	1763	2006

Tabella 11 - Portate al colmo dell'evento sintetico simulato, confrontate con le portate di assegnato tempo di ritorno del Piano di Bacino Stralcio del torrente Polcevera.

Nella Figura 10 è rappresentata la serie storica delle portate ricostruite alla sezione di foce del Polcevera con il modello idrologico a taratura ultimata. Si osserva che:

- la portata al colmo massima calcolata sull'intero periodo risulta pari a 904 m^3/s (evento del 4/10/2010), caratterizzata da un tempo di ritorno di circa 10 anni;
- il secondo valore massimo di portata al colmo risulta pari a 610 m^3/s (evento del 4/11/2011), caratterizzato da un tempo di ritorno compreso tra 3 e 4 anni;
- ci sono altri 6 eventi con portata al colmo superiore a 300 m^3/s, ovvero con tempo di ritorno maggiore di un anno.

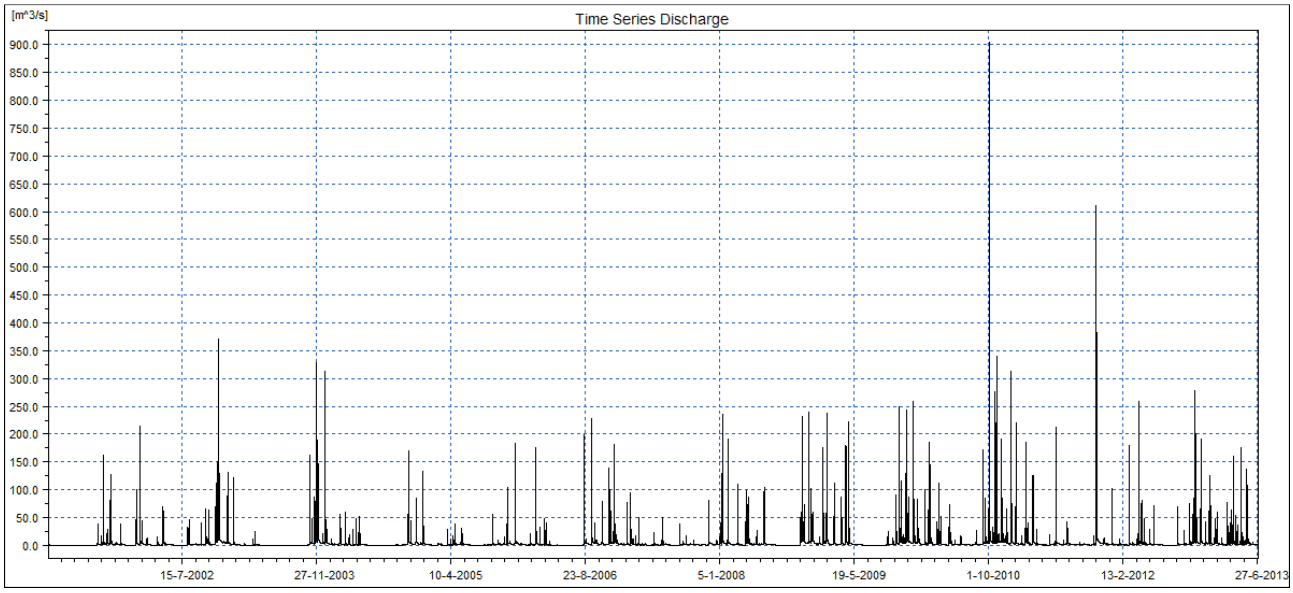


Figura 10 – Serie storica delle portate ricostruite con il modello idrologico alla sezione di foce del Polcevera.

5.2 Granulometrie di fondo alveo e parametri sedimentologici

Preliminare alle attività modellistiche di tipo morfologico (sia mono che bidimensionali) è stata la raccolta e l'analisi delle granulometrie di fondo alveo e dei parametri sedimentologici da introdurre nei modelli di simulazione.

Per definire i parametri granulometrici di input ai modelli sono state analizzate le curve granulometriche determinate sui campioni prelevati nell'ambito dei sondaggi eseguiti nel corso di uno studio pregresso[15]. Nella Figura 11 è riportata una planimetria dell'area di foce del Polcevera con l'ubicazione dei sondaggi effettuati.

Nella Tabella 12 sono riportati i valori dei diametri caratteristici d_{50} delle curve granulometriche determinate sui campioni prelevati a varie profondità. Dall'esame dei valori riportati in tabella emergono le seguenti importanti considerazioni:

- il materiale presente nella prima parte della vasca di sedimentazione (sondaggi da S1 a S5) è composto da materiale incoerente grossolano (ghiaie e sabbie), caratterizzato da un valore medio del diametro caratteristico d_{50} = 8,5 mm (se si considerano tutti i 5x4=20 campioni), d_{50} = 11,0 mm (se si considerano i 5x3=15 campioni più superficiali), d_{50} = 11,8 mm (se da questi ultimi si esclude il campione S2 più superficiale che presenta un valore anomalo);
- il materiale presente nella parte terminale della vasca di sedimentazione è del tutto simile a quello presente nella zona di foce a valle di essa; caratterizzato da sabbie e limi, presenta un valore medio del diametro d_{50} = 0,078 mm (se si considerano tutti i 18x4-1=71 campioni), d_{50} = 0,075 mm (se da questi ultimi si escludono tutti i campioni prelevati più in profondità).

Nella Tabella 13 sono invece riportati, soltanto per il materiale grossolano depositato nella parte iniziale della vasca di sedimentazione, i valori dei diametri caratteristici d_{90} delle curve granulometriche. In questo caso si osserva un valore medio del diametro caratteristico d_{90} = 30,7 mm (se si considerano tutti i 5x4=20 campioni), d_{90} = 37,8 mm (se si considerano i 5x3=15 campioni più superficiali), d_{90} = 40,5 mm (se da questi ultimi si esclude il campione S2 più superficiale che presenta un valore anomalo).

Nello studio pregresso sono indicati anche i valori, determinati in laboratorio, del "peso di volume in condizioni di umidità naturale" del sedimento prelevato dai carotaggi effettuati (vedi Tabella 14). Considerando questi valori non del tutto affidabili e rappresentativi del sedimento complessivamente presente alla foce per le difficoltà insite nel prelevamento di campioni indisturbati da analizzare in laboratorio, vista la natura prevalentemente non coesiva del materiale trovato, si è deciso di assumere nel proseguo dello studio i seguenti valori medi di letteratura dei parametri sedimentologici di interesse (alla luce comunque della tipologia di materiale presente):

- peso specifico dei sedimenti (in assenza di vuoti): γ_s = 2600 kg/m^3;
- porosità media del materiale: η = 0,25.

[15] SVILUPPO ITALIA Aree Produttive S.p.A. - Caratterizzazione dei sedimenti alla foce del torrente Polcevera inclusa la vasca di decantazione - Fenice Gruppo EDF - Giugno 2006.

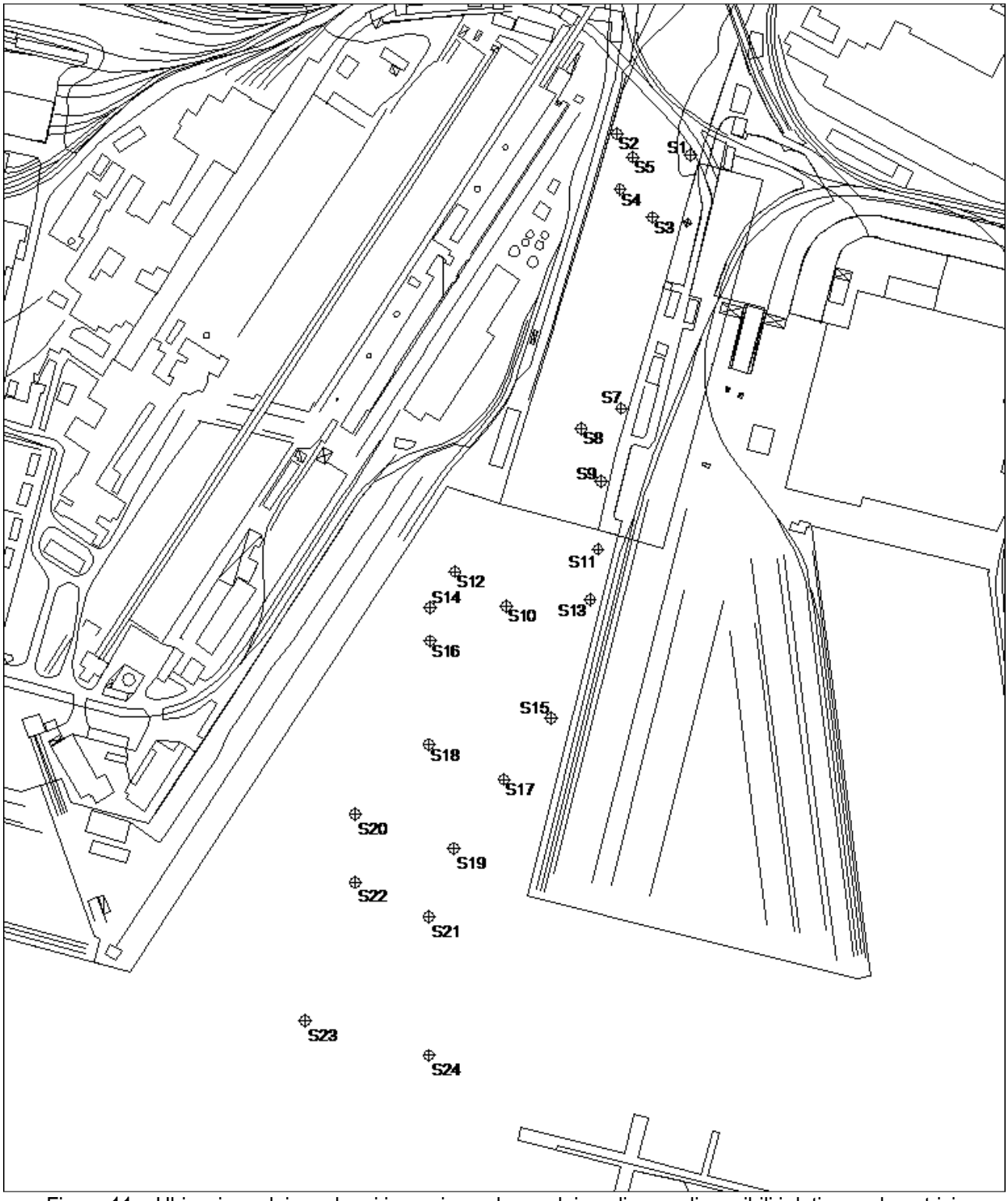


Figura 11 – Ubicazione dei sondaggi in corrispondenza dei quali sono disponibili i dati granulometrici.

N° Sondaggio	d_{50} (prof. 0-30 cm) (mm)	d_{50} (prof. 30-100 cm) (mm)	d_{50} (prof. 150-200 cm) (mm)	d_{50} (fondo) (mm)
S1	25,0	7,0	3,3	0,250
S2	0,027	4,0	13,0	0,530
S3	26,0	20,0	3,3	0,730
S4	15,0	14,0	2,9	4,2
S5	15,0	11,0	5,1	0,140
S7	0,044	0,053	0,029	0,088
S8	0,110	0,058	0,011	0,010
S9	0,039	0,044	0,073	0,080
S10	0,045	0,027	0,025	0,100
S11	0,047	0,120	0,073	0,120
S12	0,160	0,040	0,070	0,080
S13	0,050	0,030	0,032	0,048
S14	0,053	0,049	0,050	0,110
S15	0,090	0,032	0,050	0,110
S16	0,053	0,030	0,041	0,049
S17	0,052	n,d,	0,350	0,130
S18	0,055	0,055	0,088	0,170
S19	0,088	0,060	0,020	0,017
S20	0,100	0,060	0,190	0,110
S21	0,170	0,140	0,120	0,091
S22	0,130	0,170	0,044	0,095
S23	0,095	0,043	0,080	0,100
S24	0,100	0,068	0,050	0,083

Tabella 12 - Valori dei diametri caratteristici d_{50} osservati nell'area di foce del torrente Polcevera.

N° Sondaggio	d_{90} (prof. 0-30 cm) (mm)	d_{90} (prof. 30-100 cm) (mm)	d_{90} (prof. 150-200 cm) (mm)	d_{90} (fondo) (mm)
S1	60,0	40,0	15,0	1,2
S2	0,11	13,0	50,0	3,1
S3	60,0	56,0	17,0	0,35
S4	53,0	52,0	14,0	41,0
S5	53,0	50,0	34,0	0,49

Tabella 13 - Valori dei diametri caratteristici d_{90} osservati nel primo tratto della vasca di sedimentazione del torrente Polcevera.

N° Sondaggio	DENSITA' (g/cm^3)	N° Sondaggio	DENSITA' (g/cm^3)	N° Sondaggio	DENSITA' (g/cm^3)
S2	2,0	S11	1,7-1,9	S18	2,2
S5	2,1-2,2	S12	1,8	S19	2,2
S7	1,5	S13	1,7	S20	2,0
S8	1,5	S14	1,5	S22	2,0
S9	1,7	S15	2,0	S23	2,0
S10	1,8-1,9	S17	1,9		

Tabella 14 - Valori determinati in laboratorio del "peso di volume in condizioni di umidità naturale" del sedimento.

5.3 Ricostruzione della relazione portata liquida-portata solida alla foce del torrente Polcevera

Al fine di meglio analizzare le dinamiche evolutive del tratto terminale del torrente Polcevera (circa gli ultimi 3 km) nei confronti dei processi di trasporto solido, erosione e sedimentazione che avvengono prima dell'ingresso nella vasca di sedimentazione e quantificare in maggior dettaglio la relazione "portata liquida-portata solida" che costituisce una delle condizioni al contorno di maggiore rilevanza nell'ambito del modello MIKE 21 FM, è stato messo a punto un modello monodimensionale morfologico basato sul codice di calcolo MIKE 11 del DHI. In particolare sono stati usati i seguenti moduli:

- HD: modulo base idrodinamico;
- NST: modulo base di trasporto solido e morfologia;
- GST: modulo che consente di considerare la granulometria variabile per classi.

Per una descrizione sintetica dei codici di calcolo si rimanda all'allegato 3 (MIKE 11 HD) e allegato 4 (MIKE 11 ST e GST).

5.3.1 Modello idrodinamico 1D

Al fine di realizzare il modello morfologico 1D, è stato messo a punto inizialmente un modello idrodinamico monodimensionale, basato sul codice di calcolo MIKE 11 HD, sulla base delle sezioni trasversali d'alveo di rilievo del torrente Polcevera già impiegate nello studio pregresso precedentemente citato[16].

Nella Tabella 15 si riporta l'elenco delle sezioni trasversali d'alveo utilizzate, caratterizzate in termini di progressiva metrica, quota di fondo (thalweg) e di sommità dei muri arginali; nella Figura 12 è rappresentata una corografia con l'ubicazione delle sezioni trasversali stesse.

Progressiva (m)	Numero sezione (-)	Sommità sponda Sx (m s.m.)	Sommità sponda Dx (m s.m.)	Quota fondo alveo (m s.m.)
4086,04	20	19,98	19,00	13,06
4283,79	19	19,54	18,13	11,46
4531,53	18	17,41	16,89	10,04
4725,70	17	16,02	16,04	8,38
4920,52	16.2	15,06	14,02	7,73
5040,50	15	15,45	14,56	7,05
5251,17	14	13,10	13,20	5,75
5407,02	13	11,58	11,80	4,64
5574,93	12.2	11,70	11,06	4,62
5774,64	11	10,17	10,28	3,20
5977,40	10	9,60	9,41	1,90
6092,28	9	12,89	9,14	1,86
6246,91	8	12,55	8,77	1,47
6418,04	7.2	9,81	9,33	0,84
6586,19	4	4,68	4,50	-0,67
6711,34	3.2	3,93	4,84	-0,55
7021,66	1	1,20	1,30	-3,05

Tabella 15 - Profilo longitudinale del torrente Polcevera.

[16] SPEA - Progetto Definitivo del Nodo stradale e autostradale di Genova - Adeguamento del sistema A7 - A10 - A12 - Relazione idrologico-idraulica Opere provvisionali (IDRO002) - Febbraio 2011.

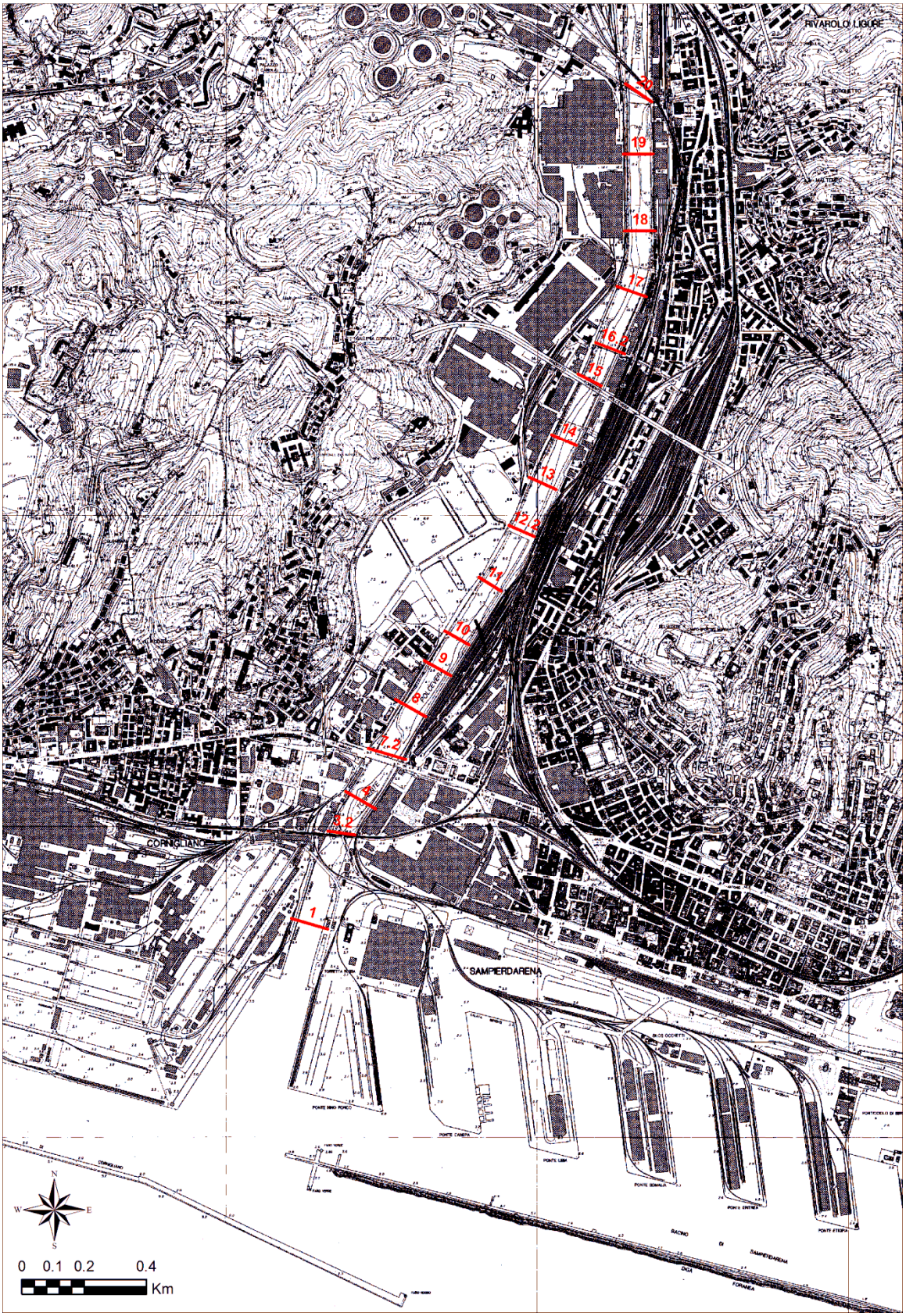


Figura 12 – Corografia con ubicazione delle sezioni trasversali d'alveo del torrente Polcevera.

Rispetto al modello idraulico impiegato nello studio pregresso, a parte il fatto di aver considerato solo gli ultimi tre km circa di alveo, sono state eliminate le strutture dei ponti ed alcune sezioni di rilievo troppo ravvicinate: queste semplificazioni non hanno inciso sui risultati delle analisi condotte, ma sono state anzi necessarie per la stabilità numerica del modello morfologico complessivo.

Le condizioni al contorno imposte al modello idrodinamico sono state le seguenti:
- serie storica "compattata" delle portate ricostruite con il modello idrologico sul periodo 2001÷2013 in ingresso nel modello idrodinamico alla progressiva 4086,04 m (sezione 20);
- livello idrico di medio mare pari a 0,00 m s.m. sulla sezione 1 alla progressiva 7021,66 m, in corrispondenza della foce in mar Ligure.

La serie storica "compattata" immessa in input al modello idrodinamico 1D (vedi Figura 13) è stata ricavata dalla serie storica delle portate ricostruite con il modello idrologico alla sezione di foce del Polcevera, eliminando tutti gli intervalli di tempo caratterizzati da valori di portata inferiori a 25 m^3/s, avendo a priori valutato mediante l'applicazione di alcune formule classiche di trasporto solido che quest'ultimo fosse trascurabile per valori di portata liquida nell'alveo in esame inferiori a 25÷30 m^3/s. Mediante questo espediente, usualmente adottato nelle applicazioni di modellistica morfologica su lungo periodo, è stato possibile ridurre il periodo storico disponibile (compreso tra il 2/3/2001 e il 27/6/2013), costituito da 4500 giorni, a soli 106 giorni ottenendo quindi una riduzione del periodo di simulazione del 97,65% con indubbi vantaggi sui tempi di calcolo, a parità di risultati conseguibili in termini di trasporto solido e variazione morfologica del fondo alveo.

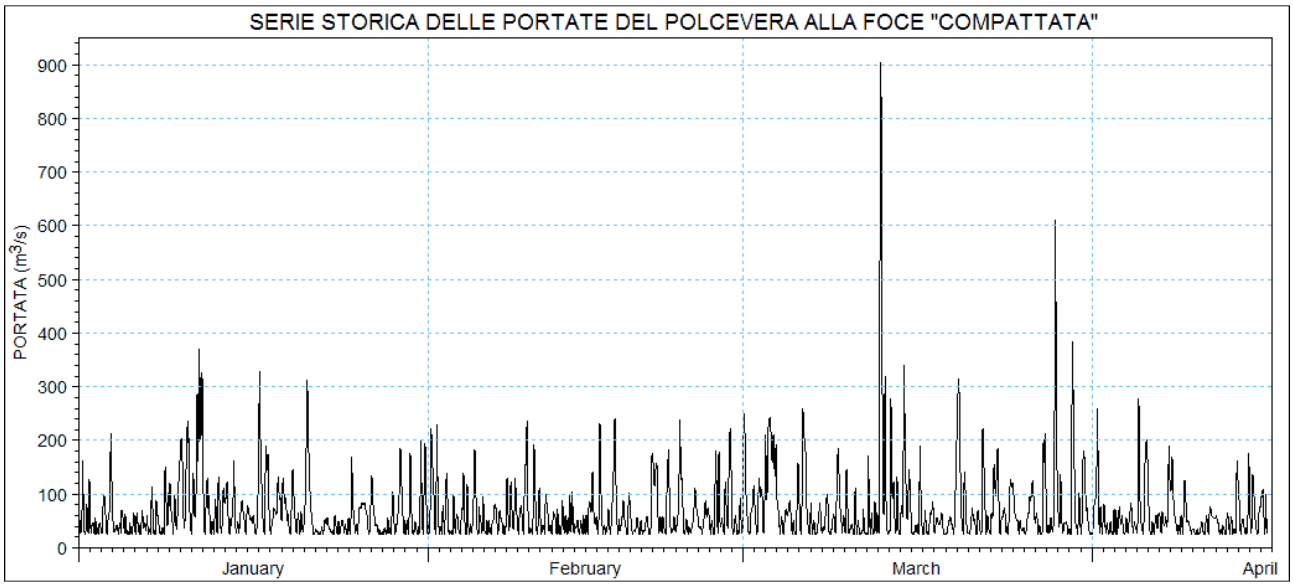


Figura 13 – Serie storica delle portate ricostruite con il modello idrologico alla sezione di foce del Polcevera, opportunamente "compattata" eliminando i valori di portata Q<25 m^3/s.

Per il tratto terminale di alveo del torrente Polcevera si è assunto un coefficiente medio di scabrezza pari a 40 $m^{1/3}/s$ in considerazione della regolarità e uniformità della geometria delle sezioni trasversali, delle buone condizioni di manutenzioni e delle caratteristiche granulometriche presenti.

Se si considera infatti la seguente formula di Strickler che lega il coefficiente di scabrezza al diametro del materiale di fondo alveo:

$$k_s = \frac{26}{d_{90}^{1/6}}$$

e si considerano i valori medi del diametro caratteristico d_{90} misurati (d_{90} = 30,7÷40,5 mm) si ottengono valori teorici di k_s pari a 44÷46 $m^{1/3}/s$, maggiori del valore medio adottato che tiene conto anche di un minimo di irregolarità del fondo alveo.

5.3.2 Modello morfologico 1D

L'obiettivo principale del modello morfologico 1D del tratto terminale del torrente Polcevera è stato quello di determinare la distribuzione temporale degli apporti solidi scaricati in mare per l'applicazione del modello morfologico 2D, noti i volumi medi annui precedentemente desunti dal confronto tra le batimetrie di rilievo disponibili (vedi Tabella 6), oltre che quello di valutare le tendenze evolutive dell'alveo e quindi meglio comprendere gli aspetti generali del fenomeno oggetto di studio.

La taratura del modello è stata pertanto finalizzata soprattutto a riprodurre in modo globalmente affidabile tali fenomeni (trasporto solido complessivo su lungo periodo e tendenza morfologica dell'alveo), ponendo in secondo piano l'esigenza, non prevista nei termini contrattuali, di simulare bene in dettaglio la distribuzione granulometrica lungo l'alveo e la riproduzione accurata di singoli idrogrammi di piena, attività peraltro non praticabili per mancanza di dati di misura per la calibrazione del modello. Di ciò tiene conto in particolare la schematizzazione delle caratteristiche granulometriche dell'alveo introdotta nel modello stesso.

La metodologia seguita per la messa a punto e la taratura del modello morfologico 1D ha combinato l'utilizzo sia dei dati e degli studi pregressi che dei risultati del calcolo dei volumi di sedimentazione condotti alla foce.

Il modello è stato in grado di simulare le tendenze morfologiche a lungo termine considerando la variazione annua delle portate (in base alla serie storica delle portate di durata 12,328 anni ricostruita con modello idrologico) a passo temporale mezz'ora (condizione al contorno di monte). Quale condizione al contorno di valle si è imposto, come già detto, il livello idrometrico medio marino; non si è ritenuto necessario introdurre la variazione di marea in quanto questa non ha alcuna influenza sul lungo termine.

Non è stato possibile effettuare una taratura accurata del modello idrodinamico per la totale mancanza, nel tratto in esame, di misure di livello-portata, ovvero di una scala di deflusso sperimentale.

Il modello morfologico, direttamente connesso al modello idrodinamico e da esso dipendente, è stato pertanto tarato solamente nell'ambito delle simulazioni a lungo termine in moto vario, confrontando il trasporto solido complessivo alla foce con i volumi di sedimentazione calcolati a priori a partire dalle batimetrie disponibili.

Sono stati esaminati e confrontati i risultati forniti dai diversi modelli di trasporto solido alternativi disponibili nel codice MIKE 11, in particolare le formulazioni di Van Rijn, di Engelund-Hansen e di Engelund- Fredsøe. La formulazione che meglio si è adattata nel caso in esame a riprodurre i volumi di sedimentazione noti è stata quella di Van Rijn.

Il modello può considerare le granulometrie di fondo in due modi distinti:
- diametro medio caratteristico e scarto quadratico medio ;
- granulometria variabile, con descrizione dell'effetto di "armoring" (o "corazzamento") e con fondo alveo descritto con un sistema a due livelli (attivo e passivo).

In questo caso, visto che in alveo è presente sia materiale grossolano che fino e che il materiale grossolano tende a sedimentarsi nella parte iniziale della vasca di sedimentazione, mentre a valle di essa, in mare, giunge solo il materiale fine, per la messa a punto del modello si è operata la scelta del secondo metodo, in grado di fornire, nel caso in esame, una maggiore rappresentatività e riproducibilità dei riscontri sperimentali effettuati: introducendo una granulometria variabile per frazioni granulometriche si è infatti potuto fare riferimento solo alla frazione più fina per il calcolo della porzione di volume solido in ingresso al mare.

Nel corso della "taratura" del modello, per condurre le simulazioni, sono state introdotte diverse ipotesi di granulometria di fondo alveo. Dopo alcune simulazioni iniziali in cui si sono ipotizzati differenti valori per un unico diametro caratteristico e un corrispondente scarto quadratico medio costanti lungo tutto il corso d'acqua, si è passati a varie ipotesi a granulometria variabile (con effetto di "armoring" e fondo alveo descritto con un sistema a due livelli, attivo e passivo) caratterizzata da tre frazioni granulometriche ipotizzate costanti lungo tutto il corso d'acqua.

Tra tutte le ipotesi testate, quella che ha fornito i risultati ritenuti più prossimi ai riscontri sperimentali disponibili è la seguente (avendo indicato con "d" il diametro medio caratteristico della frazione considerata e con "p" la sua percentuale di presenza sul totale nello strato attivo e nello strato passivo all'inizio della simulazione):

- frazione 1: d=2,00 mm - p=40%
- frazione 2: d=1,50 mm - p=40%
- frazione 3: d=0,80 mm - p=20%

cui corrisponde un diametro medio:

$$d_m = \sum_i d_i \cdot p_i$$

pari a 1,56 mm.

Per verificare la rappresentatività di questa assunzione si può osservare che allo stesso valore di diametro medio d_m si perviene considerando i volumi medi di sedimentazione osservati nel periodo 2001÷2011 (vedi Tabella 6):

- volume medio "vasca" = 18761 m^3/anno;
- volume medio "foce" = 14530 m^3/anno;

se si ipotizza che il primo terzo della vasca si sia riempito con materiale caratterizzato da un diametro d_1, che i restanti due terzi della vasca si siano riempiti con materiale caratterizzato da diametro d_2 e che nella foce il diametro caratteristico sia d_3, si può calcolare d_m come:

$$d_m = \frac{\frac{1}{3} V_{m-vasca} \cdot d_1 + \frac{2}{3} V_{m-vasca} \cdot d_2 + V_{m-foce} \cdot d_3}{V_{m-vasca} + V_{m-foce}};$$

ponendo ora $d_2 = d_3 = 0{,}075$ mm come da riscontri sperimentali, risulta che $d_m = 1{,}56$ mm se $d_1 = 8{,}0$ mm, valore molto prossimo a quello medio sperimentale osservato (8,5 mm).

La scelta dei valori adottati per i diametri caratteristici delle 3 frazioni granulometriche ipotizzate per il fondo alveo del Polcevera e per il materiale solido in ingresso al modello da monte ha consentito pertanto di:

- essere rappresentativa del diametro medio d_m osservato;
- riprodurre i volumi di sedimentazione osservati nella vasca e nella foce;
- garantire la stabilità numerica della simulazione morfologica;

- rappresentare la tendenza morfologica dell'alveo.

La "frazione 1" è risultata pertanto, all'interno del modello, rappresentativa della componente più grossolana del materiale trasportato, la "frazione 2" di quella intermedia e la "frazione 3" di quella più fine che giunge a mare.

Al modello morfologico, oltre ai parametri granulometrici descritti, è stata assegnata la seguente condizione al contorno di monte: invarianza delle quote di fondo della sezione iniziale del modello (condizione di equilibrio morfologico), che consiste nell'ipotizzare in ingresso al modello una portata solida pari alla capacità di trasporto solido del primo tratto di alveo considerato. Alla portata solida in ingresso sono state inoltre assegnate le stesse percentuali "p" definite per le frazioni granulometriche considerate presenti lungo l'alveo.

Definiti i parametri e le condizioni al contorno di tipo idrodinamico e morfologico, con il modello è stata condotta una prima simulazione sul periodo 2001÷2013. Constatato che al termine della simulazione si erano raggiunte condizioni prossime all'equilibrio morfologico su tutto il tronco d'alveo considerato, è stata eseguita una seconda simulazione, adottando come condizioni iniziali quelle raggiunte al termine della prima simulazione e replicando la serie delle portate liquide del periodo 2001÷2013.

Nella Figura 14 è rappresentato un profilo longitudinale schematico dell'alveo del torrente Polcevera che evidenzia il profilo di fondo alveo risultante al termine del periodo complessivo simulato, circa coincidente con quello ottenuto al termine della prima simulazione condotta. Su tutto il tronco risulta un'evidente tendenza dell'alveo alla sedimentazione, come peraltro era logico attendersi trattandosi di un tratto focivo, con sovralzi del fondo compresi tra 0,5 e 1,5 m.

I volumi medi annui calcolati dal modello in uscita verso la foce (volumi con vuoti) sono i seguenti:
- volume complessivo: 34766 m^3/anno (+4,43% rispetto al volume medio calcolato sul periodo 2001÷2011 pari a 33291 m^3/anno);
- volume relativo alla frazione 1: 9364 m^3/anno, pari a circa il 27% del volume complessivo;
- volume relativo alla frazione 2: 12946 m^3/anno, pari a circa il 37% del volume complessivo;
- volume relativo alla frazione 3: 12456 m^3/anno, pari a circa il 36% del volume complessivo.

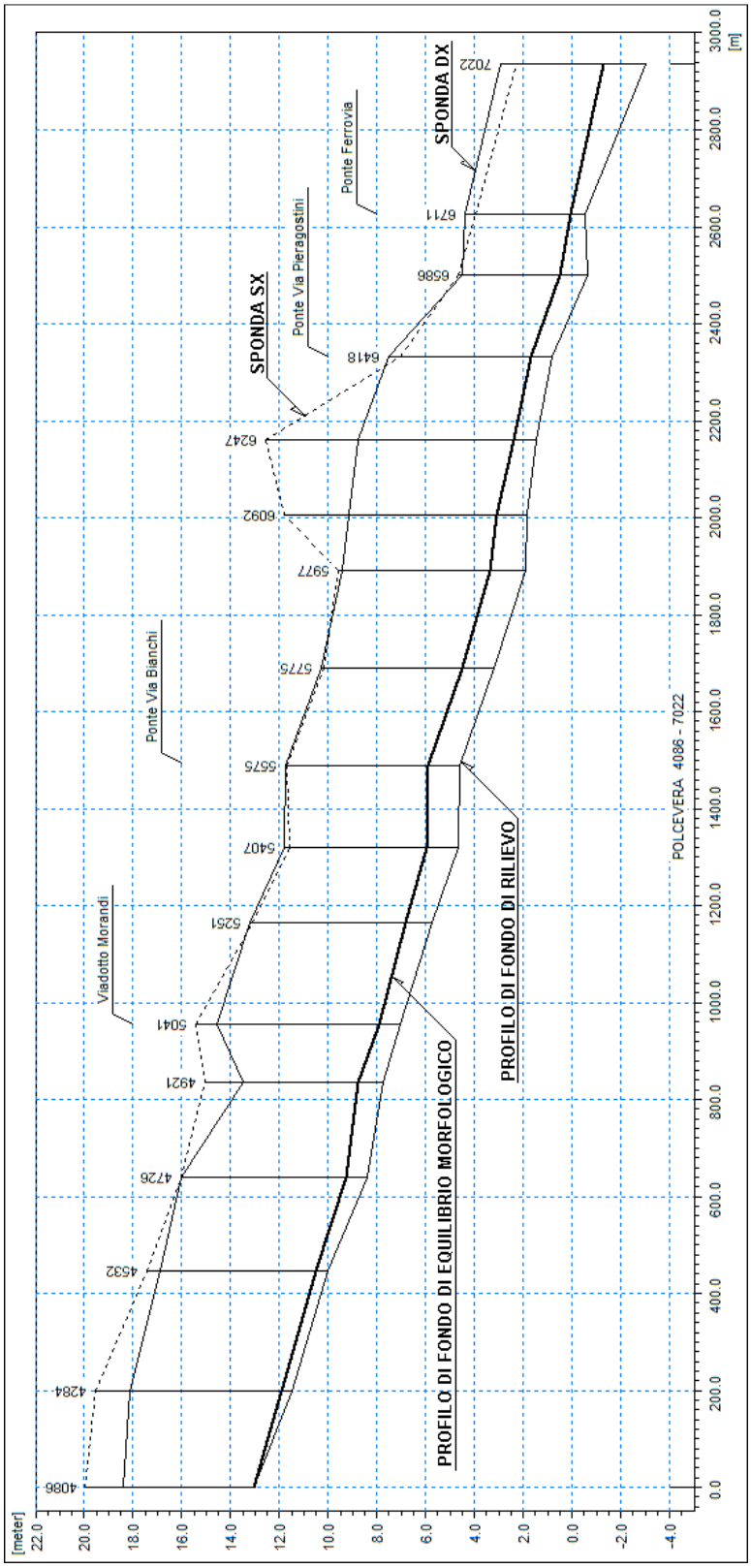


Figura 14 – Profilo longitudinale di fondo alveo del torrente Polcevera risultante dalla simulazione del modello morfologico 1D.

5.3.3 Definizione delle condizioni di traporto solido in ingresso al modello morfologico 2D

L'applicazione del modello morfologico 1D ha presentato, oltre alle difficoltà legate alla determinazione dei parametri di cui si è detto, una serie di incertezze dipendenti da una non perfetta conoscenza:

- della geometria del sistema fisico (schematizzato in maniera discreta per cui non è possibile scartare a priori l'eventualità che un'importante sezione di controllo non sia stata rappresentata);
- delle condizioni iniziali quali la distribuzione granulometrica del materiale costituente il fondo all'epoca di inizio delle simulazioni;
- delle condizioni al contorno quali la relazione portata liquida-portata solida all'ingresso del tronco in esame;
- delle portate liquide nel periodo considerato (le portate liquide sono state ricostruite mediante un modello idrologico solo parzialmente tarato);
- delle attività di estrazione di materiale in alveo (si conoscono quelli relativi alla vasca di sedimentazione e alla foce e si hanno notizie circa l'asportazione di volumi significativi alche più a monte sul Polcevera e sul Secca negli anni più recenti).

È da dire, inoltre, che questi fattori comportano, di solito, effetti mutuamente dipendenti e che pertanto è possibile, almeno in linea di principio ed in assenza di robuste motivazioni a supporto delle scelte che si operano, pervenire a risultati poco discordanti tra loro anche con ipotesi abbastanza diverse le une dalle altre.

Pur consapevoli dei limiti dell'applicazione condotta, è possibile trarre da questa, in parallelo all'utilizzo ragionato dei riscontri sperimentali sui volumi sedimentati nella vasca e nella zona di foce e sulle corrispondenti granulometrie presenti, una quantificazione delle condizioni al contorno necessarie per l'applicazione del modello morfologico 2D, sia nel caso della simulazione di taratura del modello che per gli scenari di durata 20 anni, nelle condizioni attuali e in quelle di progetto, oltre alla definizione delle scelte di base che caratterizzano il modello 2D stesso.

Innanzitutto si è deciso di non simulare la vasca di laminazione del Polcevera con il modello morfologico 2D insieme al resto dell'area costiera alla foce per i seguenti motivi:

- la vasca nel tempo intercetta la maggior parte del trasporto solido in ingresso, sia quello grossolano nel tratto di monte che quello fine nel tratto terminale come si può osservare nella Figura 15; in particolare si creano due fronti di deposito, uno che avanza da monte verso valle creato dai sedimenti grossolani e uno che avanza da valle verso monte formato dai sedimenti fini; entrambi si raccordano nella parte centrale della vasca che tende progressivamente a colmarsi;
- il materiale grossolano tende comunque a sedimentarsi all'interno della vasca, anche quando quest'ultima è già colma a causa del rigurgito indotto dalla marea, per effetto della conseguente riduzione delle velocità di deflusso;
- a valle della vasca il trasporto solido è costituito soltanto da materiale fino; soltanto le piene eccezionali del Polcevera potrebbero avere un'energia sufficiente a portare a mare parte del materiale più grossolano;
- le modalità e i tempi di riempimento della vasca di sedimentazione sono pertanto noti in dettaglio e risulta inutile o comunque poco interessante la sua simulazione mediante modello numerico;
- per rappresentare nel modello 2D anche la vasca di sedimentazione sarebbe necessario considerare più frazioni granulometriche, delle quali solo la più fine entrerebbe nella zona del porto, mentre le altre si fermerebbero alla vasca: in tal modo sarebbe necessario complicare alquanto la schematizzazione modellistica senza averne per contro alcun vantaggio nelle zone esterne alla foce, di maggiore interesse ai fini del presente studio.

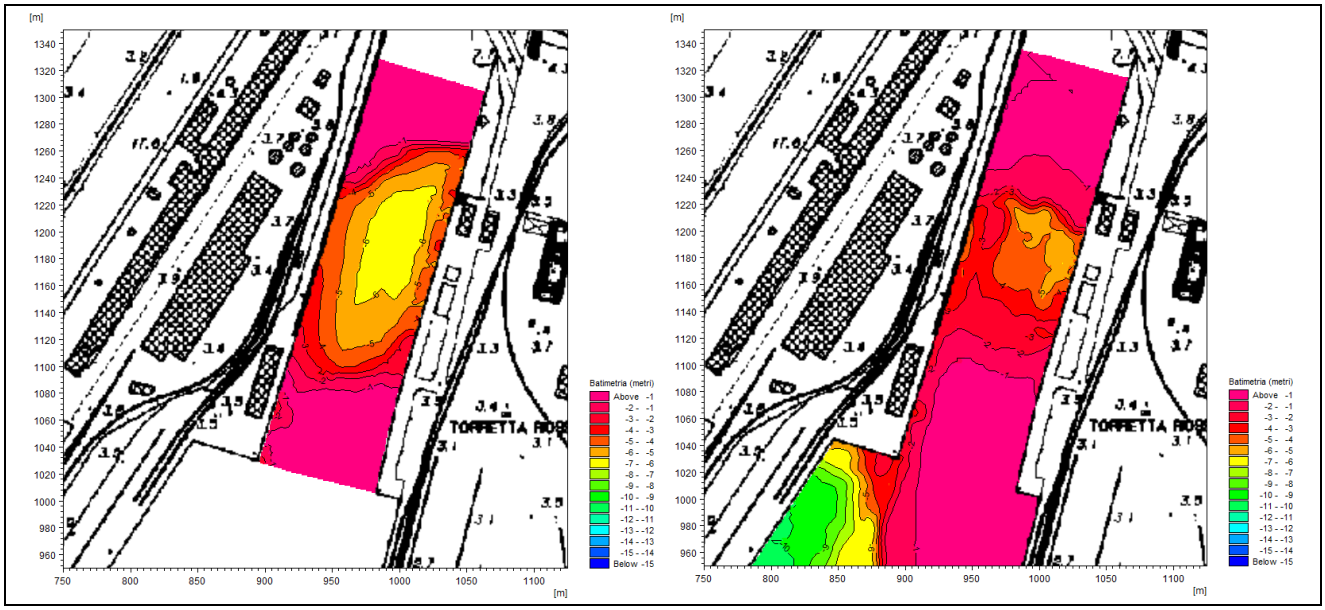


Figura 15 – Batimetrie della vasca del Polcevera rispettivamente rilevate nel 2005 e nel 2011 (vedi allegato 1).

Per la preparazione della relazione Q-Qs tra la portata liquida Q e la portata solida Qs da inserire in input al modello morfologico 2D, si è deciso allora di elaborare i risultati forniti dal modello morfologico 1D, considerando in particolare solo quelli relativi alla frazione granulometrica più fine che può giungere in mare (cioè la "frazione 3" e quindi la relazione: Q-Qs_{Fr3}).

Nella Figura 16 sono riportati graficamente i punti (Q-Qs_{Fr3}) ottenuti alla foce del modello 1D sull'intero periodo di simulazione e la relazione polinomiale interpolante i punti stessi.

La relazione teorica individuata è stata successivamente adattata in modo che la portata solida si azzerasse per Q≤30 m^3/s ed è stata opportunamente riscalata in modo che sul periodo di simulazione scelto fornisse un valore di portata solida media annua definito a priori sulla base dell'analisi dei volumi di sedimentazione calcolati a partire dalle batimetrie storiche misurate, come descritto nei paragrafi seguenti.

La scelta di adottare Q=30 m^3/s come valore soglia teorico di incipiente trasporto solido, prossimo ma maggiore del valore Q=25 m^3/s considerato come limite inferiore per escludere le portate di magra e ottenere la serie storica delle portate liquide "compattata", ha consentito la presenza, nell'ambito delle simulazioni morfologiche, di intervalli di tempo caratterizzati da immissioni nulle di trasporto solido al contorno che separano di fatto eventi di deflusso "storici" tra loro distinti e che garantiscono quindi una effettiva separazione degli effetti di sedimentazione in mare, cioè una "non-sovrapposizione" degli effetti di eventi tra loro originariamente indipendenti.

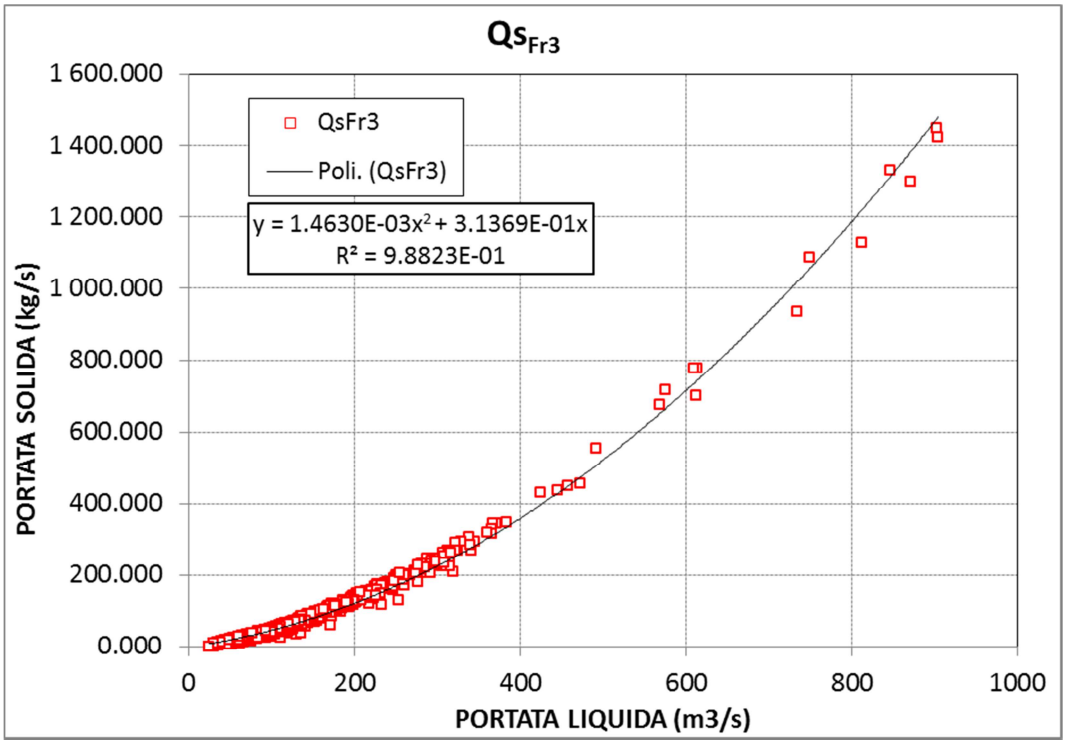


Figura 16 – Relazione portata liquida - portata solida relativa alla frazione 3 (la più fine) ottenuta alla foce con il modello morfologico 1D.

Per la simulazione di taratura si è scelto il periodo 2001÷2011 per il quale il volume medio annuo di sedimenti "osservato" risulta pari a 14530 m^3/anno, pari alla media dei valori riportati nella Tabella 6 per la sola zona denominata "Foce".

Nella Figura 17 è rappresentata la relazione Q-Qs definita per la simulazione di taratura del modello 2D: questa relazione, applicata alla serie "compattata" delle portate relative al periodo 2001÷2011, ha permesso di calcolare la serie delle concentrazioni solide in ingresso al modello, cui corrisponde un volume di sedimento medio annuo pari a **14530** m^3/anno.

L'espressione analitica della curva è la seguente:

$$Q_S = 1{,}593885 \cdot (0{,}001463 \cdot Q^2 + 0{,}31369 \cdot Q - 10{,}7274) \qquad \text{per } Q>30 \text{ m}^3/\text{s};$$

$$Q_S = 0 \qquad \text{per } Q<30 \text{ m}^3/\text{s}.$$

in cui:
Q_S = portata solida (kg/s);
Q = portata liquida (m^3/s).

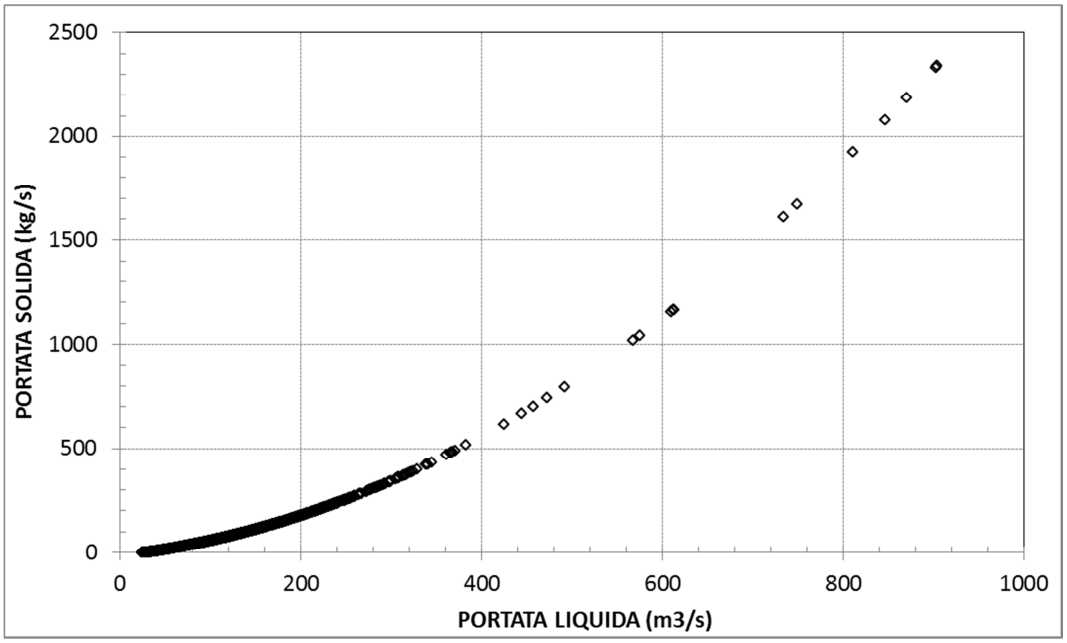


Figura 17 – Relazione "Portata liquida-Portata solida" inserita nel modello morfologico 2D per la simulazione di taratura.

5.4 Messa a punto e taratura del modello morfologico 2D

Obiettivo del modello morfologico 2D, ovvero dell'accoppiamento dinamico di un modello idrodinamico e di trasporto solido a fondo mobile, entrambi bidimensionali, è di riprodurre la reale evoluzione del fondale antistante la foce del torrente Polcevera e le aree portuali limitrofe per un periodo pregresso e sufficientemente rappresentativo (una decina d'anni) in relazione al regime idrologico ed ai relativi apporti sedimentari del Polcevera e a diverse condizioni meteomarine. Una volta calibrato il modello sulla base dell'evoluzione storica (simulazione di taratura) sarà possibile prevedere l'evoluzione futura del fondale in assenza ed in presenza dell'opera di conterminazione all'interno del canale di calma e, attraverso un'analisi dei volumi sedimentati e della loro distribuzione all'interno dell'area di studio, potrà essere stimato l'impatto della realizzazione dell'opera di conterminazione in termini di eventuali oneri aggiuntivi di dragaggio da parte dell'Autorità Portuale.

Al fine di simulare correttamente l'evoluzione del fondale è stato pertanto necessario predisporre, come anticipato in premessa al presente capitolo 5:

- un **modello idrodinamico**, in grado di simulare l'andamento delle correnti all'interno del bacino portuale, sotto l'azione delle forzanti significative. Sulla base delle risultanze di studi pregressi e dell'ultradecennale esperienza in studi analoghi effettuati dal gruppo di lavoro, si può affermare che il regime idrodinamico del bacino portuale sia influenzato prevalentemente dai venti locali, dai livelli marini, dal regime di portate del torrente Polcevera e dalle correnti di marea che, seppure di intensità limitata, sono la causa primaria di ricambio della massa d'acqua portuale in condizioni di assenza di vento e di basse portate del torrente Polcevera;
- un **modello di trasporto solido** in grado di simulare le dinamiche di deposizione e dispersione delle frazioni più significative del sedimento proveniente dal torrente Polcevera.

5.4.1 Messa a punto del modello idrodinamico 2D

Come illustrato in precedenza, il modello utilizzato per la simulazione del regime idrodinamico nell'area di interesse è il MIKE 21 HD FM di DHI. Al fine di simulare correttamente l'instaurarsi della circolazione nel bacino portuale e nel canale di calma, indotta dalla combinazione della forzante vento, dalla marea meteorologica e dal regime idrodinamico del torrente Polcevera, il dominio di calcolo risulta piuttosto esteso. In particolare l'area modellata, illustrata nella Figura 18, comprende ad est buona parte del bacino portuale di Sampierdarena (fino a Ponte Etiopia), ad ovest include parte del bacino portuale di Voltri mentre al largo si estende ad una distanza mediamente pari a 1km dalla diga foranea, fino a profondità dell'ordine dei 45÷50 m. Il bacino portuale di Multedo (a nord del rilevato aeroportuale) è stato escluso dal dominio di calcolo in quanto è ragionevole assumere che la circolazione nell'area di interesse per lo studio non sia affatto influenzata dal regime idrodinamico che si instaura in tale bacino. Complessivamente, il dominio di calcolo presenta un'estensione pari a circa 13,3 km^2.

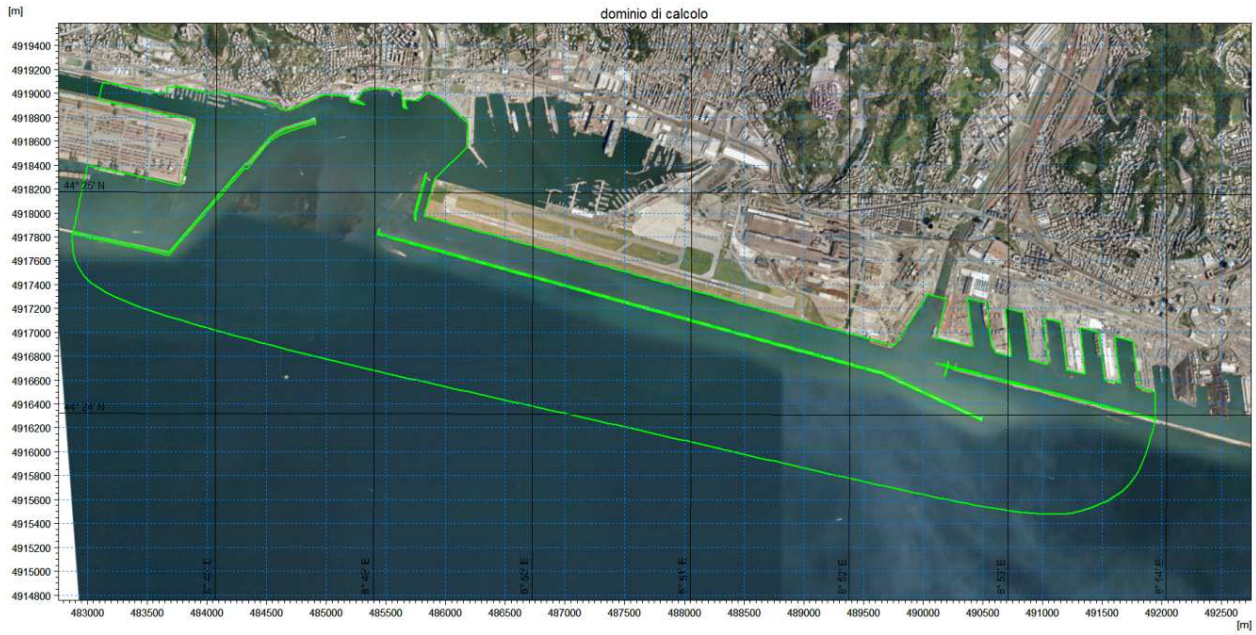


Figura 18 – Estensione del dominio di calcolo del modello 2D (idrodinamico e trasporto solido).

Per la caratterizzazione batimetrica dell'area sono stati utilizzati i rilievi batimetrici messi a disposizione dell'Autorità Portuale (capitolo 2 e 4.2) e, per le aree al di fuori del bacino portuale, il database CM-93 di C-MAP. CM-93 è un database globale di cartografia nautica in formato digitale, creato e continuamente aggiornato dalla società Norvegese C-MAP.

Nella Figura 19 è mostrata la distribuzione dei punti quotati disponibili all'interno del dominio di calcolo. Come si può osservare, i punti presentano una densità maggiore nell'area antistante la foce del torrente Polcevera (dati messi a disposizione dall'Autorità Portuale), mentre la densità risulta limitata nelle aree esterne al bacino portuale (dati provenienti dalle carte nautiche digitalizzate facenti parte del database CM-93 di C-MAP).

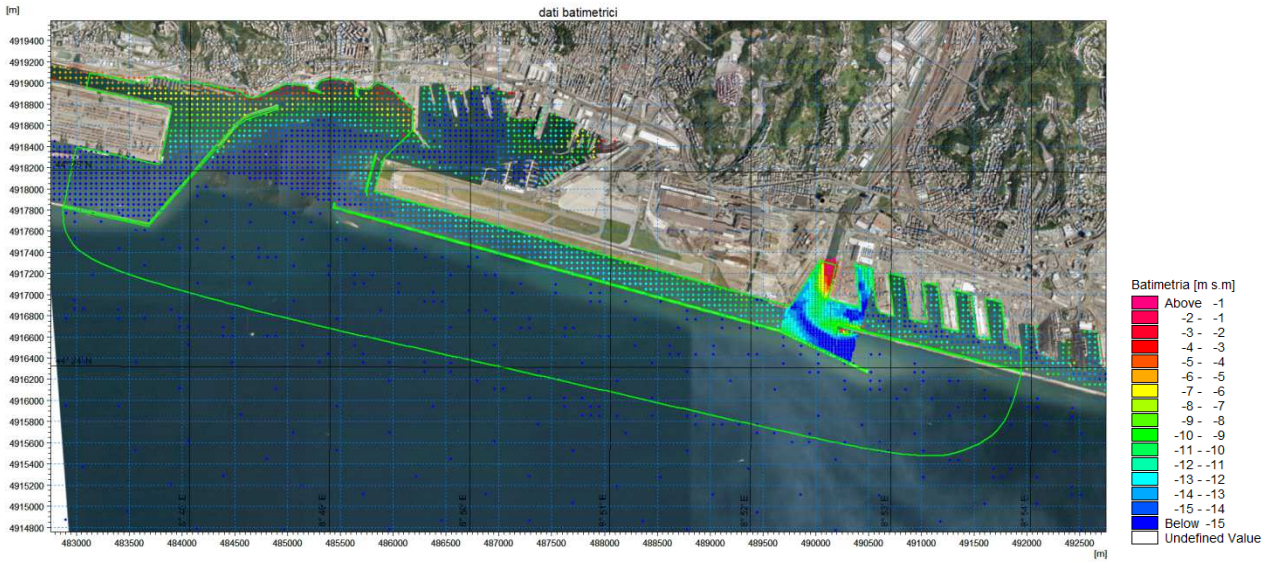


Figura 19 – Distribuzione dei punti quotati disponibili all'interno del dominio di calcolo.

Come indicato in 5.3.3, per la simulazione di taratura il periodo di riferimento per il quale è stato possibile ricostruire il regime idrologico del torrente Polcevera copre la finestra temporale 2001÷2011. In assenza di dati di rilievo riferiti all'anno 2001 ed estesi all'intero dominio di calcolo, la batimetria di calcolo relativa all'anno 2001 è stata ottenuta mediante interpolazione lineare tra le quote di fondo relative al rilievo 1998 e al rilievo 2007, ovvero i rilievi disponibili più estesi spazialmente e più prossimi temporalmente alla data di inizio simulazione.

Il risultato finale dell'interpolazione e dell'integrazione dei dati disponibili è mostrato nella Figura 20, in cui è rappresentata la batimetria del modello al 2001, incluse le isobate e le indicazioni delle profondità.

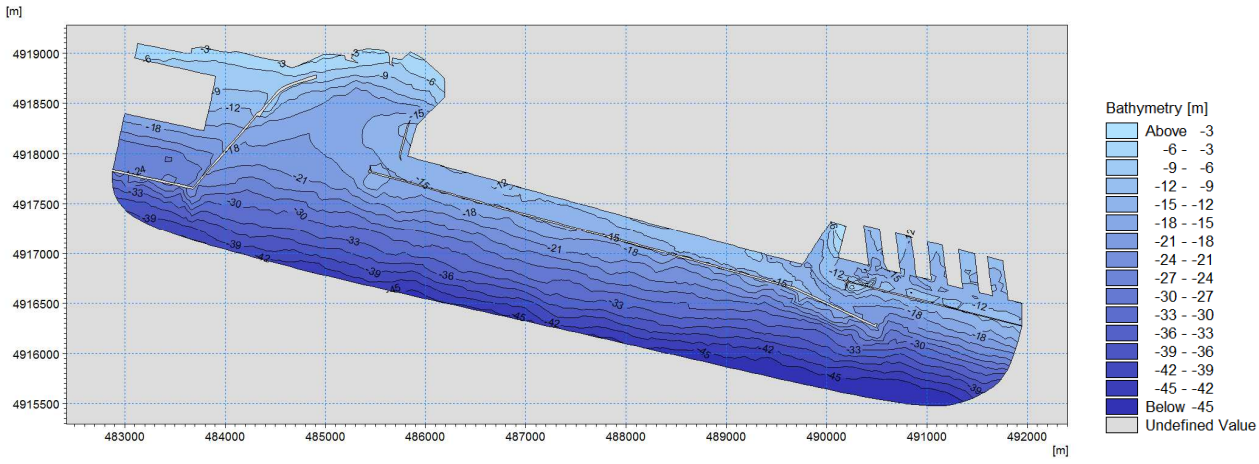


Figura 20 – Distribuzione delle isobate all'interno del dominio di calcolo.

La batimetria di calcolo del modello (*mesh*) è stata costruita utilizzando un approccio a maglia flessibile: la risoluzione spaziale al largo (lunghezza media dei lati dei triangoli) è di circa 75 m; nell'area di interesse, in corrispondenza della foce del torrente Polcevera e nel canale di calma, la risoluzione si incrementa fino a circa 25 m (Figura 21 e Figura 22).

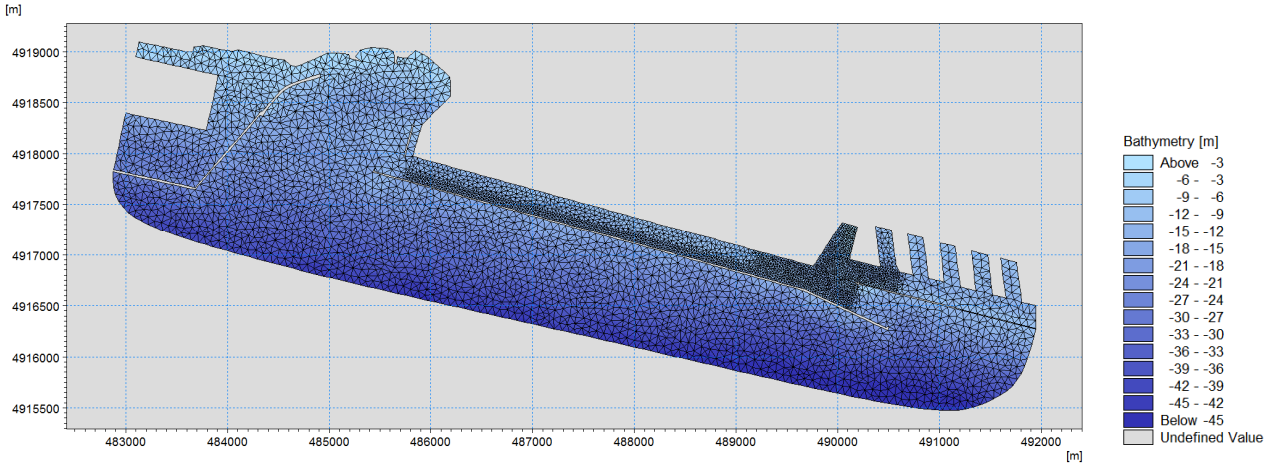


Figura 21 – Mesh di calcolo relativa alla configurazione di inizio simulazione di taratura (anno 2001).

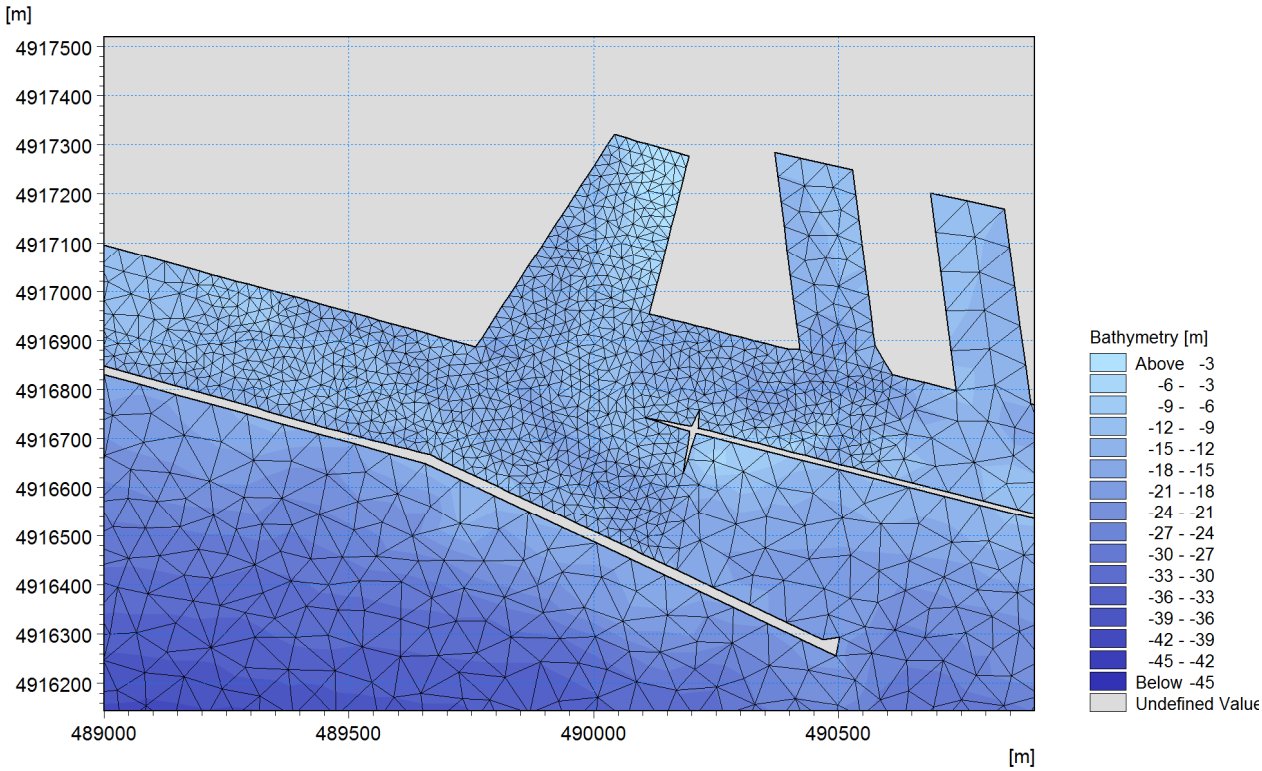


Figura 22 – Mesh di calcolo relativa alla configurazione di inizio simulazione di taratura (anno 2001) – dettaglio dell'area antistante alla foce del torrente Polcevera.

Facendo riferimento alla Figura 23, le condizioni al contorno imposte al modello idrodinamico sono state le seguenti:

- per i contorni aperti del modello localizzati in mare (codice 2, in corrispondenza di Ponte Etiopia, codice 4 nel canale interno del bacino di Voltri, codice 5 tra il piazzale del porto di Voltri e la diga, codice 6 mare aperto), è stata utilizzata la serie storica di livello del mare misurata dalla stazione mareografica del porto di Genova. Anche in questo caso la serie compattata fa riferimento al periodo 2001-2011. In Figura 24 è

riportata la serie storica di livello del mare misurata dalla stazione mareografica del porto di Genova (Figura 5), opportunamente “compattata” facendo riferimento ai periodi associati a valori di portata del torrente Polcevera Q>25 m^3/s;

- per il contorno aperto del modello in corrispondenza dell’immissione del torrente Polcevera (codice 3 in figura), si è fatto riferimento alla serie storica “compattata” ricavata dalla serie storica delle portate ricostruite con il modello idrologico alla sezione di foce del Polcevera, eliminando tutti gli intervalli di tempo caratterizzati da valori di portata inferiori a 25 m^3/s (capitolo 5.3.1). Nella Figura 25 è riportata la serie storica delle portate ricostruite con il modello idrologico alla sezione di foce del Polcevera, opportunamente “compattata” eliminando i valori di portata Q<25 m^3/s.

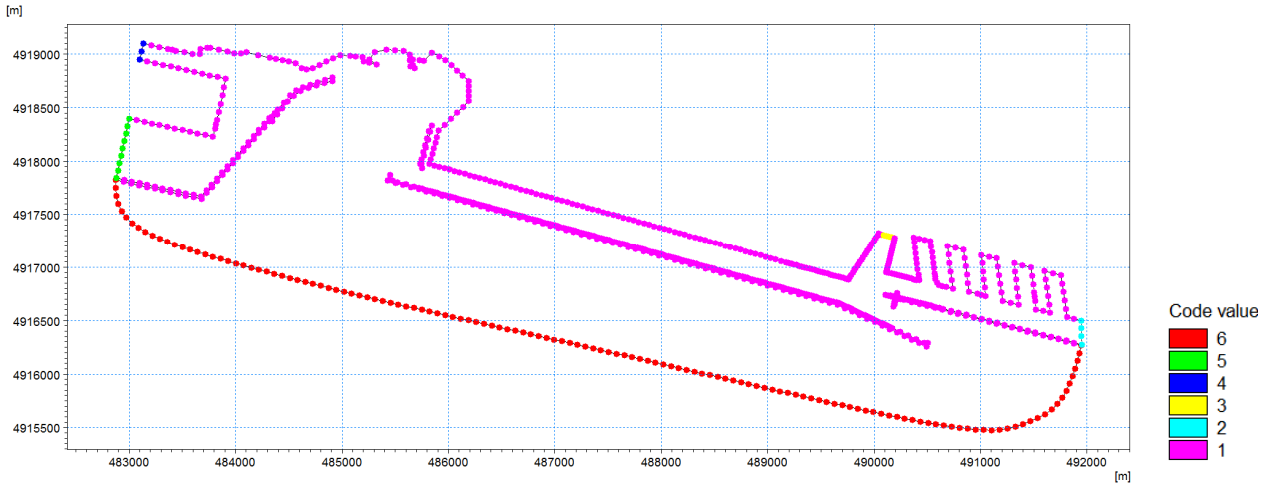


Figura 23 – Localizzazione dei contorni aperti del modello 2D (condizioni al contorno).

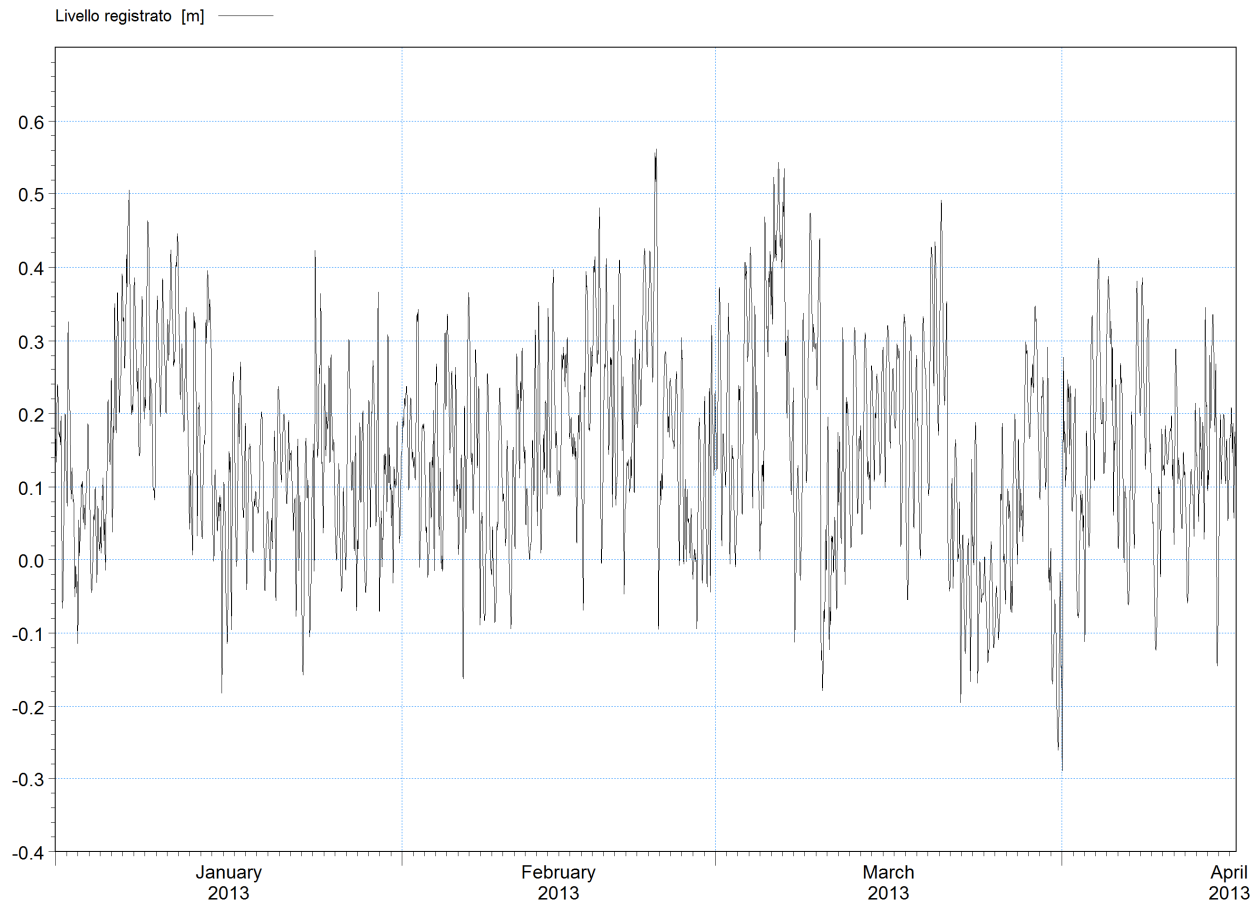


Figura 24 – Serie storica di livello del mare misurata dalla stazione mareografica del porto di Genova, opportunamente "compattata" facendo riferimento ai periodi associati a valori di portata del torrente Polcevera Q>25 m^3/s.

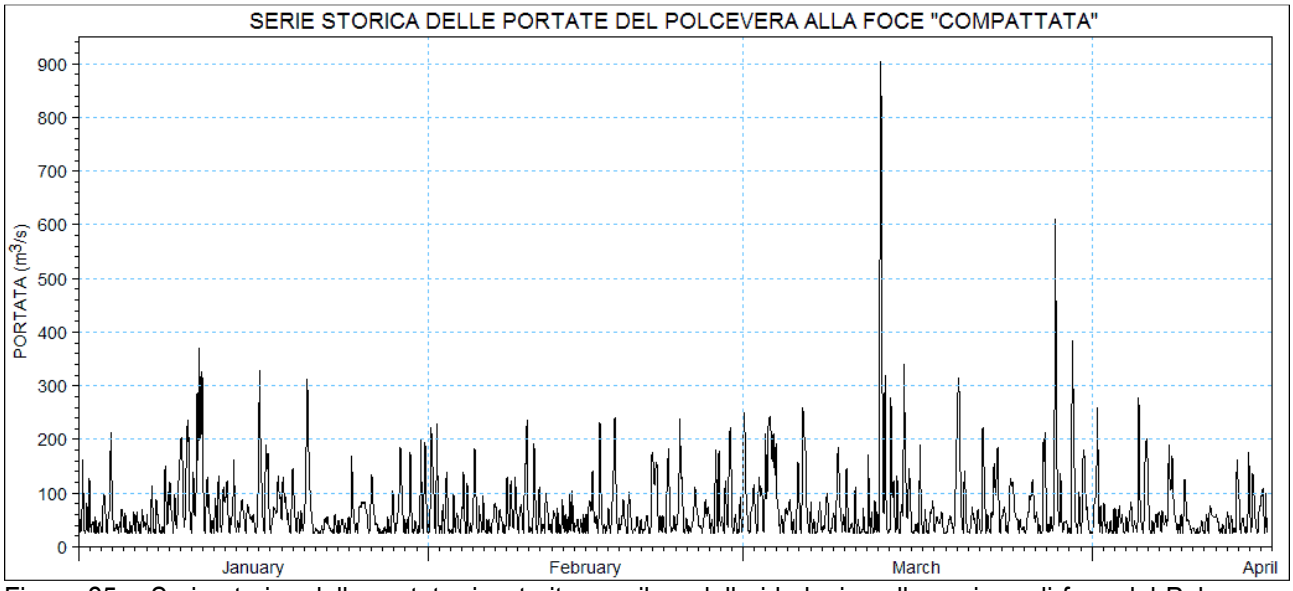


Figura 25 – Serie storica delle portate ricostruite con il modello idrologico alla sezione di foce del Polcevera, opportunamente "compattata" eliminando i valori di portata Q<25 m^3/s.

Unitamente all'impiego di adeguate condizioni al contorno in termini di oscillazione di marea e di portate del torrente Polcevera, è necessario introdurre nel modello la forzante "vento", che agisce su tutto il dominio di calcolo: tale forzante è stata introdotta attraverso l'applicazione all'intero dominio di calcolo della serie storica "compattata" dei valori di velocità e direzione del vento misurati dalla stazione anemometrica-mareografica installata nel porto di Genova e facente parte della Rete Mareografica Nazionale. Anche in questo caso la serie compattata fa riferimento al periodo di taratura 2001-2011. Nella Figura 26 è illustrata la serie storica di intensità e direzione del vento misurata dalla stazione anemometrica-mareografica del porto di Genova, a sua volta opportunamente "compattata" facendo riferimento ai periodi associati a valori di portata del torrente Polcevera Q>25 m^3/s.

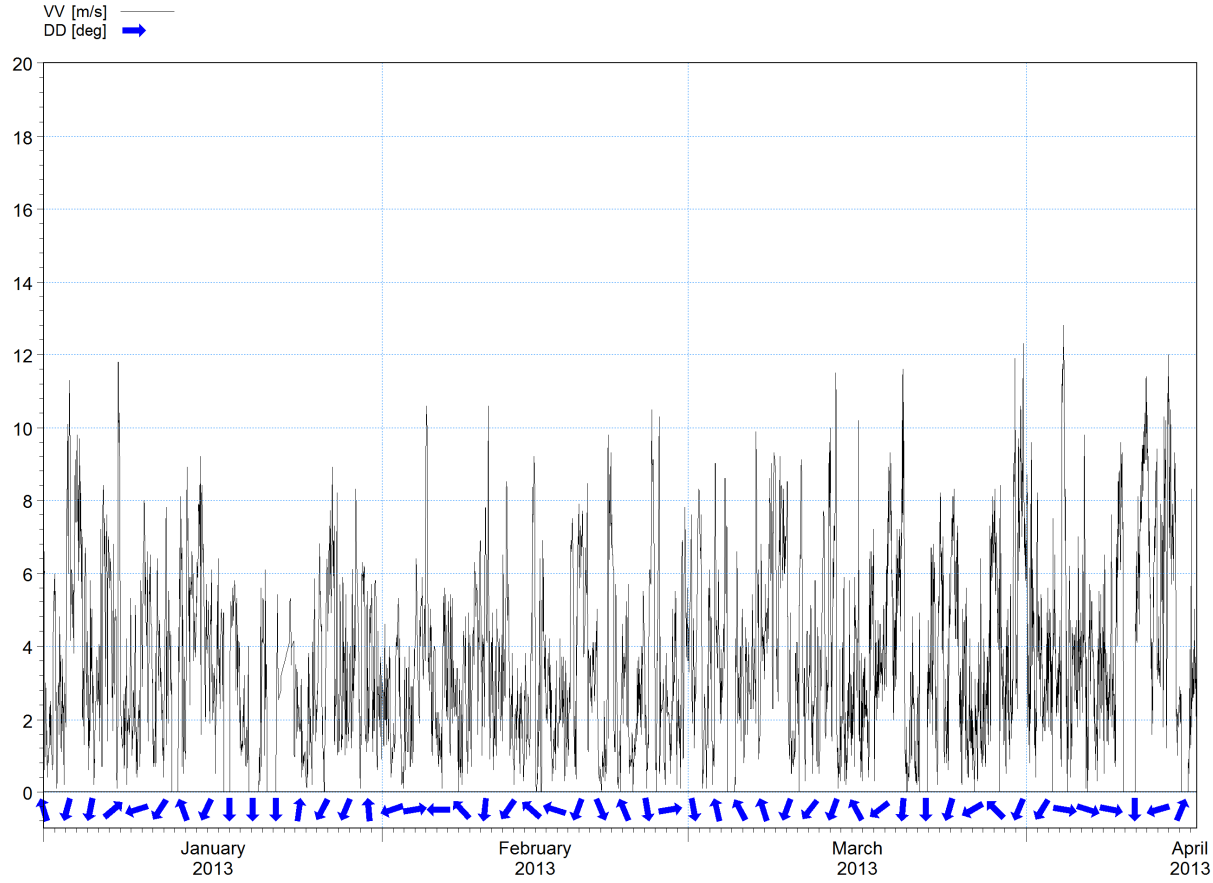


Figura 26 – Serie storica di intensità e direzione del vento misurata dalla stazione anemometrica-mareografica del porto di Genova, opportunamente "compattata" facendo riferimento ai periodi associati a valori di portata del torrente Polcevera Q>25 m^3/s.

Il coefficiente di scabrezza utilizzato nel modello 2D è pari a 40 $m^{1/3}/s$, in considerazione della regolarità e uniformità del fondale e sulla base dell'esperienza in numerosi studi effettuati dal gruppo di lavoro in aree portuali. La sola area per la quale è stato adottato un coefficiente di scabrezza ridotto (pari a 15 $m^{1/3}/s$) è localizzata in corrispondenza del prolungamento della banchina del ponte Nino Ronco (Figura 27), realizzata su pali. La maggiore scabrezza è stata pertanto introdotta al fine di tenere in considerazione la incrementata resistenza al moto in tale area determinata dalla presenza dei pali che sostengono l'impalcato della banchina.

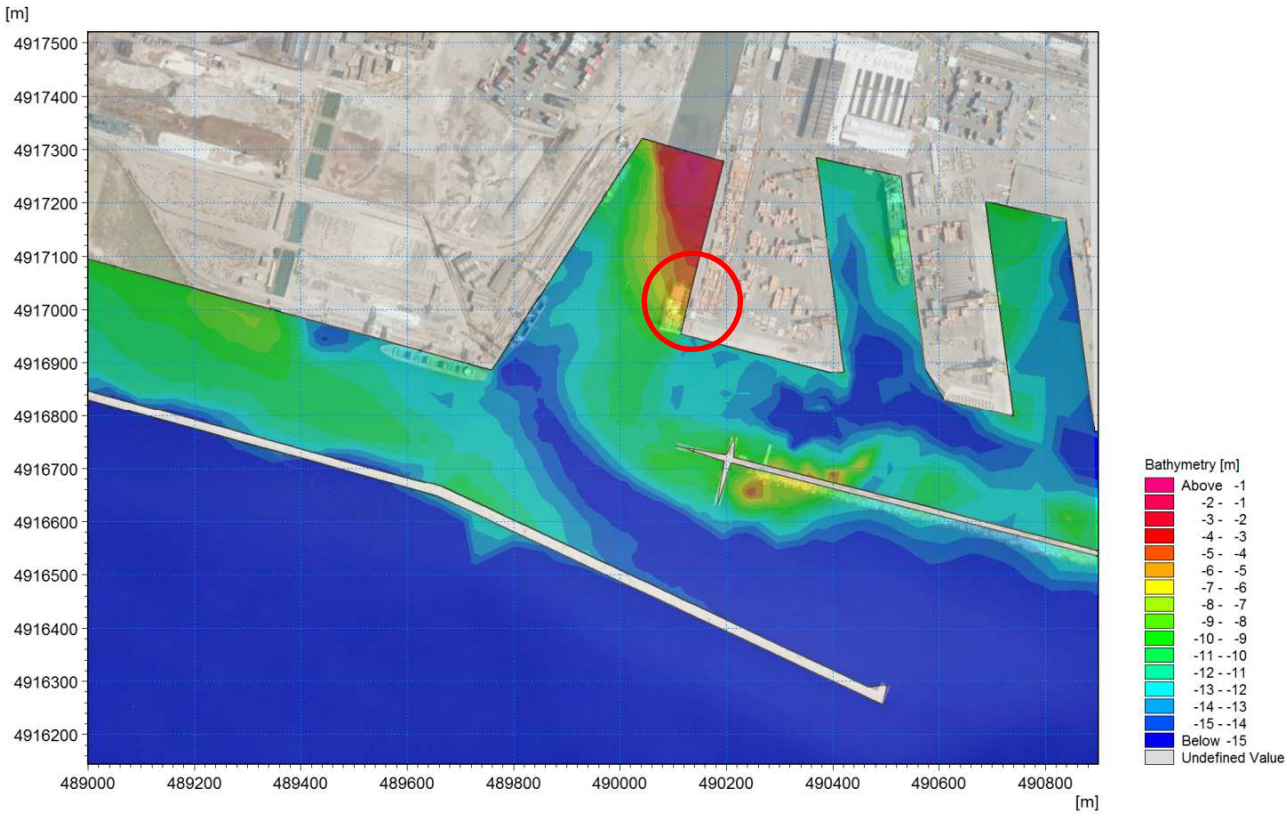


Figura 27 – Dettaglio della batimetria di calcolo del modello 2D con evidenziato il prolungamento del molo Nino Ronco realizzato su pali (all'interno del cerchio rosso).

L'influenza del moto ondoso

Il bacino portuale di Genova risulta protetto dal moto ondoso incidente del Secondo e Terzo Quadrante (rispettivamente le onde provenienti dal settore di Scirocco e quelle provenienti dal settore di Libeccio, caratterizzate da altezza d'onda più elevata) in virtù della presenza della diga foranea, che si estende complessivamente per oltre dieci chilometri e risulta divisa in due segmenti di circa pari lunghezza, che si sovrappongono lasciando aperto un varco (l'imboccatura portuale di Sampierdarena) proprio in corrispondenza della foce del torrente Polcevera.

La presenza della diga foranea, che garantisce un'elevata protezione dal moto ondoso incidente anche nella zona fociva del Polcevera, rende l'azione diretta del moto ondoso assai poco significativa per il regime idrodinamico del bacino portuale, influenzato invece più direttamente dai venti locali, dal regime idrodinamico del torrente Polcevera e dalle correnti di marea che, seppure di intensità limitata, sono la causa primaria di ricambio della massa d'acqua portuale in condizioni di assenza di vento e di basse portate del torrente Polcevera.

L'effetto del moto ondoso, tuttavia, risulta non trascurabile in termini di innalzamento dei livelli marini all'interno del bacino portuale: frequentemente, infatti, a condizioni di mareggiata si associano innalzamenti del livello del mare in grado di determinare significativi effetti sul regime idrodinamico del torrente Polcevera e, quindi, sul regime di trasporto sedimentario nell'area.

L'innalzamento del livello marino, noto come *storm surge*, è determinato dal passaggio di aree di bassa pressione sul Mar Ligure (indicativamente si può affermare che quando la pressione atmosferica cala di 1 millibar, il livello del mare cresce contestualmente di circa 1 cm) , nonché dall'azione del vento che, nel caso di provenienza meridionale (Scirocco o Libeccio) spinge la massa d'acqua verso l'arco costiero ligure, incrementando ulteriormente il livello del mare nella zona più prossima alla costa.

Attraverso l'approccio adottato per lo studio, è stato possibile tenere in considerazione le condizioni ondose al di fuori della diga foranea mediante l'impiego delle misure di livello all'interno del bacino portuale, che tengono conto degli incrementi di livello legati al moto ondoso, permettendo di rispondere alla richiesta presente nel disciplinare di gara di considerare scenari meteomarini frequenti e più rari.

5.4.2 Risultati del modello idrodinamico 2D

Di seguito sono riportati alcuni esempi di distribuzione della velocità di corrente all'interno del dominio di calcolo in corrispondenza di alcuni istanti temporali della simulazione di taratura, in riferimento rispettivamente all'istante corrispondente alla massima immissione di portata liquida dal torrente Polcevera (04/10/2010 h. 13:00, Figura 29), e a successioni di istanti temporali associati rispettivamente a condizioni di portata del Polcevera bassa (Q=25÷30 m^3/s) e vento proveniente da Scirocco (Figura 30), Libeccio (Figura 31) e Grecale (Figura 32), i venti più significativi per il sito di studio (come evidenzia la rappresentazione in forma di rosa dei dati di intensità e direzione del vento misurati alla stazione anemometrica di Genova, Figura 28).

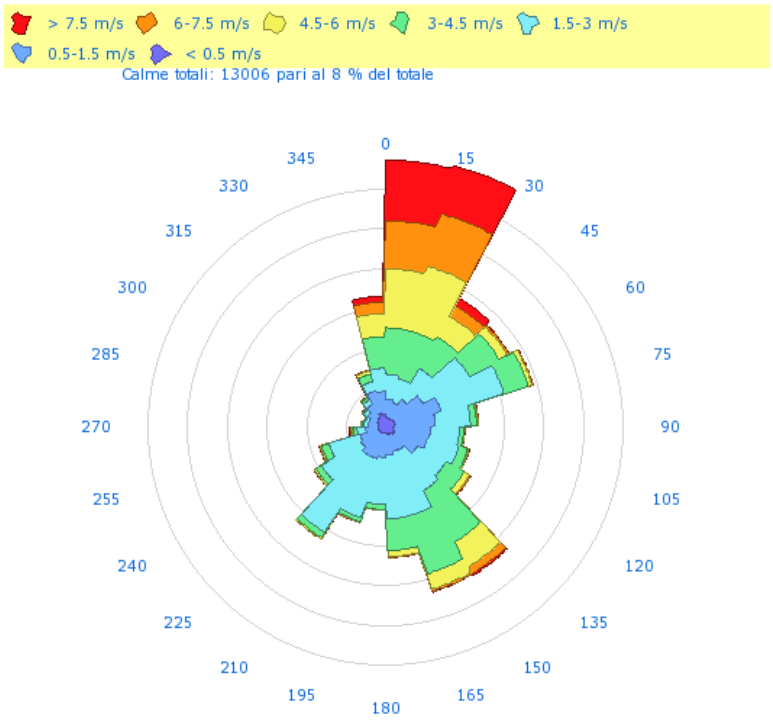


Figura 28 – Rosa del vento per la stazione anemometrica di Genova. Fonte: ISPRA – Servizio Mareografico.

Come si può osservare dall'analisi dei risultati, in caso di piena significativa del Polcevera (Figura 29), l'intensità della corrente in uscita dal corso d'acqua (che presenta valori di velocità pari a diversi metri al secondo) fa sì che il flusso si diriga verso la diga foranea senza deviazioni significative, per poi dividersi in due

rami una volta che impatta la diga stessa. In caso di portate elevate del Polcevera, pertanto, il regime dei venti e delle maree non incide significativamente sulla direzione del flusso nell'area di interesse, senz'altro dominato dalla corrente in uscita dal Polcevera. La via preferenziale seguita dal flusso immediatamente a valle della vasca di sedimentazione è determinata dalle batimetrie locali: in sponda sinistra a valle della vasca di sedimentazione, infatti, sono presenti importanti accumuli di materiale, mentre la profondità nella sponda destra a valle della vasca risultano mediamente superiori, con maggiori tiranti idrici ed una più ampia sezione di deflusso, che determina velocità di corrente minori.

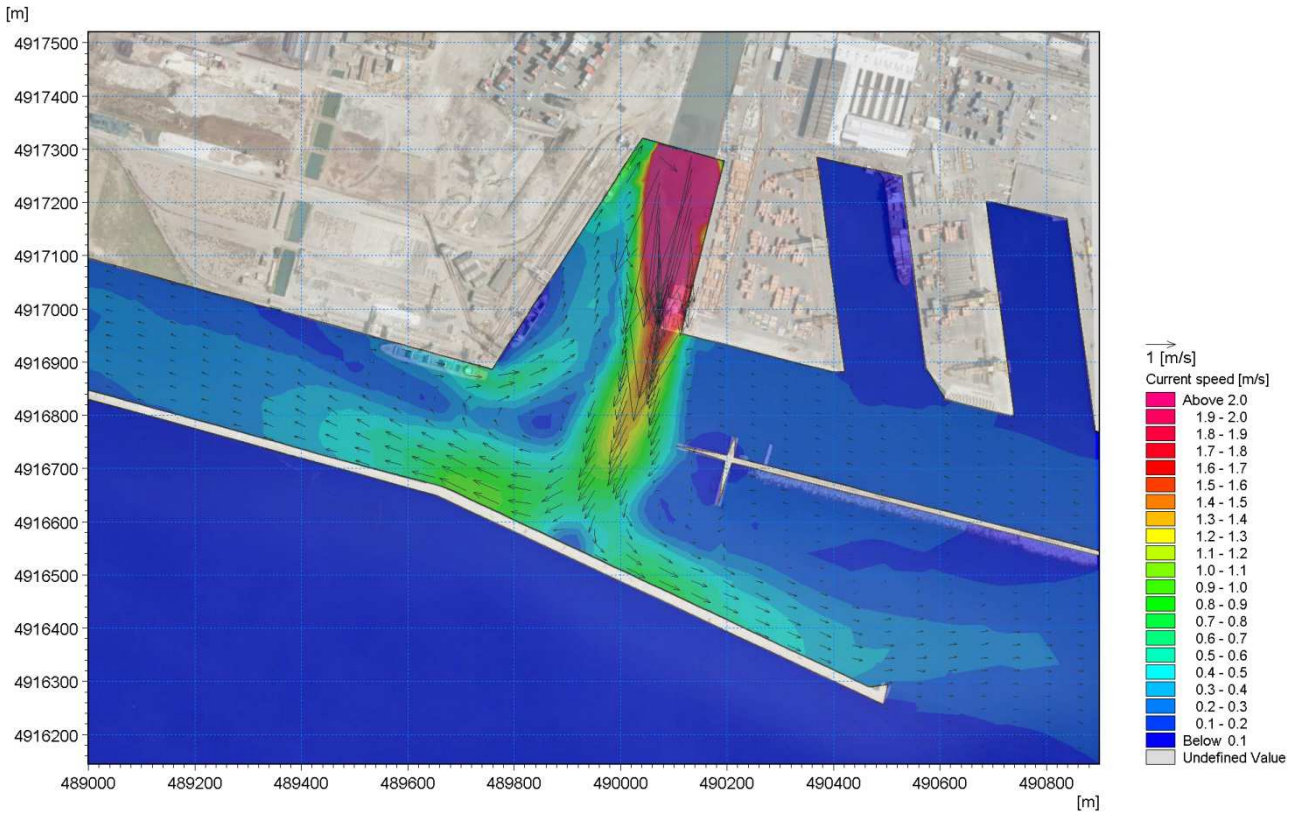


Figura 29 – Distribuzione delle velocità di corrente corrispondente alla massima immissione di portata liquida dal torrente Polcevera (04/10/2010 h.13:00).

Ben diversa è la distribuzione delle velocità di corrente in condizioni di bassa portata del Polcevera e vento sostenuto di Scirocco (Figura 30): è infatti possibile individuare una corrente ben definita diretta da est verso ovest, che si intensifica nel Canale di Calma con valori attesi dell'ordine di 0,10 m/s.

In condizioni di vento di Libeccio (Figura 31) si può osservare la presenza di una debole circolazione diretta da ovest verso est all'interno del Canale di Calma (intensità attese inferiori a 0,05 m/s) ed il debole flusso in uscita dal Polcevera viene deviato nettamente verso est in corrispondenza dell'imboccatura di Sampierdarena.

In condizioni di vento di Grecale (Figura 32) la distribuzione delle velocità di corrente appare simile a quella che si realizza in condizioni di vento di Scirocco (Figura 30), con l'instaurarsi di una corrente mediamente diretta da est verso ovest, che raggiunge intensità attese prossime a 0,10 m/s nel Canale di Calma.

In generale, l'analisi dei risultati mette in evidenza la grande rilevanza nella circolazione dell'area portuale in esame del flusso proveniente dal Polcevera. Solo in condizioni di bassa portata, infatti, il regime di vento e marea è in grado di deviare i flussi provenienti dal Polcevera.

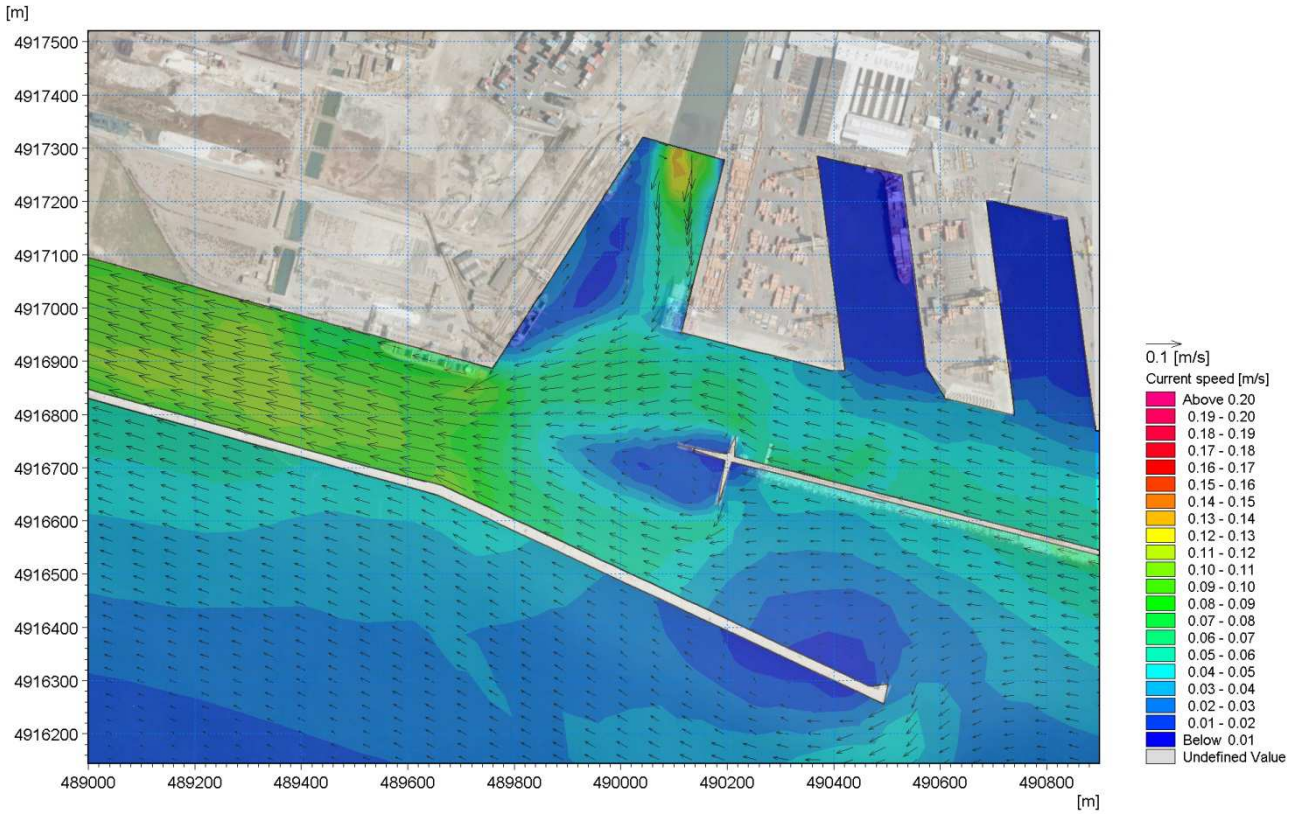


Figura 30 – Distribuzione delle velocità di corrente corrispondente a bassa portata del Polcevera e vento sostenuto di Scirocco.

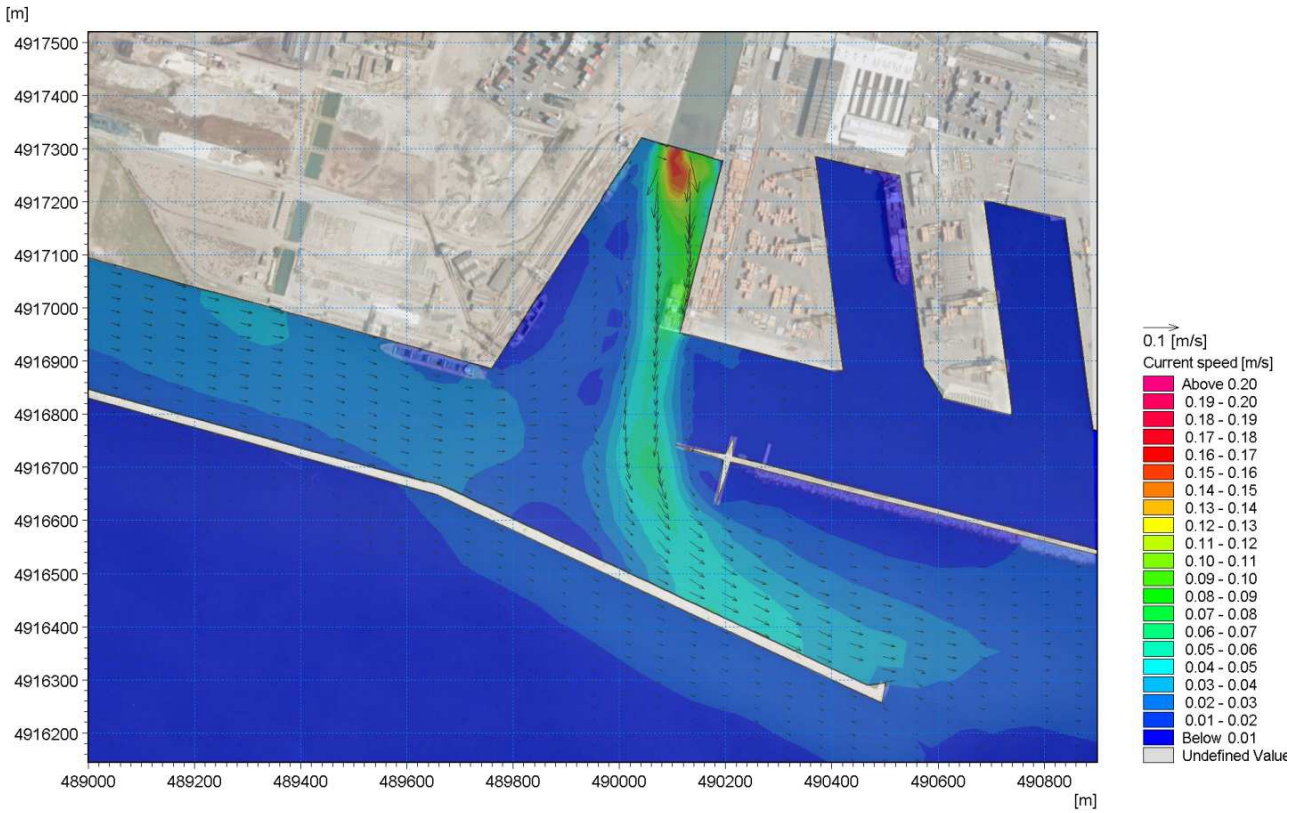


Figura 31 – Distribuzione delle velocità di corrente corrispondente a bassa portata del Polcevera e vento di Libeccio.

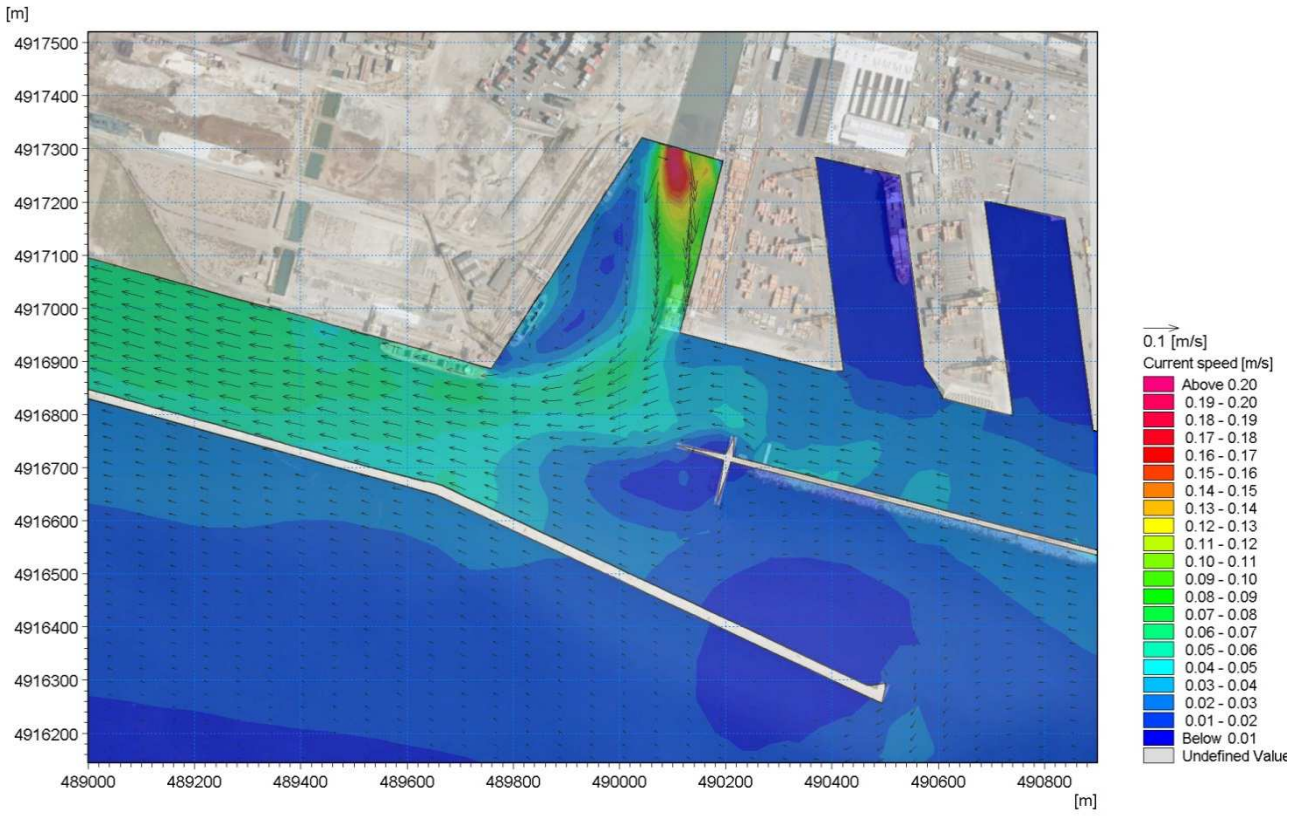


Figura 32 – Distribuzione delle velocità di corrente corrispondente a bassa portata del Polcevera e vento di Grecale.

Complessivamente nel periodo preso a riferimento per la taratura del modello 2D (2001-2011), le portate immesse nel bacino portuale dal torrente Polcevera presentano due vie privilegiate di uscita dal porto: la prima è rappresentata dal Canale di Calma, la seconda dall'imboccatura portuale di Sampierdarena. Nella Figura 33 sono illustrate due sezioni di controllo poste rispettivamente al limite occidentale del Canale di Calma ed in corrispondenza dell'imboccatura portuale di Sampierdarena.

E' stato quindi possibile estrarre, dai risultati del modello 2D, la serie temporale di portata liquida che attraversa le due sezioni di controllo. Le serie temporali sono riportate nella Figura 34 e nella Figura 35, rispettivamente per il Canale di Calma e per l'imboccatura di Sampierdarena.

Come si può osservare, la via di uscita preferenziale delle portate provenienti dal Polcevera (in combinazione con la circolazione indotta da vento e marea) è costituita dal Canale di Calma. Il valore medio delle portate uscenti dal Canale di Calma nel periodo simulato (che, ricordiamo a beneficio di chiarezza, fa riferimento solo a intervalli temporali in cui il Polcevera presenta portate superiori a 25 m^3/s) è pari a circa **125 m^3/s**, contro un valore medio delle portate uscenti dall'imboccatura di Sampierdarena pari a circa **10 m^3/s**. L'analisi dei risultati ha altresì evidenziato che la terza possibile via di uscita per il flusso proveniente dal Polcevera (il Canale del Bacino di Sampierdarena) può essere considerata trascurabile.

La conoscenza di tale circolazione prevalente che si instaura in condizioni di portate non trascurabili del Polcevera risulterà fondamentale per comprendere le variazioni indotte nel regime di sedimentazione in seguito alla realizzazione dell'opera di conterminazione nel Canale di Calma (capitolo 6).

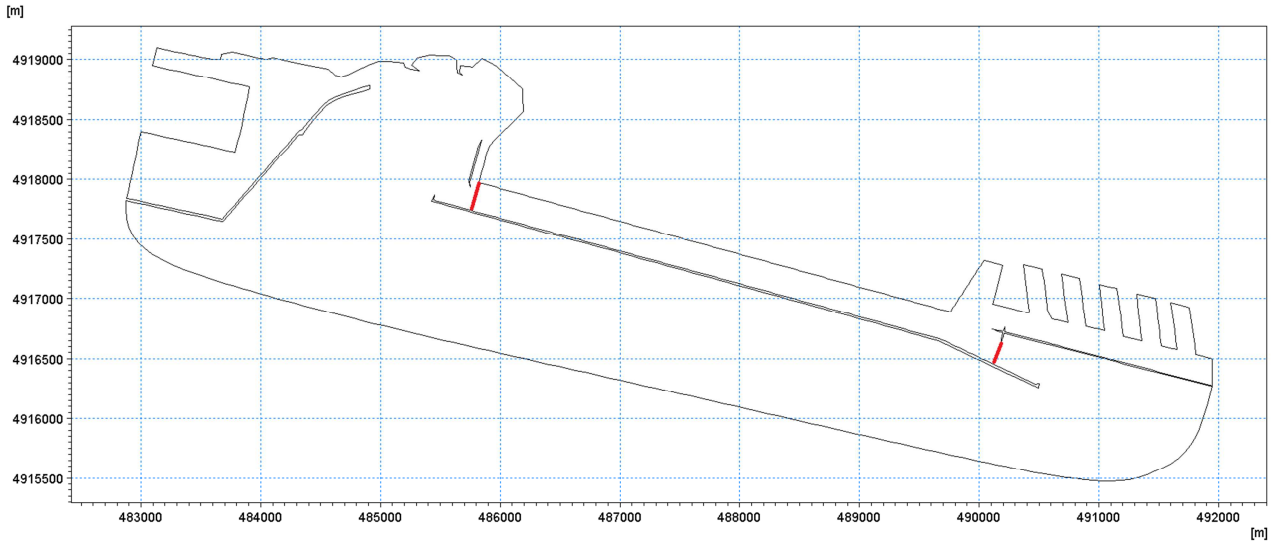


Figura 33 – Sezioni di controllo per il calcolo delle portate scambiate tra il bacino portuale ed il mare aperto.

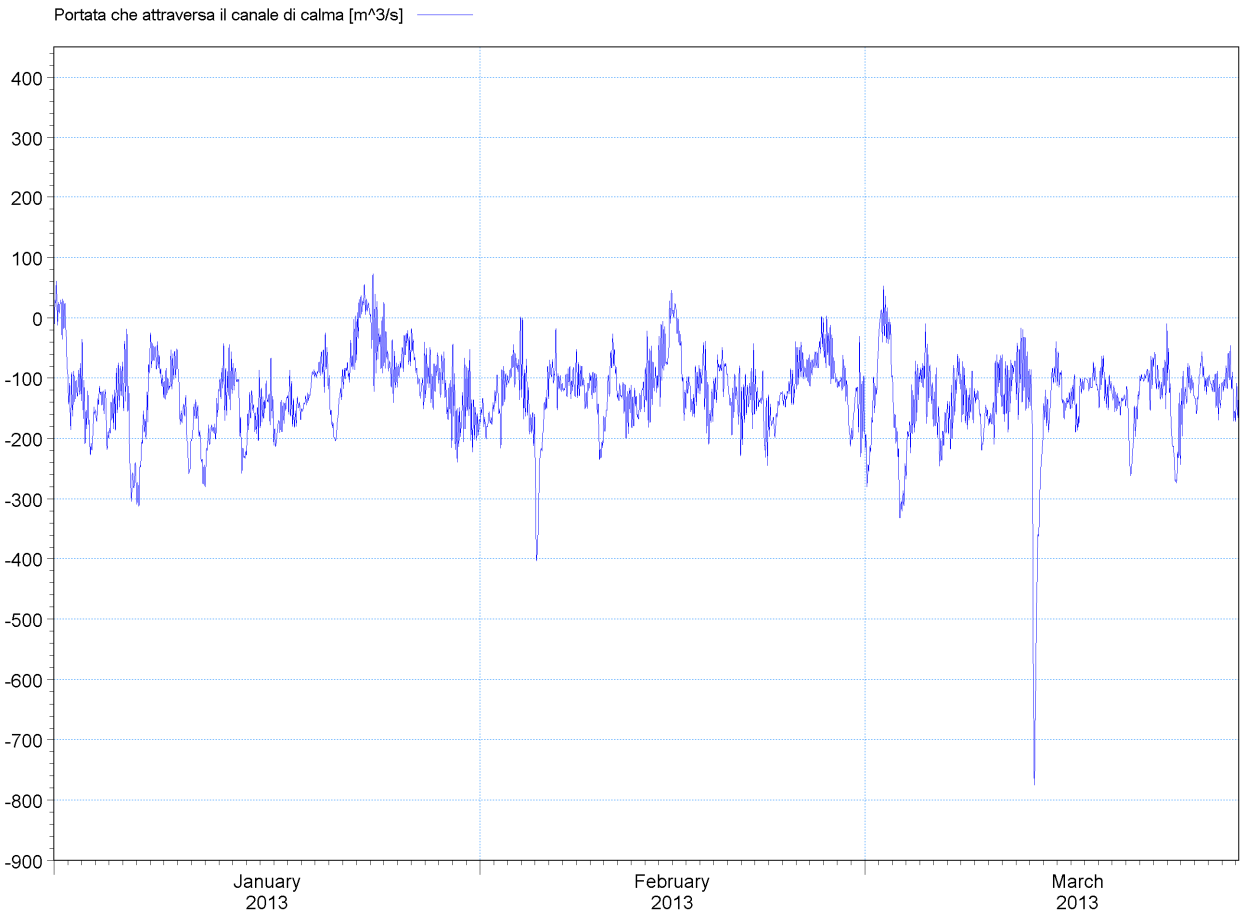


Figura 34 – Serie temporale delle portate che attraversano il Canale di Calma in corrispondenza del limite ovest. I valori di portata negativi corrispondono ad una portata uscente dal bacino portuale.

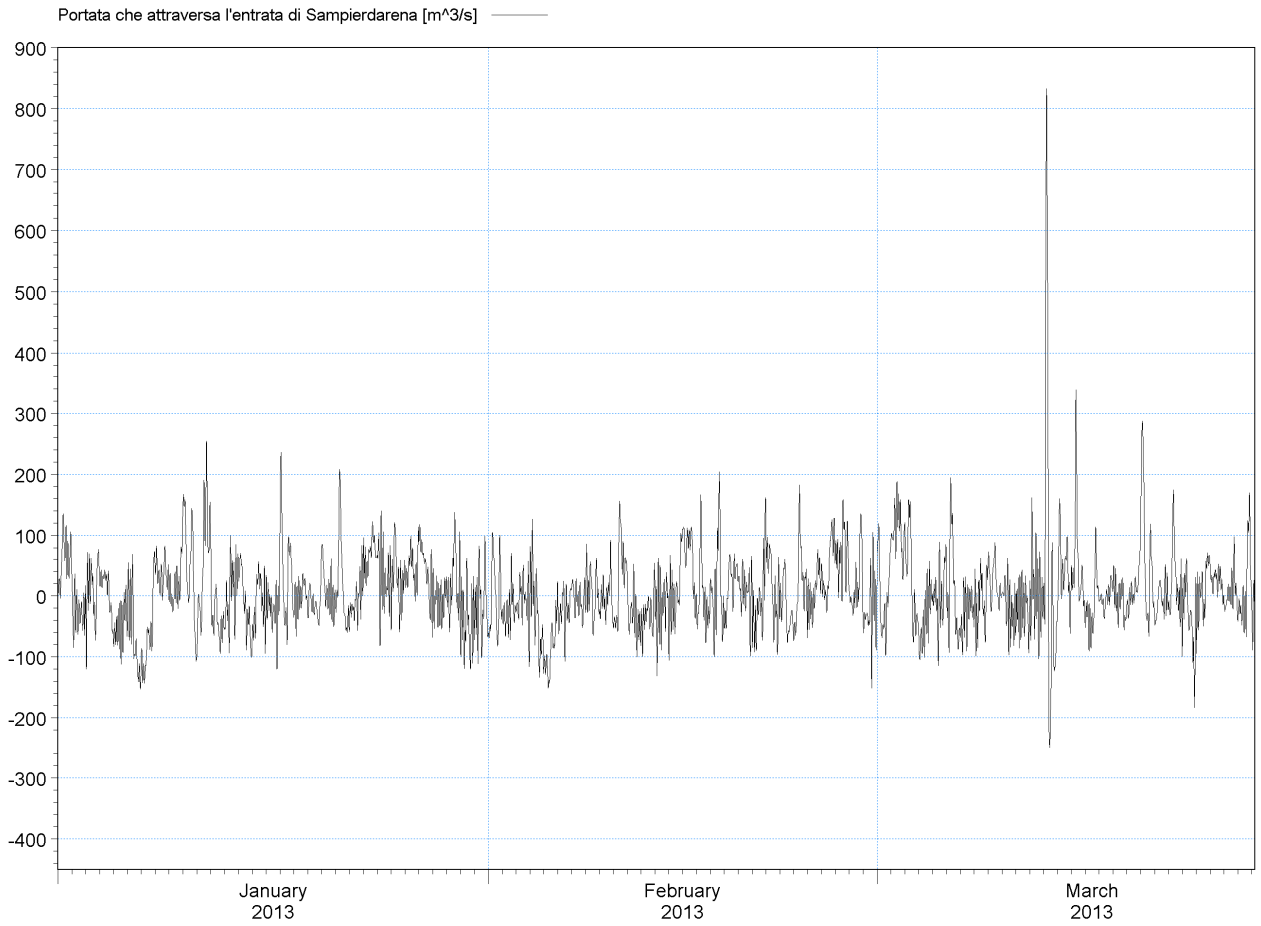


Figura 35 – Serie temporale delle portate che attraversano l'imboccatura portuale di Sampierdarena. In questo caso sono i valori di portata positivi che corrispondono ad una portata uscente dal bacino portuale.

5.4.3 Messa a punto del modello di trasporto solido 2D

Come illustrato in precedenza, il primo obiettivo del modello morfologico 2D, ovvero dell'accoppiamento dinamico di un modello idrodinamico e di trasporto solido a fondo mobile, è di riprodurre la reale evoluzione del fondale antistante la foce del torrente Polcevera e le aree portuali limitrofe per un periodo pregresso e sufficientemente rappresentativo (una decina d'anni) in relazione al regime idrologico ed ai relativi apporti sedimentari del Polcevera e a diverse condizioni meteomarine.

Il modello utilizzato per la simulazione del regime di trasporto sedimentario nell'area di interesse è il MIKE 21 MT FM di DHI, descritto in dettaglio nell'Allegato 5 al presente elaborato. MT (Mud Transport) è il modulo di MIKE 21 che descrive l'erosione, il trasporto e la deposizione di limi e misture sabbie/limi sotto l'azione di correnti e di onde.

Il modulo MT calcola il trasporto solido sulla base delle simulazioni idrodinamiche effettuate con il modulo HD ed eventualmente delle simulazioni di moto ondoso effettuate con MIKE 21 SW. Per effettuare simulazioni a fondo mobile è possibile includere il *feedback* degli effetti dell'idrodinamica sulla batimetria utilizzando i moduli HD, MT ed eventualmente SW in maniera accoppiata.

E' possibile includere in MIKE 21 MT la simulazione di frazioni multiple di sedimenti, la simulazione di diversi strati costituenti il fondale, il processo di flocculazione che si attiva ad elevate concentrazioni di sedimento fine nella colonna d'acqua, nonché l'aggiornamento continuo della morfologia del fondale ed i processi di consolidamento. Nella Figura 36 sono illustrati schematicamente i processi che sono simulati con il modello MIKE 21 MT.

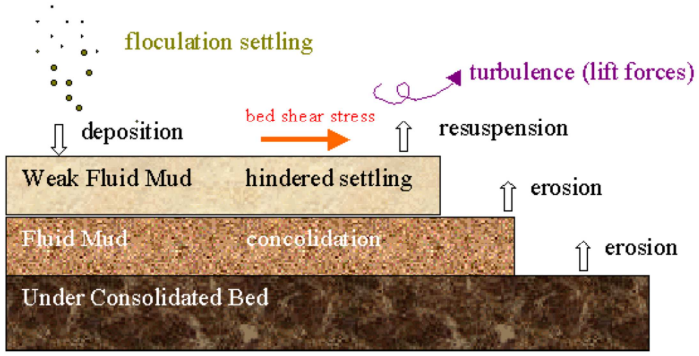


Figura 36 – Rappresentazione schematica dei processi simulati in MIKE 21 MT.

La mesh di calcolo adottata per la simulazione del periodo di taratura (2001-2011) è la medesima descritta in precedenza ed utilizzata per l'esecuzione delle simulazioni del modello idrodinamico.

L'analisi granulometrica dei campioni di sedimento disponibili nell'area oggetto di studio, a valle della vasca di sedimentazione (capitolo 5.2) ha evidenziato una sostanziale uniformità dimensionale media dei grani costituenti il fondale nella zona antistante la foce del Polcevera. In virtù di tale uniformità si è ritenuto ragionevole introdurre nel modello di trasporto di sedimenti il calcolo della dispersione e della deposizione di un'unica frazione granulometrica, caratterizzata da un diametro medio d_{50} = 0,075 mm, ottenuto come valore medio del diametro caratteristico tra i campioni prelevati nella parte terminale della vasca di sedimentazione, nella zona di foce e a valle di essa, escludendo quelli prelevati più in profondità. Si tratta quindi di una frazione granulometricamente a cavallo tra le sabbie limose ed i limi sabbiosi.

Il modello di trasporto di sedimenti MIKE 21 MT FM richiede l'assegnazione di una velocità di sedimentazione associata alla frazione granulometrica da simulare. Per la determinazione della velocità di sedimentazione si è fatto riferimento alla tradizionale formulazione di Stokes, di seguito riportata:

$$w_s = \frac{(\rho_s - \rho)}{\rho} \frac{g d^2}{18 \cdot \nu} \qquad [1]$$

in cui:
w_s = velocità di sedimentazione [m/s];
ρ_s = densità del sedimento [kg/m^3], in questo caso assunta pari a 2600 kg/m^3;
ρ = densità dell'acqua [kg/m^3], in questo caso assunta pari a 1038 kg/m^3, densità tipica dell'acqua di mare;
g = accelerazione di gravità (9,81 m/s^2);
d = diametro medio del sedimento [m], qui assunto pari a d_{50} = 0,000075 m;
v = viscosità cinematica del fluido [m^2/s], pari a 10^{-6} m^2/s.

La velocità di sedimentazione calcolata attraverso l'applicazione della formulazione di Stokes [1] è pari a 0,00479 m/s. Per diametri fino 0,006 mm (considerato comunemente il limite tra il sedimento coesivo e non coesivo[17] si può affermare che la flocculazione (fenomeno tipico dei sedimenti coesivi per il quale la velocità di sedimentazione cresce al crescere della concentrazione del sedimento in virtù della formazione di aggregazioni di particelle di sedimento, i cosiddetti "fiocchi") non si attivi e pertanto la velocità di sedimentazione può essere considerata costante ed indipendente dalla concentrazione del sedimento nella colonna d'acqua.

Il modello di trasporto di sedimenti MIKE 21 MT FM richiede inoltre l'introduzione di svariati parametri (tra gli altri la tensione critica di deposizione, la tensione critica di erosione, il coefficiente di dispersione) che sono stati impostati sulla base della pluridecennale esperienza del gruppo di lavoro in studi analoghi e sono stati fatti variare lievemente nel processo di taratura del modello stesso.

Anche il modello di trasporto di sedimenti necessita, come il modello idrodinamico, di condizioni al contorno, in questo caso in termini di concentrazione del sedimento in sospensione. Facendo nuovamente riferimento alla Figura 23, le condizioni al contorno imposte al modello di trasporto di sedimenti sono state le seguenti:

- per i contorni aperti del modello localizzati in mare (codice 2, in corrispondenza di Ponte Etiopia, codice 4 nel canale interno del bacino di Voltri, codice 5 tra il piazzale del porto di Voltri e la diga, codice 6 mare aperto), è stata utilizzata una condizione di "gradiente di concentrazione nullo" che, in assenza di informazioni sull'andamento delle concentrazioni di sedimento in mare aperto, rappresenta una condizione neutra che garantisce una sufficiente affidabilità;
- per il contorno aperto del modello in corrispondenza dell'immissione del torrente Polcevera (codice 3 in Figura 23), sulla base delle considerazioni sui volumi accumulati nel periodo di riferimento 2001-2011, è stata introdotta una serie di concentrazioni solide in ingresso al modello cui corrisponde un volume di sedimento medio annuo pari a **14530** m^3/anno (per la determinazione della curva portata liquida portata solida in ingresso al modello 2D si faccia riferimento all'analisi riportata in 5.3.3).

La simulazione relativa al periodo di taratura del modello (2001-2011) è stata eseguita mediante l'accoppiamento dinamico del modello idrodinamico MIKE 21 HD FM (i cui risultati sono già stati illustrati in 5.4.2) e del modello di trasporto di sedimenti MIKE 21 MT FM la cui impostazione è stata appena descritta. Il modello accoppiato (nel quale la variazione del fondale simulata dal modello di trasporto di sedimenti determina un *feedback* anche sulla idrodinamica locale) prende il nome di modello morfologico.

Di seguito sono illustrati i risultati della simulazione di taratura del modello morfologico.

5.4.4 Risultati del modello morfologico 2D per la simulazione di taratura 2001-2011

I risultati della simulazione morfologica 2D in termini di quote del fondo dopo dieci anni di simulazione sono illustrati nella Figura 37. Tale mappa rappresenta il risultato più significativo del modello perché, confrontata con il rilievo batimetrico del 2011 (Figura 38) rappresenta l'indicatore unico della capacità del modello di riprodurre l'evoluzione del fondale avvenuta nei dieci anni circa che separano i due rilievi di riferimento per la simulazione di taratura.

Come si può osservare, a seguito di numerosi affinamenti successivi nei parametri di calibrazione del modello morfologico (con particolare riferimento alla tensione critica di deposizione) il risultato appare più che

[17] MIKE 21 Flow Model FM – Mud Transport Module – User Guide, September 2012

soddisfacente: confrontando la batimetria simulata al 2011 (Figura 37) e quella del rilievo 2011 (Figura 38) si evidenzia un'ottima analogia nell'andamento delle isobate, con evidenziazione della zona di accumulo presente in sponda sinistra del Polcevera a valle della vasca di sedimentazione (quote prossime al livello del mare) e della "lingua" a profondità ridotta che collega la foce del Polcevera alla testata della diga foranea del porto di Genova "Duchessa di Galliera" (profondità dell'ordine dei 10 m). Ben in evidenza anche la corretta rappresentazione dell'area a profondità più elevata (14 m di profondità circa) che collega lo spigolo della banchina Ilva con il canale di accesso dell'imboccatura del bacino di Sampierdarena.

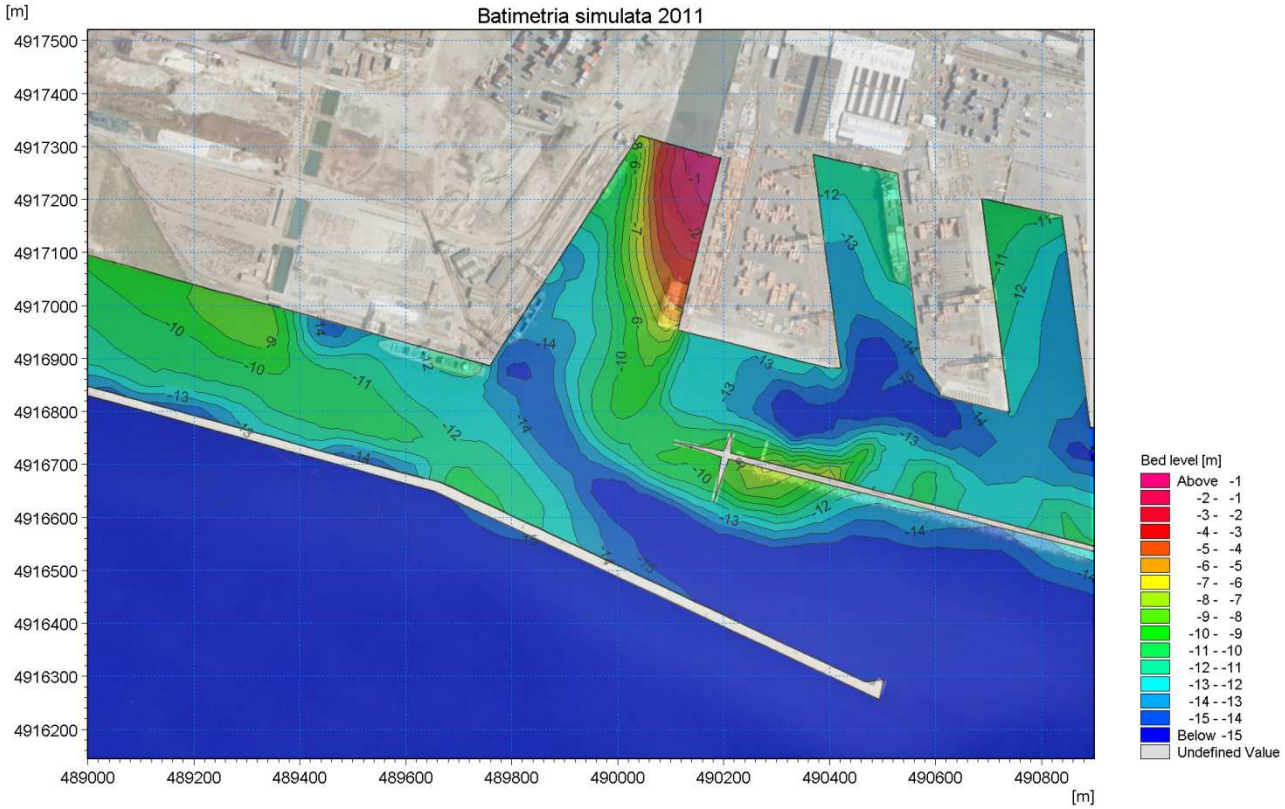


Figura 37 - Batimetria della foce del Polcevera alla fine della simulazione di taratura 2001-2011 (ottobre 2011).

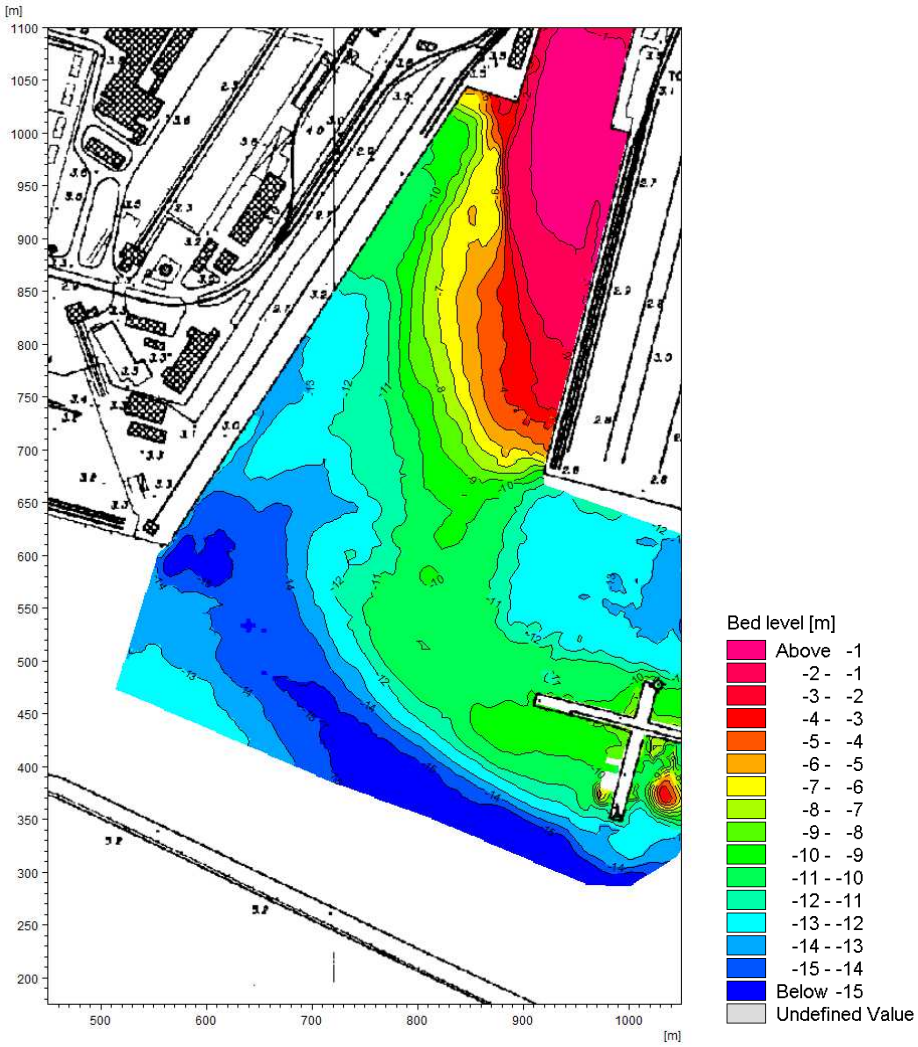


Figura 38 - Rilievo 04/10/2011 - Batimetria della foce del Polcevera.

6. REGIME IDRODINAMICO E DI TRASPORTO SEDIMENTARIO 2018-2038 IN ASSENZA E PRESENZA DELL'OPERA

Una volta predisposto il modello integrato idrodinamico e di trasporto solido ed in seguito alla calibrazione dello stesso sulla base dei dati disponibili relativi alla quantificazione e distribuzione dei volumi sedimentati nel periodo di riferimento 2001-2011, è possibile utilizzare il medesimo strumento modellistico "in modalità previsionale" ovvero simulare la previsione di variazione morfologica del fondale per l'intero periodo richiesto nel disciplinare di gara (2018-2038) in assenza ed in presenza dell'Opera a Mare nel Canale di Calma.

In particolare, è possibile, attraverso un opportuno processamento dei risultati delle simulazioni numeriche, *identificare le nuove aree soggette a fenomeni di sedimentazione* in presenza dell'opera (capitolo 4, punto 3 del disciplinare), nonché *quantificare l'eventuale incremento del fenomeno della sedimentazione, con individuazione sia delle volumetrie*, *sia degli spessori di deposito associati alle singole aree*, con riferimento all'evoluzione realizzativa dell'opera indicata nel disciplinare, ovvero:

- *anno 1: presenza conterminazione lato sud-est;*
- *anno 2: presenza conterminazione lato sud-est e primo chilometro di conterminazione lato diga foranea;*
- *anno 3: presenza conterminazione lato sud-est e primi due chilometri di conterminazione lato diga foranea;*
- *anno 4: presenza conterminazione lato sud-est e primi tre chilometri di conterminazione lato diga foranea;*
- *anno 5-20: presenza conterminazione completa*

6.1 Predisposizione del modello morfologico 2D in modalità previsionale

Al fine di predisporre il modello morfologico 2D in modalità previsionale è necessario apportare alcune modifiche ai dati di input, alle condizioni al contorno e alle forzanti considerate nella simulazione del periodo di taratura.

In particolare, rispetto alle impostazioni del modello morfologico per il periodo di taratura, illustrate nel capitolo 5.4, è necessario considerare le opportune modifiche relativamente a:

- **batimetria di calcolo**: nella simulazione di taratura, la batimetria di calcolo è stata impostata sulla base dei dati batimetrici ricostruiti per l'anno 2001. Per la simulazione dei 20 anni 2018-2038 è necessario prevedere l'impiego di una adeguata "batimetria al 2018";
- **layout**: per la simulazione dei 20 anni 2018-2038 in assenza dell'opera di conterminazione devono comunque essere introdotte le variazioni previste e/o in corso di realizzazione relativamente al layout portuale; per la simulazione in presenza dell'opera, nella mesh di calcolo è da prevedere la presenza dell'opera, nelle varie fasi di realizzazione illustrate in premessa al presente capitolo;
- **condizioni al contorno**: per quanto riguarda i contorni a mare del modello, è necessario replicare la serie temporale di oscillazione di livello registrata dal mareografo di Genova in modo da coprire l'intera durata ventennale della simulazione, ipotizzando per il periodo 2018-2038 lo stesso regime meteomarino utilizzato per la simulazione di taratura (2001-2011); la serie di portate liquide è una replica della serie di portate liquide "compattate" già utilizzata per le simulazioni di taratura; relativamente all'immissione di portata solida dal torrente Polcevera, e al volume medio annuo di sedimenti scaricati a mare si rimanda alla specifica sezione a seguire;
- **forzanti interne al modello**: anche l'andamento della forzante "vento", che agisce sull'intero dominio di calcolo, è assunto come una replica della serie temporale decennale utilizzata per il periodo di taratura, ipotizzando ancora una volta per il periodo 2018-2038 lo stesso regime meteomarino 2001-2011.

Batimetria di calcolo

La batimetria di calcolo al 2018 (inizio simulazione futura) è stata impostata sulla base di quanto concordato tra i tecnici di SPEA e dell'Autorità Portuale nel corso della riunione tecnica di avvio progetto. In particolare, la batimetria al 2018:

- comprende le quote finali previste a seguito delle operazioni di dragaggio del bacino portuale di Genova; l'approfondimento delle quote del fondale nell'area di interesse è in gran parte già realizzato;
- per l'area trapezoidale immediatamente a valle della vasca di sedimentazione del Polcevera le quote del fondale al 2018 tengono in considerazione il progressivo apporto solido del torrente Polcevera tra gli anni 2013 (dragaggio appena avvenuto fino alle quote di progetto) e l'anno 2018 (inizio simulazione futura);
- nel resto del dominio di calcolo le quote del fondale a inizio simulazione (2018) sono considerate invariate rispetto alla simulazione di taratura.

Nella Figura 39 è illustrato un dettaglio della "batimetria 2018" in assenza dell'opera di conterminazione. Le quote del fondale sono quelle del progetto di dragaggio del porto di Genova, messe a disposizione dall'Autorità Portuale, ad eccezione dell'area trapezoidale immediatamente a valle della vasca di sedimentazione del Polcevera. In tale area le quote sono state ricavate da un'ulteriore simulazione effettuata con modello morfologico 2D che copre il periodo compreso tra il 2013 (dragaggio appena avvenuto fino alle quote di progetto) e il 2018.

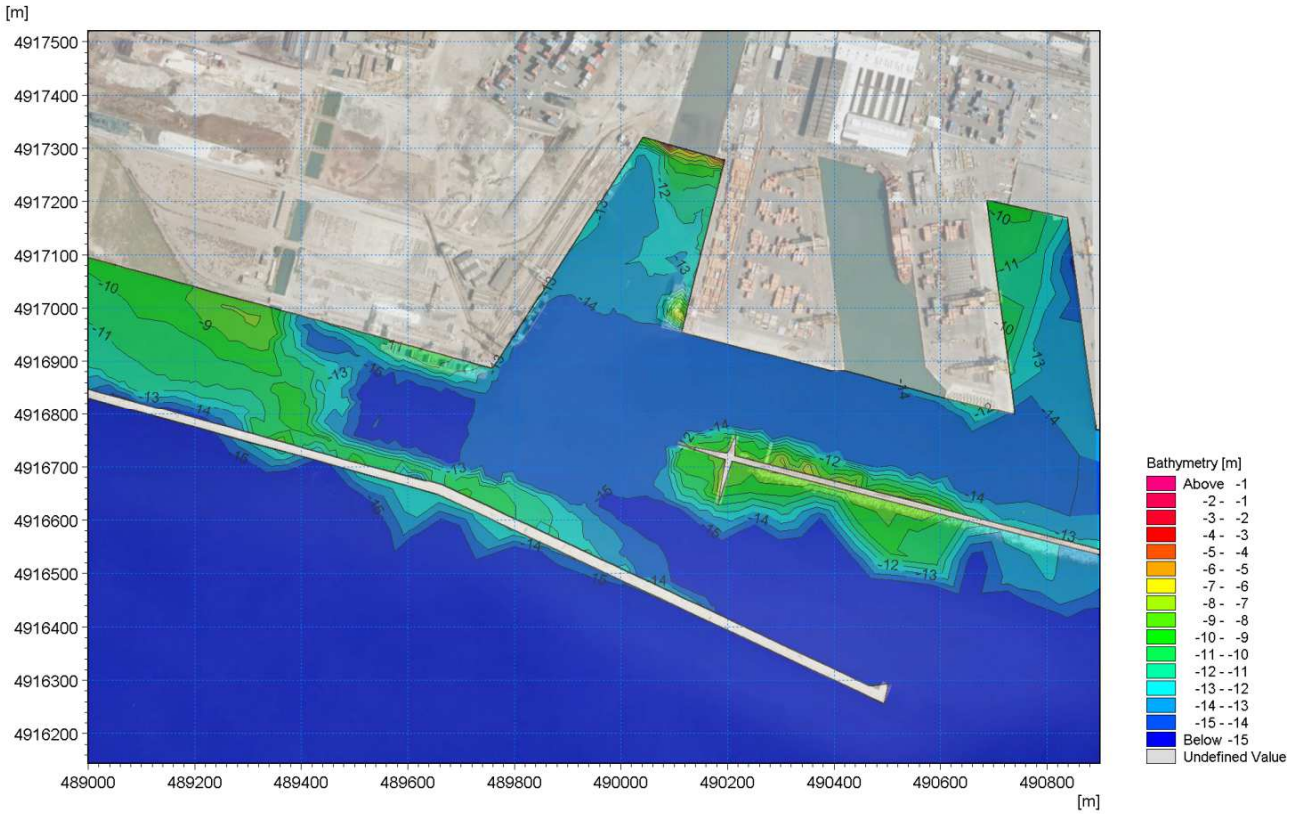


Figura 39 - Batimetria 2018 in assenza dell'opera di conterminazione – dettaglio dell'area prossima alla foce del torrente Polcevera. Sulla destra è visibile il tombamento di Calata Derna.

Layout

Il layout considerato per le simulazioni con il modello morfologico nel periodo 2018-2038 prevede, sia in assenza che in presenza dell'opera di conterminazione, di tenere in considerazione il tombamento di Calata Derna, con la nuova lunga banchina "Ronco-Canepa" in grado di permettere gli accosti delle navi porta container.

Come già ampiamente illustrato, al fine di considerare l'impatto dell'opera di conterminazione prevista nel Canale di Calma sulle dinamiche di sedimentazione, le simulazioni 2018-2038 devono essere predisposte sia in assenza sia in presenza dell'opera. Come indicato nel disciplinare di gara e concordato tra SPEA e Autorità Portuale, la presenza dell'opera di conterminazione è stata considerata secondo una serie di step evolutivi, richiamati in premessa al presente capitolo. Di seguito (Figura 40 ÷ Figura 44) vengono illustrate le mesh di calcolo in riferimento ai cinque step evolutivi previsti.

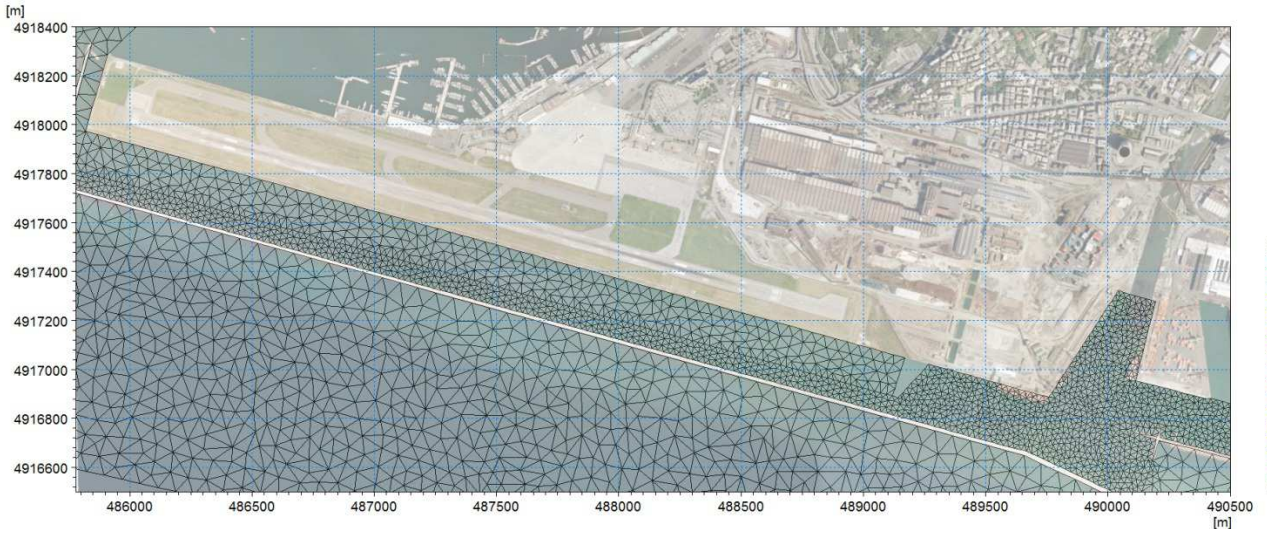


Figura 40 - Mesh di calcolo - *Anno 1: presenza conterminazione lato sud-est.*

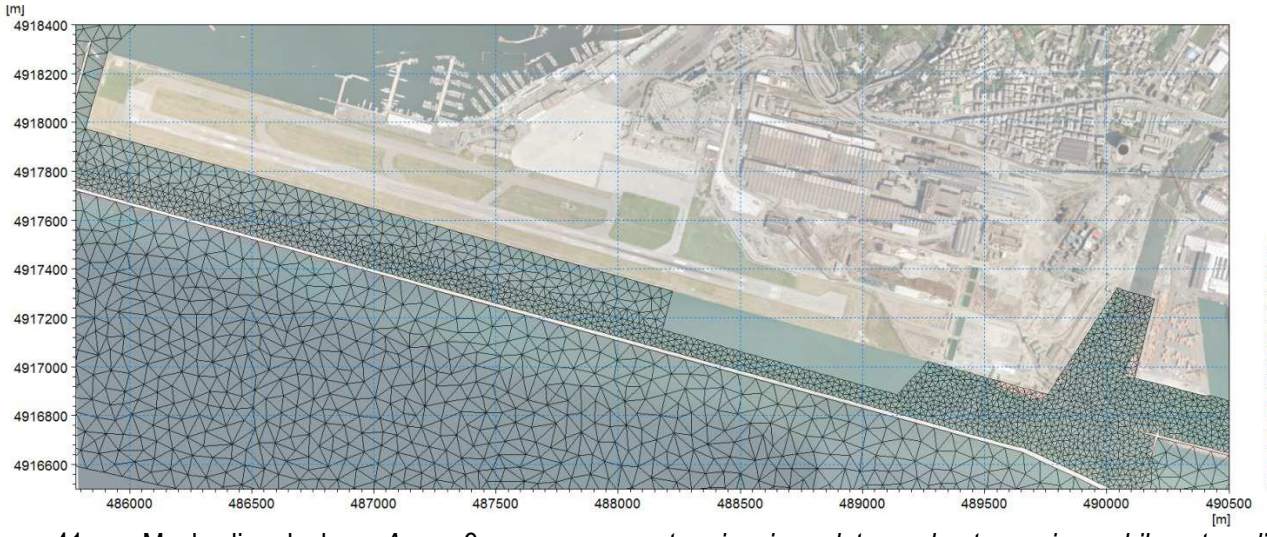


Figura 41 - Mesh di calcolo - *Anno 2: presenza conterminazione lato sud-est e primo chilometro di conterminazione lato diga foranea.*

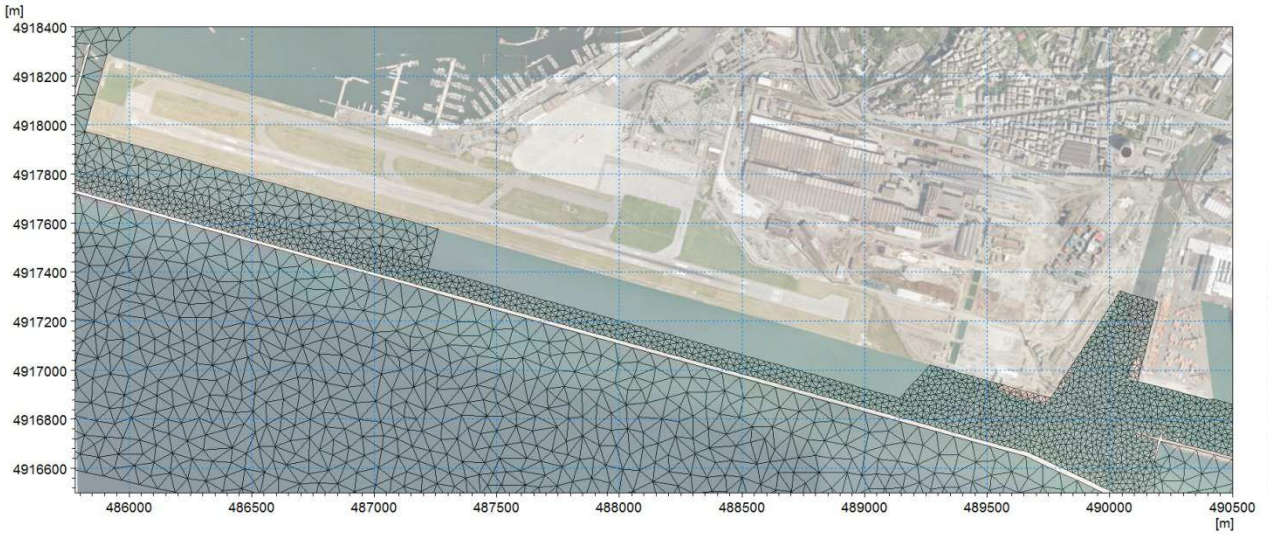


Figura 42 - Mesh di calcolo - *Anno 3: presenza conterminazione lato sud-est e primi due chilometri di conterminazione lato diga foranea.*

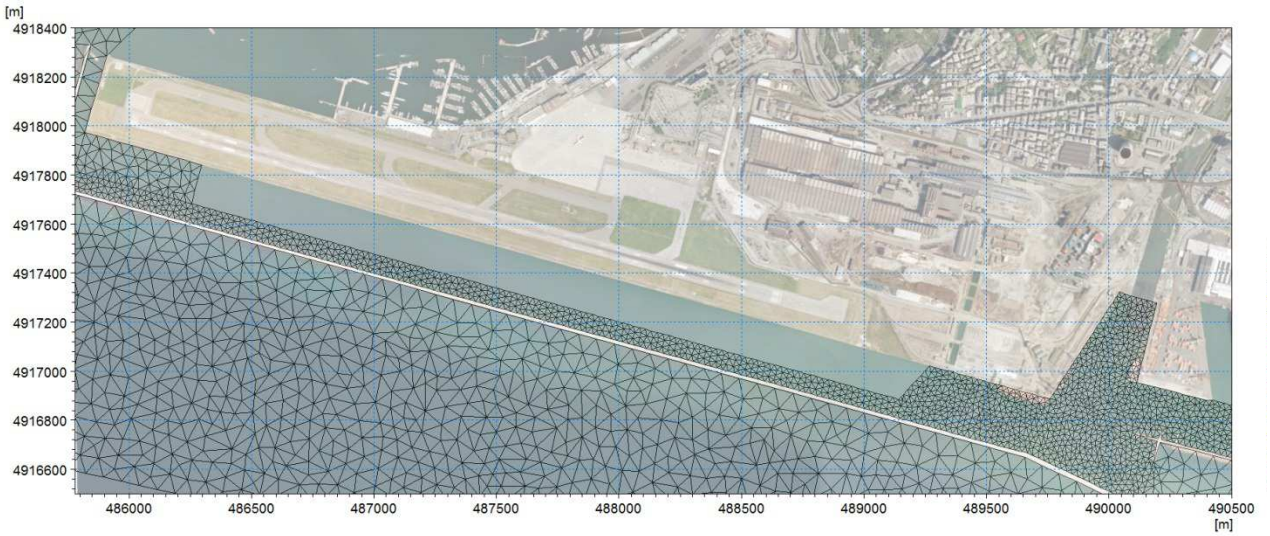


Figura 43 - Mesh di calcolo - *Anno 4: presenza conterminazione lato sud-est e primi tre chilometri di conterminazione lato diga foranea.*

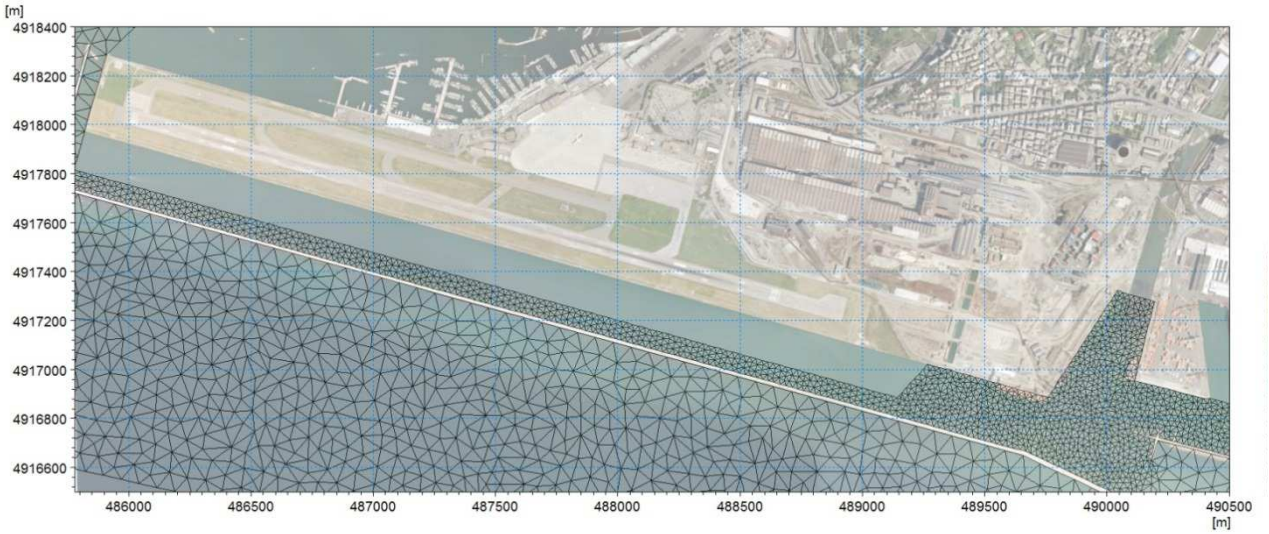


Figura 44 - Mesh di calcolo - *presenza conterminazione completa.*

Condizioni al contorno

Come anticipato ad inizio sezione, per quanto riguarda i contorni a mare del modello (codici 2, 4, 5, 6 in Figura 23), è necessario replicare la serie temporale di oscillazione di livello registrata dal mareografo di Genova in modo da coprire l'intera durata ventennale della simulazione, ipotizzando per il periodo 2018-2038 lo stesso regime meteomarino utilizzato per la simulazione di taratura (2001-2011).

Per la simulazione 2018- 2038 è stato inoltre necessario disporre di una serie temporale di durata 20 anni di portate liquide e di una serie di corrispondenti concentrazioni solide che iniziano convenzionalmente dal 1/1/2018 (condizione al contorno contrassegnata dal codice 3 in Figura 23).

La serie delle portate liquide è stata "costruita" creando una successione ragionata degli anni costituenti la serie storica delle portate ricostruite; i 20 anni della serie sintetica così ottenuta sono nell'ordine i seguenti: 2011, 2012, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2008, 2009 e 2010.

La serie ottenuta presenta le seguenti caratteristiche:

- i primi 4 anni di avanzamento dei lavori della conterminazione risultano idrologicamente mediamente abbondanti;
- è stato escluso l'anno storico 2007 perché caratterizzato da pochi eventi e tutti di scarsa rilevanza;
- nella serie si trovano ripetuti due volte tutti gli altri anni disponibili, compreso il 2010 che presenta l'evento maggiormente gravoso.

Per la simulazione 2018-2038 si è considerato un volume medio annuo di sedimenti scaricati a mare cautelativamente pari a **20250** m^3/anno, corrispondente ad un valore pari alla media più due volte lo scarto quadratico medio dei volumi riportati nella Tabella 6 per la sola zona denominata "Foce", relativi al periodo complessivo 1998÷2011. Tale approccio è stato condiviso e concordato con SPEA e Autorità Portuale di Genova.

L'espressione analitica della relazione Q-Qs che, applicata alla serie ventennale delle portate liquide considerata, ha permesso di calcolare la serie delle concentrazioni solide in ingresso al modello cui corrisponde un volume di sedimento medio annuo pari a 20250 m^3/anno, è la seguente:

$$Q_S = 1{,}896322 \cdot (0{,}001463 \cdot Q^2 + 0{,}31369 \cdot Q - 10{,}7274) \quad \text{per } Q>30 \text{ } m^3/s;$$

$$Q_S = 0 \quad \text{per } Q<30 \text{ } m^3/s.$$

La serie di portate liquide e solide è stata naturalmente introdotta quale condizione al contorno sia per la configurazione in assenza dell'opera di conterminazione, sia per la configurazione in presenza della stessa.

Forzanti interne al modello

Come anticipato ad inizio sezione, anche l'andamento della forzante "vento", che agisce sull'intero dominio di calcolo, è stato assunto come una replica della serie temporale decennale utilizzata per il periodo di taratura, ipotizzando ancora una volta per il periodo 2018-2038 lo stesso regime meteomarino 2001-2011. La successione della serie temporale del regime anemometrico è la medesima descritta per le portate liquide e solide sopra illustrata.

Nel seguito sono riportati i risultati del modello morfologico 2D per il periodo 2018-2038.

6.1.1 Risultati del modello morfologico 2D per il periodo 2018-2038

I risultati delle simulazioni del modello morfologico per il periodo 2018-2038 sono illustrate nelle figure a seguire, che rappresentano la distribuzione degli accumuli di sedimento previsti al 2038 in termini di spessore, (m) e di massa (g/m^2), sia in assenza che in presenza dell'opera di conterminazione nel Canale di Calma.

L'analisi quantitativa dei volumi complessivamente sedimentati nell'area di interesse nel periodo di simulazione sarà affrontata nel capitolo 7, obiettivo della presente analisi è piuttosto il confronto qualitativo dei risultati in termini di differente distribuzione del materiale sedimentato in presenza e assenza dell'opera e la ricerca delle cause dell'instaurarsi di tali differenze.

Come si può osservare dall'analisi della distribuzione degli accumuli di sedimento previsti al 2038 in termini di spessore (in metri) in assenza dell'opera (Figura 45), in analogia con quanto già avvenuto nel periodo di taratura (2001-2011) la maggiore sedimentazione del materiale proveniente dal Polcevera si ritrova in sponda sinistra a valle della vasca di sedimentazione. Qui gli accumuli previsti risultano localmente superiori ai 9 metri in 20 anni. Gli accumuli di sedimento, ancora superiori ai 5 metri in corrispondenza dello spigolo della nuova lunga banchina Ronco-Canepa, si riducono progressivamente procedendo verso valle, deviando significativamente verso est in direzione del Canale di Calma. All'interno di quest'ultimo non si osserva sedimentazione significativa se non nel tratto iniziale, dove localmente si osservano accumuli superiori a 0,5 metri in 20 anni.

E' interessante notare che la sponda destra (orografica) a valle della vasca di sedimentazione (in corrispondenza della banchina ILVA) risulta pressoché totalmente libera dagli accumuli di sedimento; tale risultato è in linea con quanto osservato dall'analisi dei rilievi batimetrici recenti a disposizione.

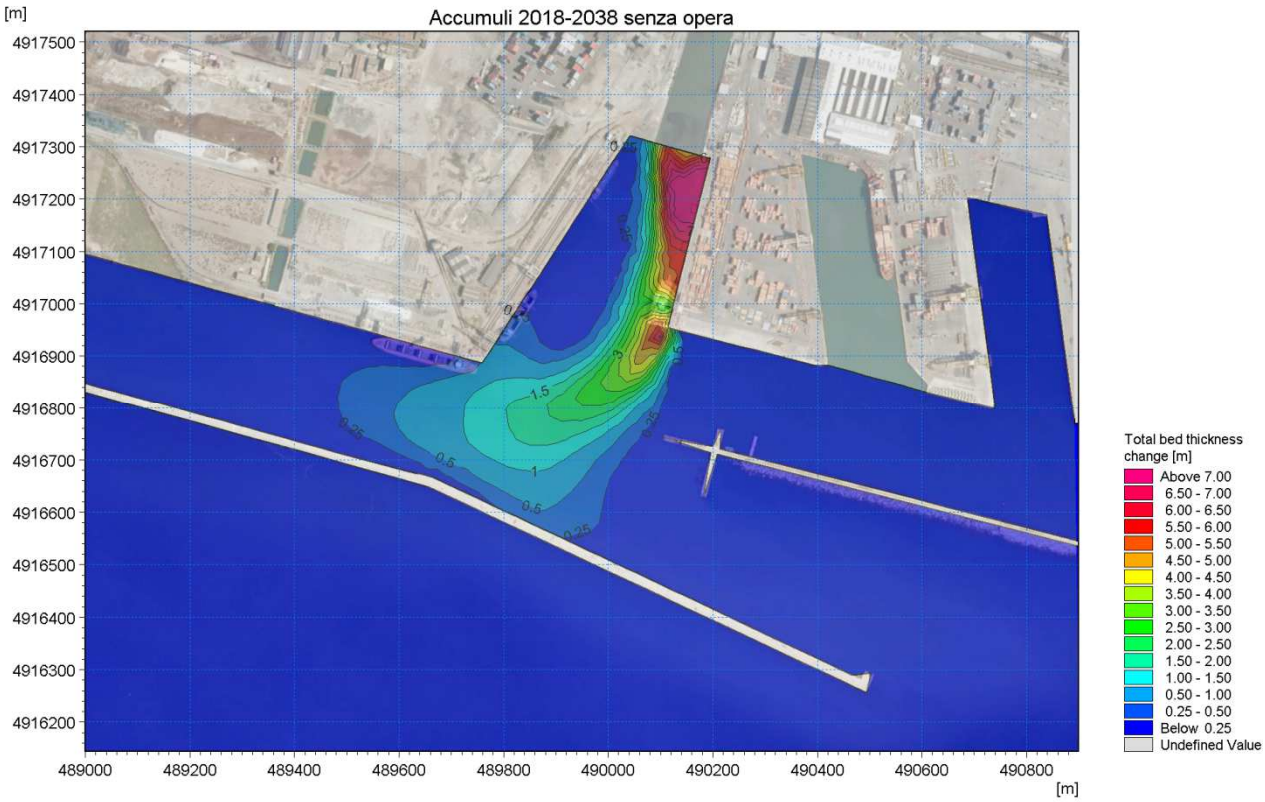


Figura 45 - Distribuzione degli accumuli di sedimento previsti al 2038 in termini di spessore (m) in assenza dell'opera di conterminazione nel Canale di Calma.

In presenza dell'opera (Figura 46) la distribuzione degli accumuli di sedimento alla fine dei 20 anni di simulazione presenta alcune differenze significative rispetto alla distribuzione degli accumuli in assenza dell'opera:

- i maggiori accumuli di sedimento appaiono più concentrati nella zona immediatamente a valle della vasca di sedimentazione (anche in questo caso con valori che localmente superano i 9 metri in 20 anni): in corrispondenza dello spigolo della nuova banchina Ronco-Canepa gli accumuli di sedimento non superano i 3 metri circa;
- l'andamento della "lingua" di materiale sedimentato proveniente dal Polcevera non appare per nulla deviato verso la direzione del Canale di Calma, come invece è osservabile analizzando i risultati in assenza dell'opera di conterminazione;
- all'interno del Canale di Calma non si osserva sedimentazione significativa, neanche nel tratto iniziale, mentre appare lievemente più soggetta ad accumulo la parte di bacino portuale che si protende verso l'imboccatura di Sampierdarena.

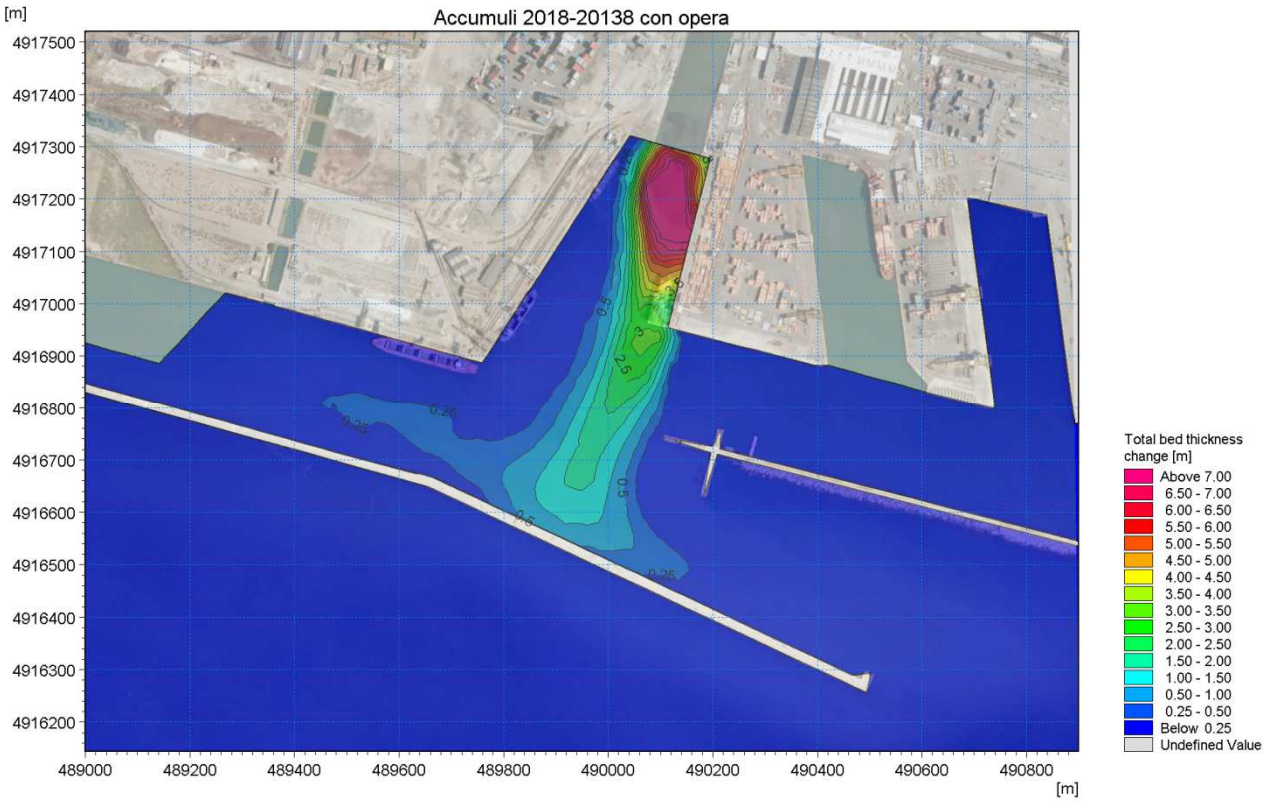


Figura 46 - Distribuzione degli accumuli di sedimento previsti al 2038 in termini di spessore (m) in presenza dell'opera di conterminazione nel Canale di Calma.

Al fine di comprendere le cause del differente comportamento nella distribuzione degli accumuli di sedimento in assenza e presenza dell'opera di conterminazione, è opportuno analizzare la distribuzione della massa di sedimento accumulata in tutto il dominio di calcolo (Figura 47 e Figura 48): sebbene la quantità di sedimento accumulata al di fuori dell'area posta in prossimità della foce del Polcevera sia del tutto trascurabile ai fini della diminuzione delle profondità del fondale (in ogni caso si tratta di variazioni inferiori a 0,25 m in 20 anni), è interessante notare che nella configurazione in assenza dell'opera di conterminazione (Figura 47) una maggiore massa di sedimento si accumula nel Canale di Calma e oltre, in direzione della diga del Porto di Voltri, mentre in presenza dell'opera una maggiore massa di sedimento sembra accumularsi oltre l'imboccatura portuale di Sampierdarena (Figura 48).

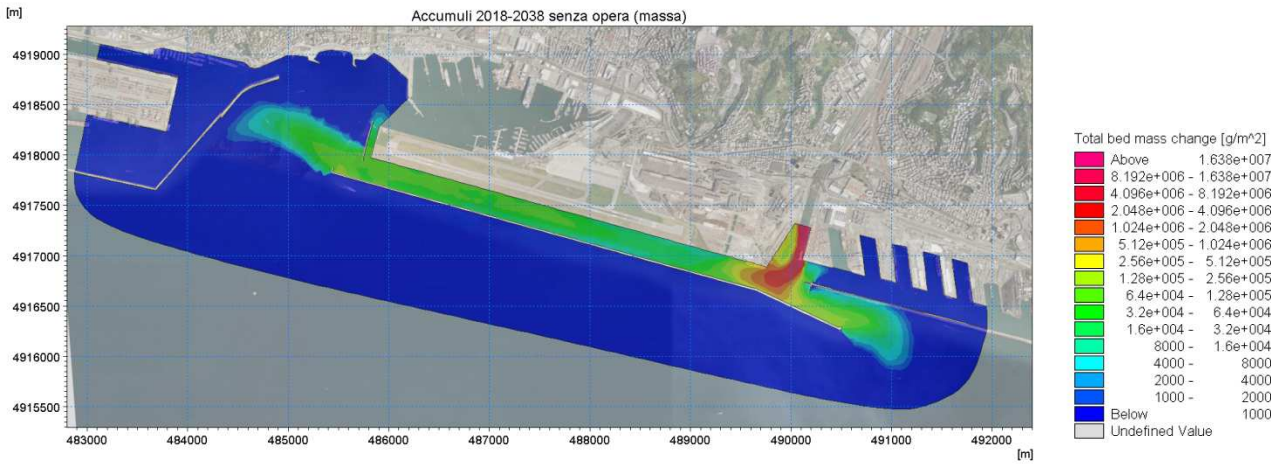


Figura 47 - Distribuzione degli accumuli di sedimento previsti al 2038 in termini di massa (g/m^2) in assenza dell'opera di conterminazione nel Canale di Calma.

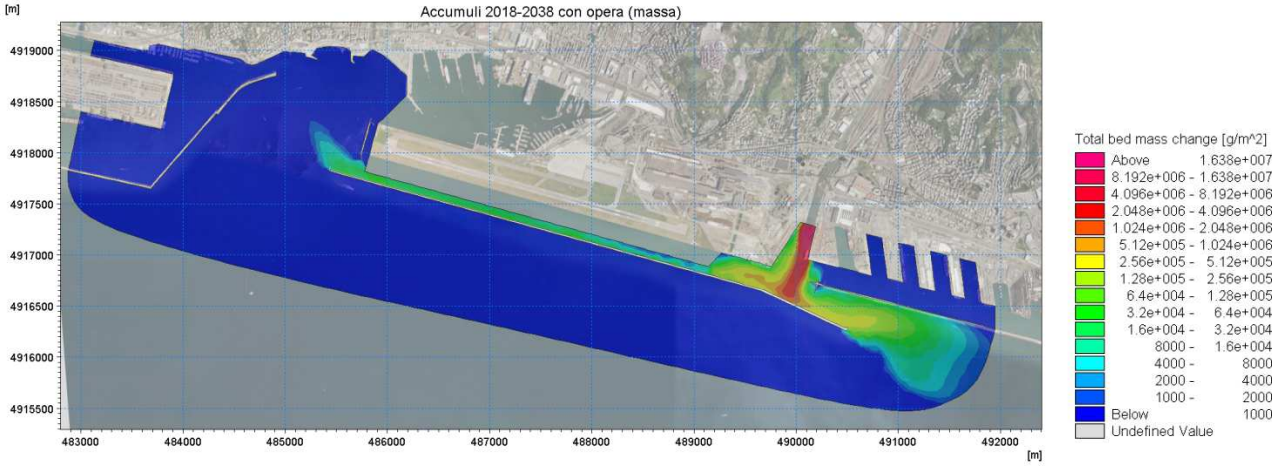


Figura 48 - Distribuzione degli accumuli di sedimento previsti al 2038 in termini di massa (g/m^2) in presenza dell'opera di conterminazione nel Canale di Calma.

Tale differente percorso del sedimento immesso nel bacino portuale dal Polcevera è da ricercarsi nell'impatto che la presenza dell'opera di conterminazione determina sulla distribuzione dei flussi idrici in uscita dal bacino portuale ed in particolare sulla ripartizione di questi ultimi tra il Canale di Calma e l'imboccatura portuale di Sampierdarena.

L'analisi della Figura 49 e della Figura 50, che illustrano rispettivamente il confronto tra la serie temporale delle portate liquide che attraversano il Canale di Calma in corrispondenza del limite ovest e l'imboccatura di Sampierdarena in assenza e presenza dell'opera di conterminazione, mette bene in evidenza l'effetto idraulico della realizzazione dell'opera: se il Canale di Calma, nelle dimensioni attuali, costituisce la via di uscita preferenziale della circolazione portuale (5.4.4), nelle condizioni di progetto, caratterizzate da una sezione idraulica ridotta a 75 m è l'imboccatura portuale di Sampierdarena a costituire la via di uscita preferenziale della circolazione portuale.

Si precisa che tali considerazioni sono naturalmente da ritenersi valide nelle condizioni considerate significative ai fini degli obiettivi del presente studio, caratterizzate da intervalli temporali in cui il Polcevera presenta portate superiori a 25 m^3/s, condizione che si verifica solamente per il 2,35% del tempo.

Il valore medio delle portate uscenti dal Canale di Calma nel periodo simulato è pari a circa **45 m^3/s**, (in assenza di opera il valore era pari a circa **125 m^3/s**), contro un valore medio delle portate uscenti dall'imboccatura di Sampierdarena pari a circa **90 m^3/s** (in assenza di opera il valore era pari a circa **10 m^3/s**).

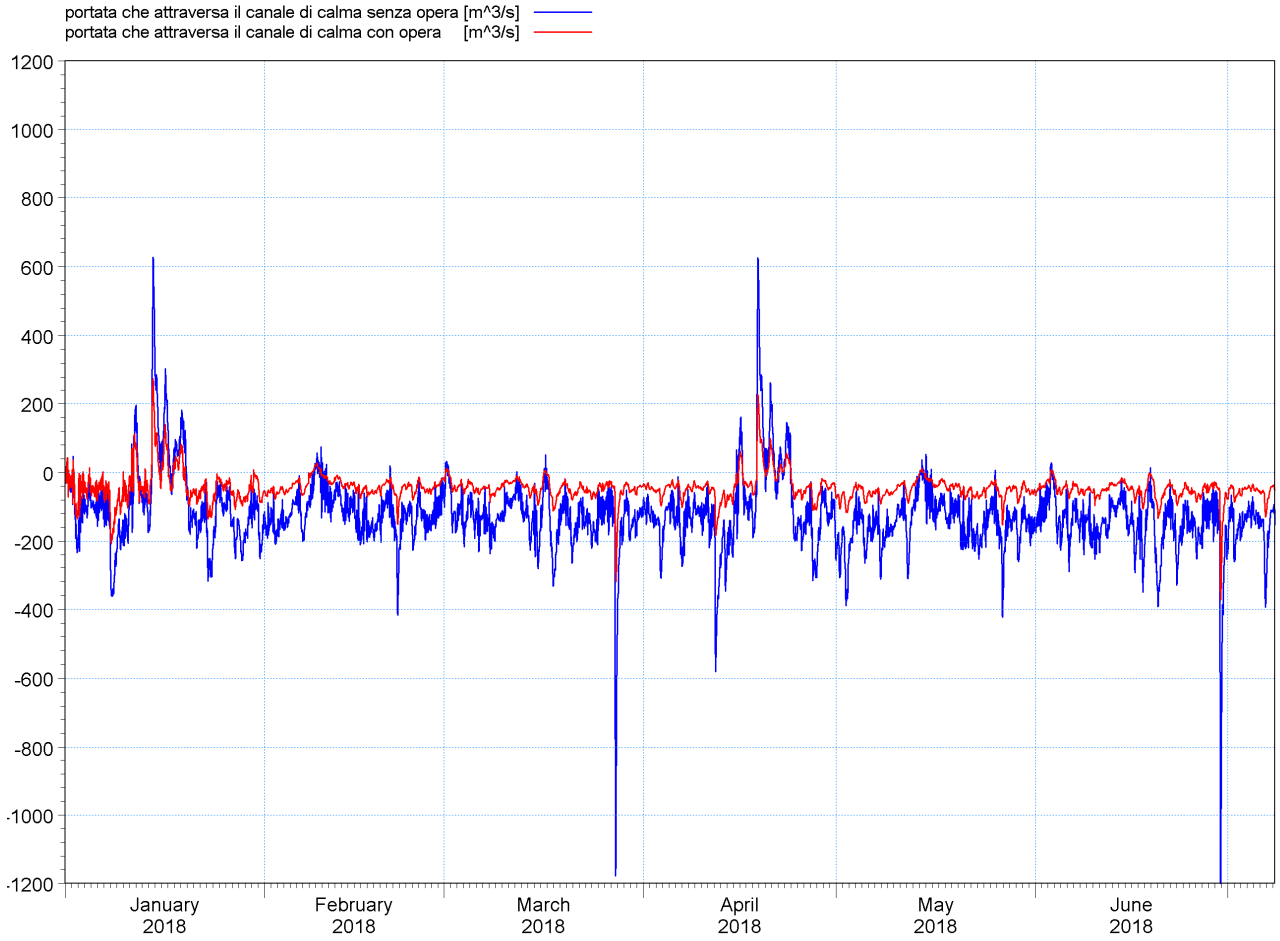


Figura 49 - Confronto tra la serie temporale delle portate che attraversano il Canale di Calma in corrispondenza del limite ovest in assenza e presenza dell'opera di conterminazione (rispettivamente tratto blu e tratto rosso). I valori di portata negativi corrispondono ad una portata uscente dal bacino portuale.

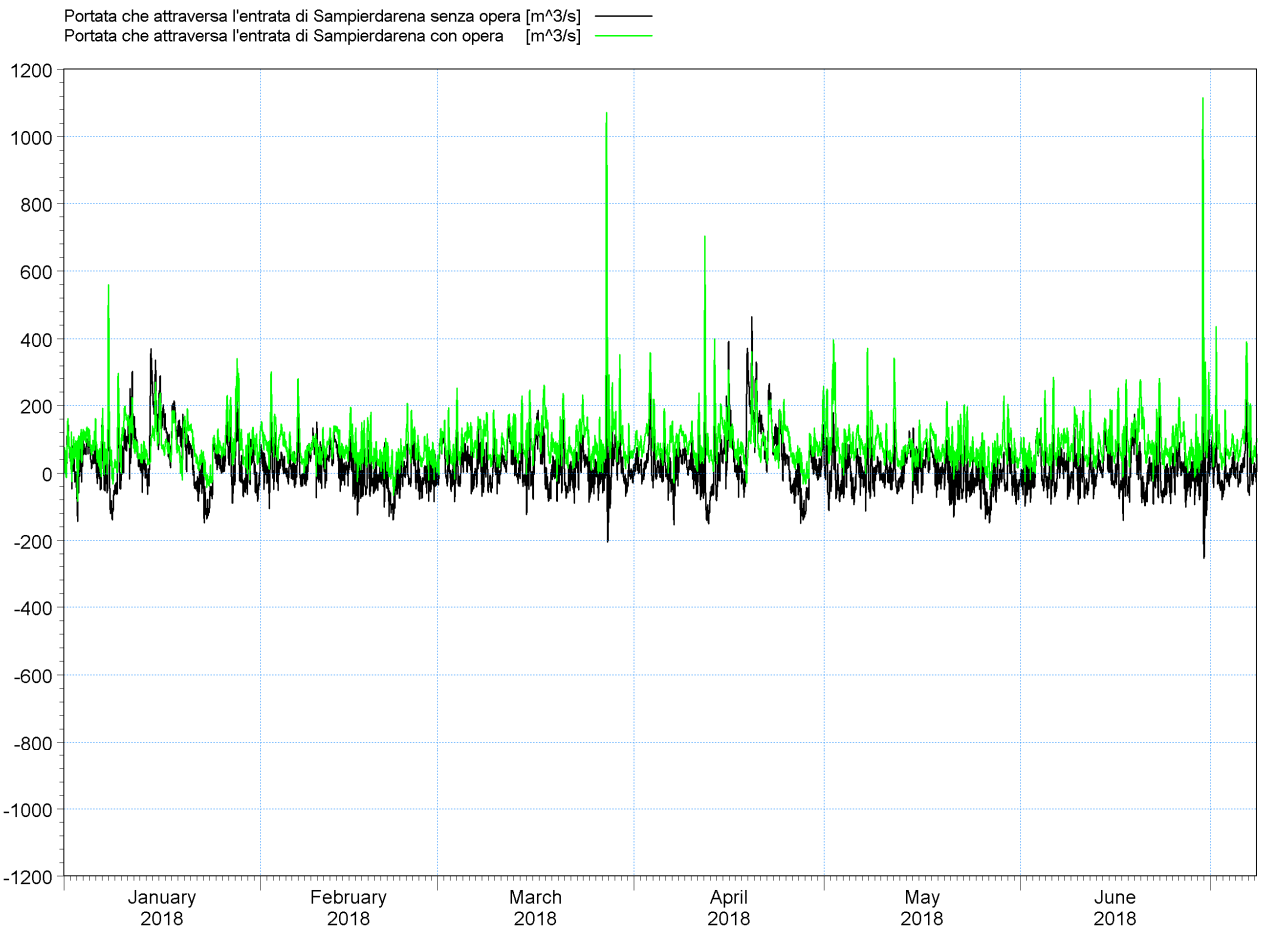


Figura 50 - Confronto tra la serie temporale delle portate che attraversano l'imboccatura di Sampierdarena in assenza e presenza dell'opera di conterminazione (rispettivamente tratto nero e tratto verde). Questa volta sono i valori di portata positivi che corrispondono ad una portata uscente dal bacino portuale.

6.2 Predisposizione del modello morfologico 2D – simulazione evento con tempo di ritorno 20 anni

Al fine di considerare la probabilità che nel periodo di 20 anni preso in considerazione possa verificarsi un evento di piena estremo del torrente Polcevera (tempo di ritorno prossimo ai 20 anni) è stato previsto uno scenario specifico per simulare gli effetti di un tale evento estremo.

È stato pertanto inizialmente costruito un idrogramma di piena sintetico del torrente Polcevera alla foce, corrispondente ad un tempo di ritorno 20 anni, incrementando proporzionalmente l'idrogramma calcolato con il modello idrologico per l'evento del 4/10/2010 (portata al colmo pari a 904 m^3/s) imponendo un valore al colmo pari a 1125 m^3/s (TR=20 anni). Complessivamente, la durata dell'idrogramma di piena simulato è pari a 20 ore.

Successivamente all'idrogramma di portata liquida (vedi Figura 51) è stata applicata la relazione Q-Qs precedentemente definita per lo scenario di durata 20 anni, ottenendo un volume di sedimenti scaricato a mare sull'intero evento pari a **29317** m^3.

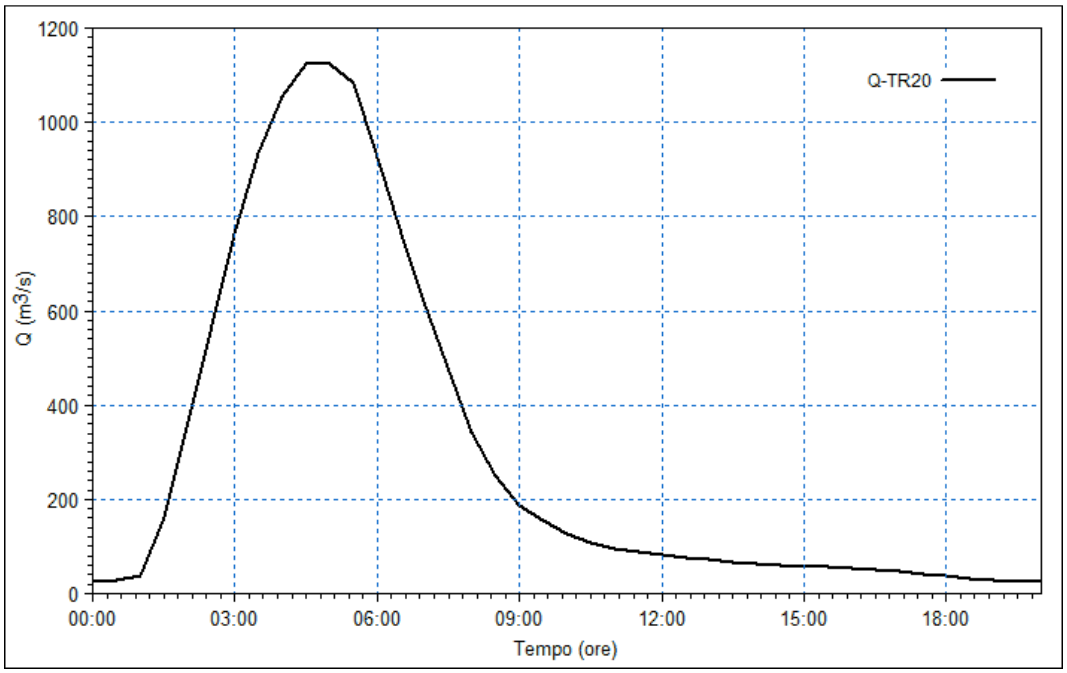


Figura 51 – Idrogramma di piena sintetico con tempo di ritorno 20 anni del torrente Polcevera alla foce.

Nel seguito sono riportati i risultati del modello morfologico 2D per l'evento con tempo di ritorno pari a 20 anni.

6.2.1 Risultati della simulazione evento con tempo di ritorno 20 anni

I risultati delle simulazioni del modello morfologico per un evento di piena del Polcevera caratterizzato da un tempo di ritorno TR=20 anni sono illustrate nelle figure a seguire, che rappresentano la distribuzione degli accumuli di sedimento previsti a fine evento in termini di spessore (m) e di massa (g/m^2), sia in assenza che in presenza dell'opera di conterminazione nel Canale di Calma.

Anche in questo caso l'analisi quantitativa dei volumi complessivamente sedimentati nell'area di interesse a seguito dell'evento sarà affrontata nel capitolo 7, obiettivo della presente analisi è piuttosto il confronto qualitativo dei risultati in termini di differente distribuzione del materiale sedimentato in presenza e assenza dell'opera.

Come si può osservare dall'analisi della distribuzione degli accumuli di sedimento previsti a fine evento in termini di spessore (in metri) in assenza dell'opera (Figura 52), la maggiore sedimentazione del materiale proveniente dal Polcevera si ritrova in sponda sinistra a valle della vasca di sedimentazione. Qui gli accumuli previsti risultano localmente superiori a 0,25 m. Aree significative di accumulo si possono riscontrare nel tratto iniziale del Canale di Calma ed in adiacenza alla diga aeroportuale, circa 200 m a est del punto in cui si modifica l'inclinazione della diga stessa (valori localmente pari a 0,15 m).

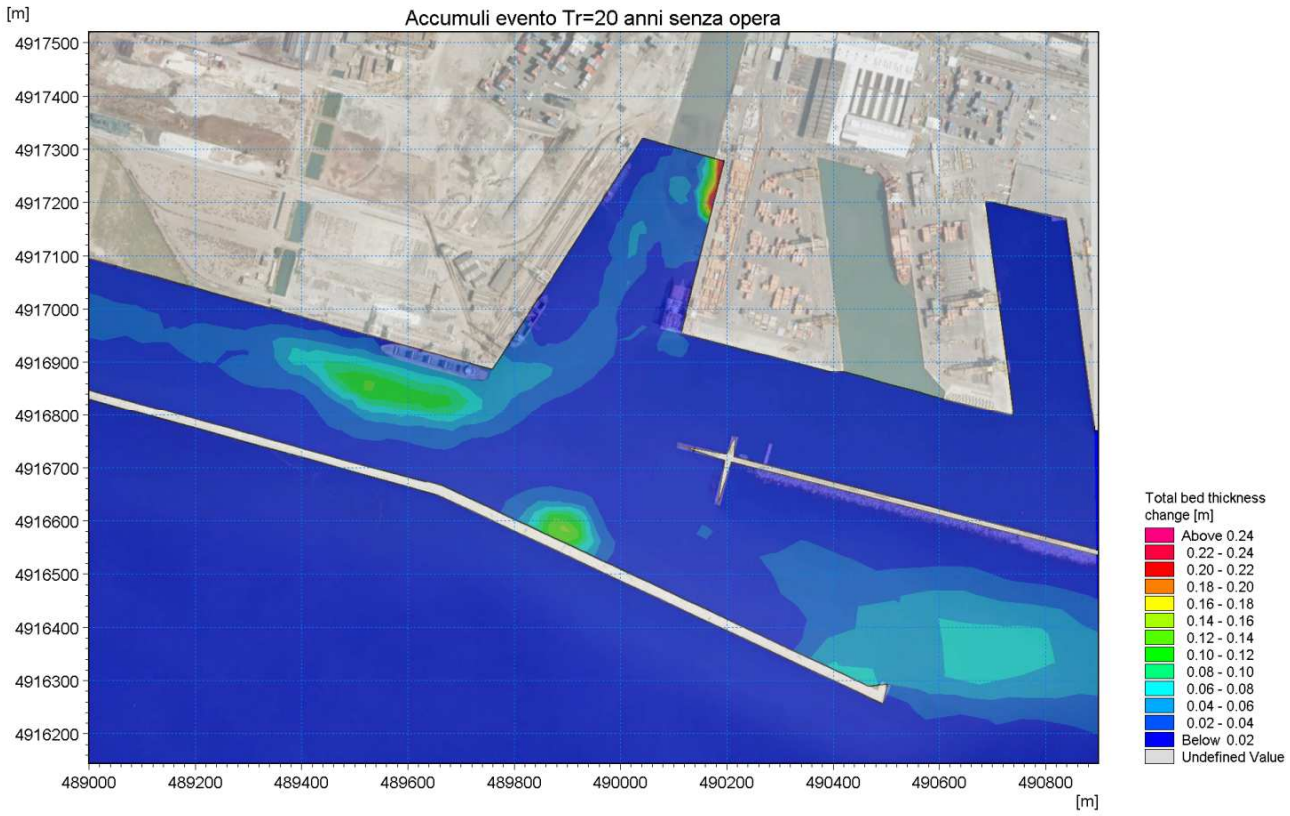


Figura 52 - Distribuzione degli accumuli di sedimento previsti a seguito di un evento di piena del Polcevera con TR=20 anni in termini di spessore (m) in assenza dell'opera di conterminazione nel Canale di Calma.

In presenza dell'opera (Figura 53) si può osservare una minore sedimentazione nell'area di imbocco del Canale di Calma (valori che non superano i 0,10 m), mentre gli accumuli appaiono più significativi in prossimità della diga aeroportuale (localmente superiori a 0,20 m) e al largo dell'imboccatura di Sampierdarena (accumuli dell'ordine di 0,10 m).

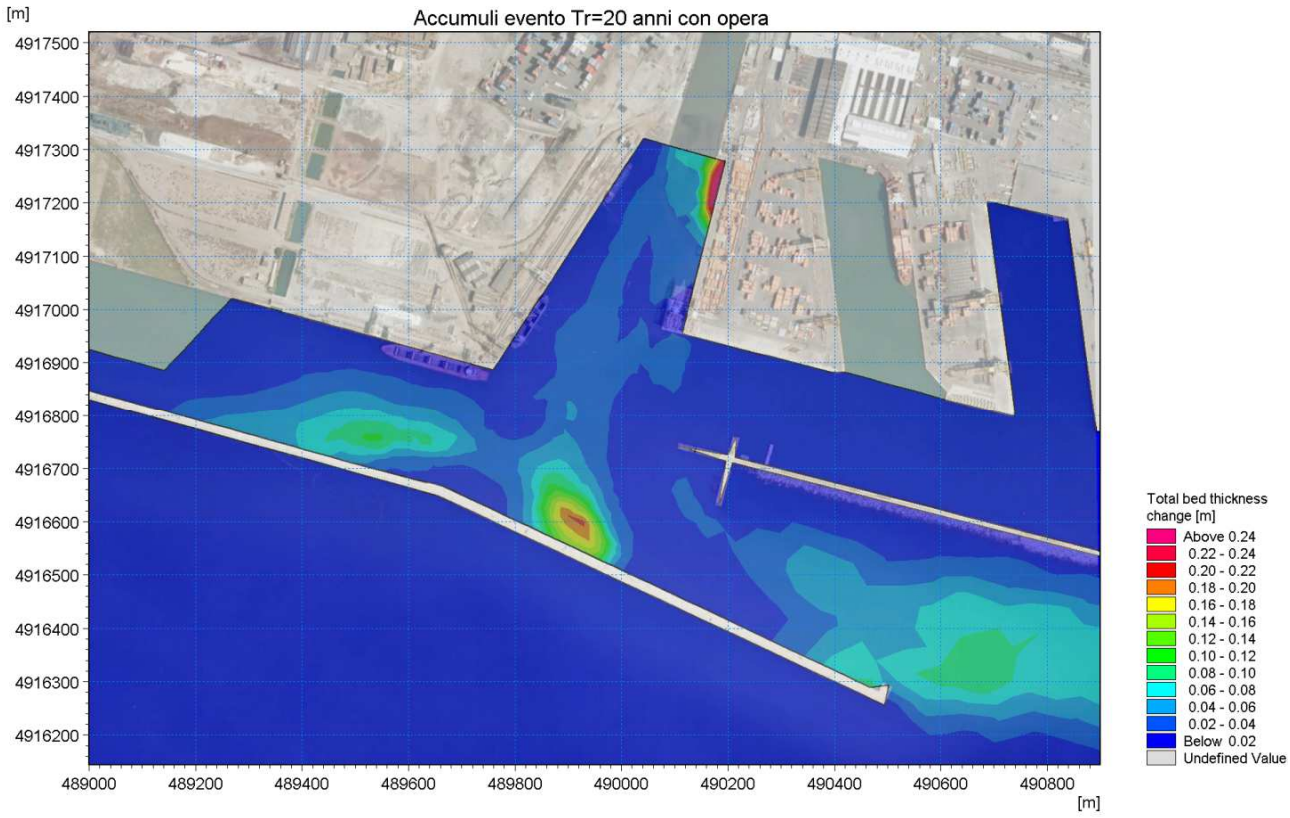


Figura 53 - Distribuzione degli accumuli di sedimento previsti a seguito di un evento di piena del Polcevera con TR=20 anni in termini di spessore (m) in presenza dell'opera di conterminazione nel Canale di Calma.

Anche in questo caso al fine di comprendere le cause del differente comportamento nella distribuzione degli accumuli di sedimento in assenza e presenza dell'opera di conterminazione, è opportuno analizzare la distribuzione della massa di sedimento accumulata in tutto il dominio di calcolo (Figura 54 e Figura 55): ancora una volta nella configurazione in assenza dell'opera di conterminazione si osserva che una maggiore massa di sedimento si accumula nel Canale di Calma e oltre, in direzione della diga del Porto di Voltri, mentre in presenza dell'opera una maggiore massa di sedimento sembra accumularsi oltre l'imboccatura portuale di Sampierdarena.

Anche in questo caso tale differente percorso del sedimento immesso nel bacino portuale dal Polcevera è da ricercarsi nell'impatto che la presenza dell'opera di conterminazione determina sulla distribuzione dei flussi idrici in uscita dal bacino portuale ed in particolare sulla ripartizione di questi ultimi tra il Canale di Calma e l'imboccatura portuale di Sampierdarena: mediamente, il valore medio delle portate uscenti dal Canale di Calma nel corso dell'evento estremo è pari a circa **135 m^3/s** in presenza dell'opera (in assenza di opera il valore è pari a circa **400 m^3/s**), contro un valore medio delle portate uscenti dall'imboccatura di Sampierdarena nel corso dell'evento pari a circa **315 m^3/s** in presenza dell'opera (in assenza di opera il valore è pari a circa **110 m^3/s**).

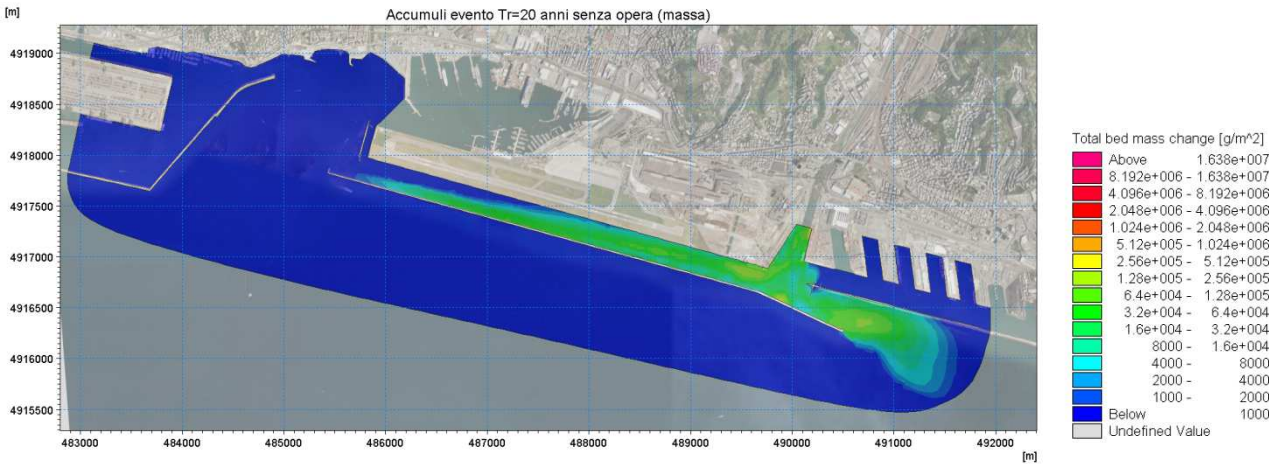


Figura 54 - Distribuzione degli accumuli di sedimento previsti a seguito di un evento di piena del Polcevera con TR=20 anni in termini di massa (g/m^2) in assenza dell'opera di conterminazione nel Canale di Calma.

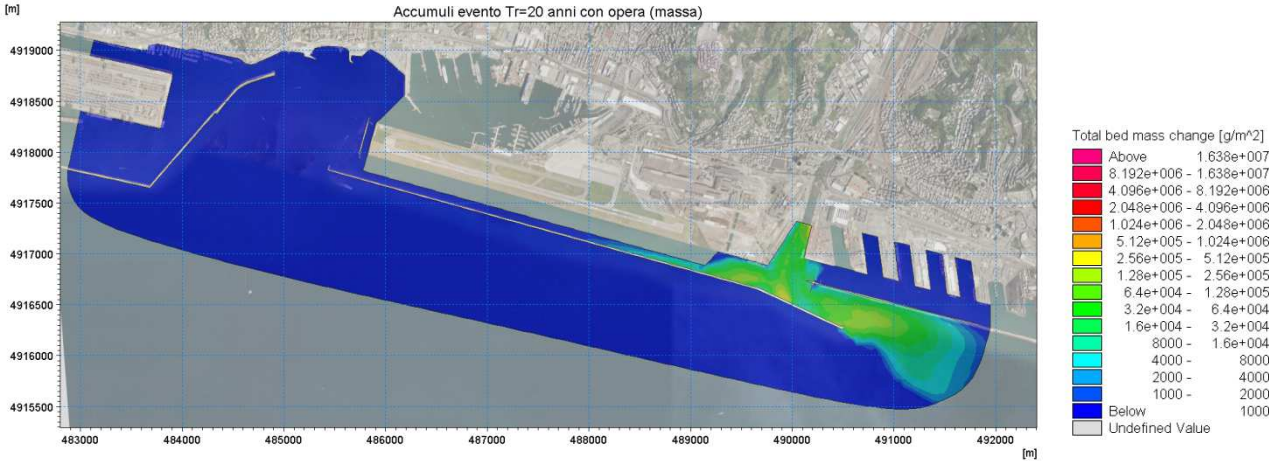


Figura 55 - Distribuzione degli accumuli di sedimento previsti a seguito di un evento di piena del Polcevera con TR=20 anni in termini di massa (g/m^2) in presenza dell'opera di conterminazione nel Canale di Calma.

7. ANALISI DEI VOLUMI SEDIMENTATI E INDIVIDUAZIONE DI UN OPPORTUNO PIANO DI DRAGAGGIO

Al fine di quantificare le variazioni di volume di materiale sedimentato nei 20 anni presi a riferimento per la simulazione (2018-2038) e nel corso dell'evento estremo, è indispensabile una definizione condivisa tra le parti del volume di controllo su cui effettuare l'analisi volumetrica.

Il volume di controllo di riferimento per l'analisi quantitativa dei risultati è stato definito dai tecnici dell'Autorità Portuale di Genova nel corso della riunione tenutasi il 1 Agosto 2013 presso la sede dell'Autorità Portuale di Palazzo San Giorgio a Genova ed è riportato in Figura 56.

Come si può osservare, tale volume di controllo risulta tutto interno all'area portuale (ovvero l'unica area nella quale una maggiore sedimentazione indotta dalla presenza dell'opera di conterminazione nel Canale di Calma comporterebbe oneri aggiuntivi di dragaggio a carico dell'Autorità Portuale) e risulta delimitato dallo spigolo della nuova banchina Ronco-Canepa, dall'imboccatura portuale di Sampierdarena, dal limite est della futura opera di conterminazione nel Canale di Calma e, per quanto riguarda la foce del Polcevera, dal limite di valle della vasca di sedimentazione.



Figura 56 - Delimitazione del volume di controllo per il calcolo della quantità di materiale sedimentato nei 20 anni 2018-2038 in assenza e presenza dell'opera di conterminazione.

La Tabella 16 riporta la quantificazione del materiale sedimentato all'interno del volume di controllo in presenza e assenza dell'opera di conterminazione per gli step evolutivi previsti. I volumi sono stati calcolati direttamente dal modello MIKE 21 MT FM attraverso una specifica opzione che permette di effettuare bilanci di massa sul dominio di calcolo completo o in sottodomini selezionati dall'utente.

Intervallo temporale	Volume sedimentato in presenza di opera (m^3)	Volume sedimentato in assenza di opera (m^3)	Differenza (m^3)	Differenza media annua sui 20 anni (m^3)
Anno 1	24230	24918	-688	262
Anno 2	15322	15279	43	
Anno 3	24889	25007	-118	
Anno 4	19380	19431	-51	
Anni 5-20	290216	284171	6045	
Intero periodo 2018-2038	374036	368806	5230	

Tabella 16 - Quantificazione del materiale sedimentato all'interno del volume di controllo in presenza e assenza dell'opera di conterminazione per gli step evolutivi previsti.

L'analisi dei volumi sedimentati riportati nella Tabella 16 fornisce lo spunto per alcune importanti considerazioni:

- complessivamente, nell'arco dei 20 anni la presenza dell'opera di conterminazione nel Canale di Calma, a fronte di un apporto solido dal Polcevera ipotizzato complessivamente pari a 405000 m^3 (20250 m^3 x 20 anni) determina una maggiore sedimentazione all'interno del volume di controllo pari a 5230 m^3 (incremento pari a circa l'1,3% del volume totale di materiale immesso dal Polcevera nel bacino portuale e sedimentato);
- l'andamento nel tempo della differenza di volume sedimentato nel volume di controllo in presenza ed in assenza dell'opera si presenta assai irregolare nei primi anni di realizzazione progressiva dell'opera. Si ritiene che tale andamento irregolare (al termine del primo anno l'opera sembrerebbe addirittura comportare una riduzione del volume sedimentato all'interno del volume di controllo) sia da associare all'importanza fondamentale che, più che il differente step evolutivo di realizzazione dell'opera, riveste il differente regime idrologico considerato per il torrente Polcevera da un anno all'altro e il differente regime meteomarino (vento e marea). Anni caratterizzati da eventi di piena significativi comportano risultati assai differenti rispetto ad anni caratterizzati da portate liquide (e solide) mediamente più elevate ma senza eventi particolarmente significativi, anche a parità di apporto complessivo annuo. Stante l'arbitrarietà nella scelta della successione degli anni simulati e dei relativi regimi idrologici e meteomarini, è senz'altro da suggerire di fare riferimento, nell'analisi dei volumi sedimentati, all'intero periodo ventennale, senza focalizzarsi sull'analisi dei risultati annuali per i primi step evolutivi della realizzazione dell'opera.

La Tabella 17 riporta la quantificazione del materiale sedimentato all'interno del volume di controllo in presenza e assenza dell'opera di conterminazione nel corso dell'evento di piena del Polcevera caratterizzato da tempo di ritorno TR=20 anni. Anche in questo caso i volumi sono stati calcolati direttamente dal modello MIKE 21 MT FM.

E' interessante osservare che l'incremento di materiale sedimentato all'interno del volume di controllo determinato dalla presenza dell'opera di conterminazione nel corso di un evento estremo è pari ad una frazione significativa (oltre il 40%) dell'incremento complessivo stimato nel periodo 2018-2038, che, come visto in precedenza, non tiene conto di eventi estremi ma replica il regime idrologico verificatosi negli anni 2001-2011.

Intervallo temporale	Volume sedimentato in presenza di opera (m^3)	Volume sedimentato in assenza di opera (m^3)	Differenza (m^3)
Evento di piena TR=20 anni	11951	9687	2264

Tabella 17 - Quantificazione del materiale sedimentato all'interno del volume di controllo in presenza e assenza dell'opera di conterminazione nel corso dell'evento di piena del Polcevera con TR=20 anni.

Se consideriamo che, sulla base delle teorie base di statistica, la probabilità che l'evento caratterizzato da un tempo di ritorno TR20 si verifichi almeno una volta durante il periodo di riferimento (20 anni) risulta pari al 64%, nell'individuare l'incremento di volume sedimentato all'interno del volume di controllo complessivamente indotto dalla presenza dell'opera di conterminazione nel Canale di Calma nel periodo di riferimento (2018-2038) si ritiene pertanto cautelativo aggiungere al dato riportato in Tabella 16 (5230 m^3 in 20 anni) l'incremento di volume sedimentato in concomitanza di un evento di piena ventennale (2264 m^3, Tabella 17).

Il maggiore onere di dragaggio in capo all'Autorità Portuale di Genova determinato dalla presenza dell'opera risulterebbe pertanto pari, complessivamente per il periodo 2018-2038, a **circa 7500 m^3**.

Nel corso di un ulteriore incontro tra SPEA, Autorità Portuale e DHI Italia tenutosi il 4 Ottobre 2013 presso la sede dell'Autorità Portuale di Palazzo San Giorgio a Genova, è stata formalizzata da parte dei tecnici dell'Autorità Portuale la richiesta di quantificare il materiale sedimentato in presenza e assenza dell'opera di conterminazione in un volume di controllo lievemente più esteso rispetto a quello inizialmente concordato.

L'estensione del nuovo volume di controllo, che rispetto a quello precedentemente concordato copre un tratto di mare esterno all'imboccatura portuale di Sampierdarena, fino a una distanza dalla stessa pari approssimativamente alla metà della distanza tra imboccatura e testata della diga foranea, è illustrata in Figura 57.

In Tabella 18 è riportata la quantificazione del materiale sedimentato all'interno del volume di controllo "esteso" in presenza e assenza dell'opera di conterminazione. I dati riportati in tabella fanno riferimento sia ai volumi sedimentati nell'intero periodo 2018-2038, sia nel corso dell'evento di piena del Polcevera caratterizzato da tempo di ritorno TR=20 anni.

Intervallo temporale	Volume sedimentato in presenza di opera (m^3)	Volume sedimentato in assenza di opera (m^3)	Differenza (m^3)
Intero periodo 2018-2038	379067	371358	7709
Evento di piena TR=20 anni	12840	10250	2590

Tabella 18 - Quantificazione del materiale sedimentato all'interno del volume di controllo "esteso" in presenza e assenza dell'opera di conterminazione

Fatte salve le medesime considerazioni riportate in precedenza, che mantengono la loro validità, il maggiore onere di dragaggio nel volume di controllo "esteso" in capo all'Autorità Portuale di Genova e determinato dalla presenza dell'opera risulterebbe pertanto pari, complessivamente per il periodo 2018-2038, a **circa 10300 m^3**.



Figura 57 - Delimitazione del volume di controllo per il calcolo della quantità di materiale sedimentato nei 20 anni 2018-2038 in assenza e presenza dell'opera di conterminazione – nuova estensione a seguito della richiesta di Autorità Portuale di Genova del 04.10.2013. La linea tratteggiata indica il limite del volume di controllo nella sua estensione prevista inizialmente.

8. CONCLUSIONI

La motivazione dello studio risiede nel contenuto dell'Accordo di Programma, attualmente in fase di perfezionamento, che dovrà regolare, tra le altre cose, i maggiori oneri gravanti sui soggetti istituzionali e privati derivanti dalla realizzazione, nell'attuale Canale di Calma del Porto di Genova, di una colmata in affiancamento all'esistente rilevato aeroportuale, nell'ambito delle opere previste nel "progetto di adeguamento del nodo stradale e autostradale di Genova".

Tali maggiori oneri fanno riferimento all'eventualità che, al fine di mantenere i fondali del porto di Genova alla quota stabilita, sia necessario prevedere operazioni di dragaggio con maggiore frequenza (o per maggiori quantità) rispetto alle condizioni attuali, senza la presenza della colmata nel Canale di Calma.

L'obiettivo del presente studio è pertanto quello di valutare le variazioni della dinamica litoranea conseguentemente alla realizzazione dell'Opera a Mare e in particolare di quantificare l'incremento di volumi di sedimenti depositati nell'area di studio nel periodo di circa 20 anni che intercorre tra l'inizio della costruzione della conterminazione lato sud-est (indicativamente 2018) e la scadenza della concessione Autostrade (2038), rispetto ai volumi che si depositerebbero sempre nello stesso arco temporale ma in assenza dell'opera.

L'approccio metodologico adottato per il conseguimento degli obiettivi dello studio ha previsto l'impiego ottimale di tutti i dati e informazioni disponibili, a seguito di un'accurata analisi critica degli stessi, all'interno di una serie di sofisticati modelli numerici di simulazione messi a punto, tarati ed applicati sull'area in esame.

Una prima fase dello studio, volta alla calibrazione dei modelli, è stata finalizzata a ricostruire i processi di sedimentazione occorsi nell'area in esame negli ultimi 15 anni circa, in funzione della disponibilità dei dati batimetrici storici condotti nell'area nei diversi anni e le informazioni sui dragaggi compiuti nello stesso periodo, incluse le modalità di gestione della vasca di sedimentazione posta alla foce del torrente Polcevera. Tali dati sono stati integrati con una ricostruzione delle portate liquide e solide del Polcevera, così come dei dati storici di vento, onda e livello del mare.

La prima fase di studio ha consentito quindi di ricostruire il bilancio del materiale solido depositato ed asportato dall'area di interesse, che ha costituito la base di partenza per la successiva analisi relativa alla previsione comparativa di evoluzione morfologica dell'area in assenza ed in presenza dell'opera a mare.

La prima fase di studio si è conclusa con la taratura del modello morfologico 2D, che ha permesso di simulare con buona approssimazione le dinamiche di sedimentazione pregresse in corrispondenza della foce del Polcevera e delle aree portuali adiacenti.

In seguito alla taratura del modello è stato possibile impiegare il medesimo strumento "in modalità previsionale", ovvero simulare la previsione di variazione morfologica del fondale per l'intero periodo richiesto nel disciplinare di gara (2018-2038) in assenza ed in presenza dell'Opera a Mare nel Canale di Calma.

Le simulazioni effettuate hanno permesso di evidenziare le principali differenze indotte dalla presenza dell'opera di conterminazione sul regime di sedimentazione. A seguito dell'analisi dei risultati, è possibile affermare che le differenze nella distribuzione spaziale del materiale sedimentato nelle due configurazioni siano da ricondursi all'impatto che la presenza dell'opera di conterminazione determina sulla distribuzione dei flussi idrici in uscita dal bacino portuale ed in particolare sulla ripartizione di questi ultimi tra il Canale di Calma

e l'imboccatura portuale di Sampierdarena: se il Canale di Calma, nelle dimensioni attuali, costituisce la via di uscita preferenziale della circolazione portuale, nelle condizioni di progetto, caratterizzate da una sezione idraulica ridotta a 75 m è l'imboccatura portuale di Sampierdarena a costituire la via di uscita preferenziale della circolazione portuale.

Complessivamente, nell'arco dei 20 anni, la presenza dell'opera di conterminazione nel Canale di Calma determina una maggiore sedimentazione all'interno del volume di controllo (definito dai tecnici dell'Autorità Portuale) pari a 5230 m^3 (corrispondente a circa l'1,3% del volume totale di materiale immesso dal Polcevera nel bacino portuale e sedimentato nei 20 anni di riferimento 2018-2038).

Al fine di considerare la probabilità che nel periodo di 20 anni preso in considerazione possa verificarsi un evento di piena estremo del torrente Polcevera (tempo di ritorno prossimo ai 20 anni) è stato ulteriormente previsto uno scenario specifico per simulare gli effetti di un tale evento estremo.

E' interessante osservare che l'incremento di materiale sedimentato all'interno del volume di controllo in presenza dell'opera di conterminazione nel corso di un evento estremo è pari ad una frazione significativa (oltre il 40%) dell'incremento complessivo stimato nel periodo 2018-2038.

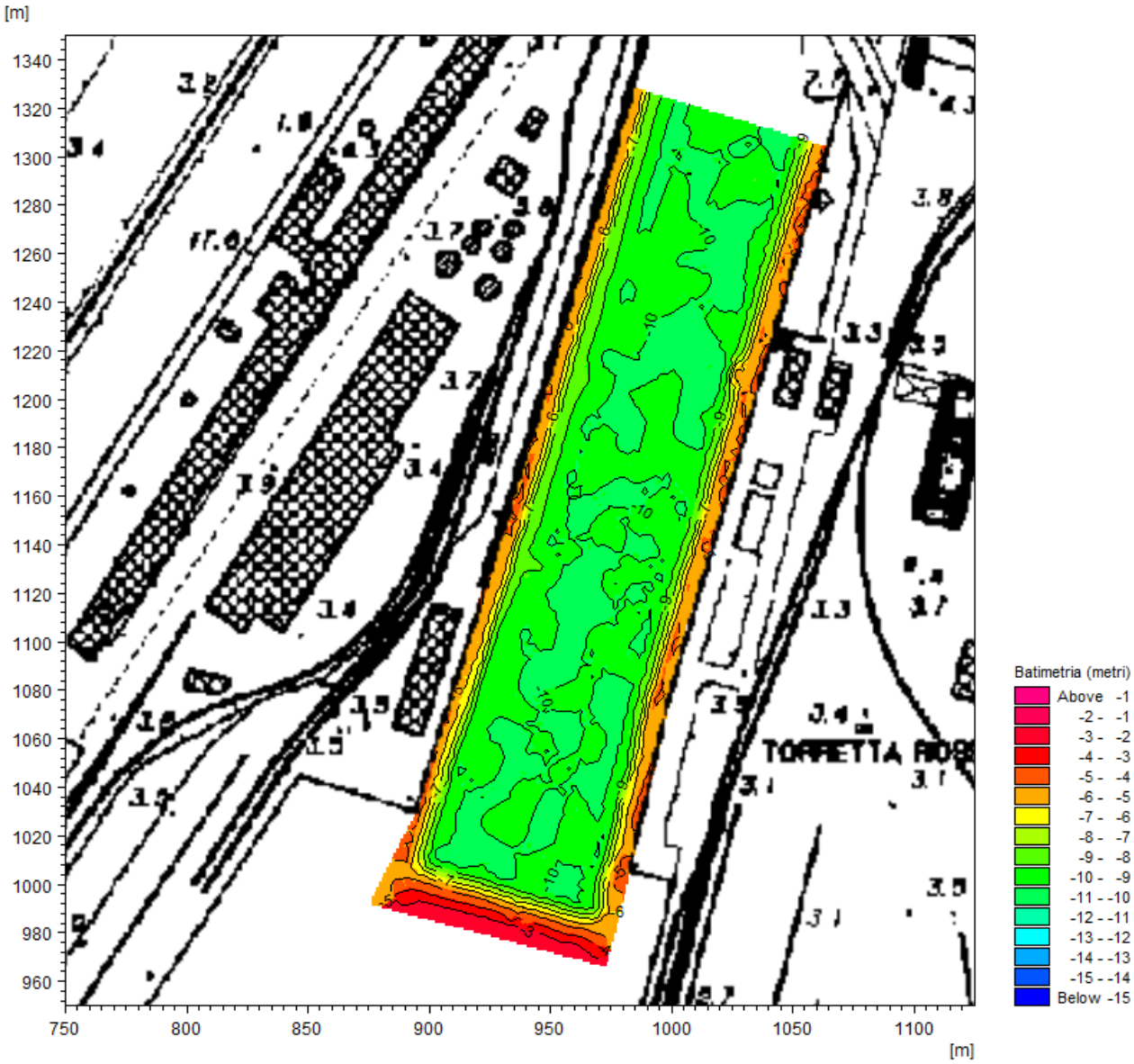
Se consideriamo che, sulla base delle teorie base di statistica, la probabilità che l'evento caratterizzato da un tempo di ritorno TR=20 anni si verifichi almeno una volta durante il periodo di riferimento (20 anni) risulta pari al 64%, nell'individuare l'incremento di volume sedimentato all'interno del volume di controllo complessivamente indotto dalla presenza dell'opera di conterminazione nel Canale di Calma nel periodo di riferimento (2018-2038) si ritiene pertanto cautelativo aggiungere al dato ventennale (5230 m^3) l'incremento di volume sedimentato in concomitanza di un evento di piena ventennale (2264 m^3).

Il maggiore onere di dragaggio in capo all'Autorità Portuale di Genova determinato dalla presenza dell'opera risulterebbe pertanto pari, complessivamente per il periodo 2018-2038, a **circa 7500 m^3**.

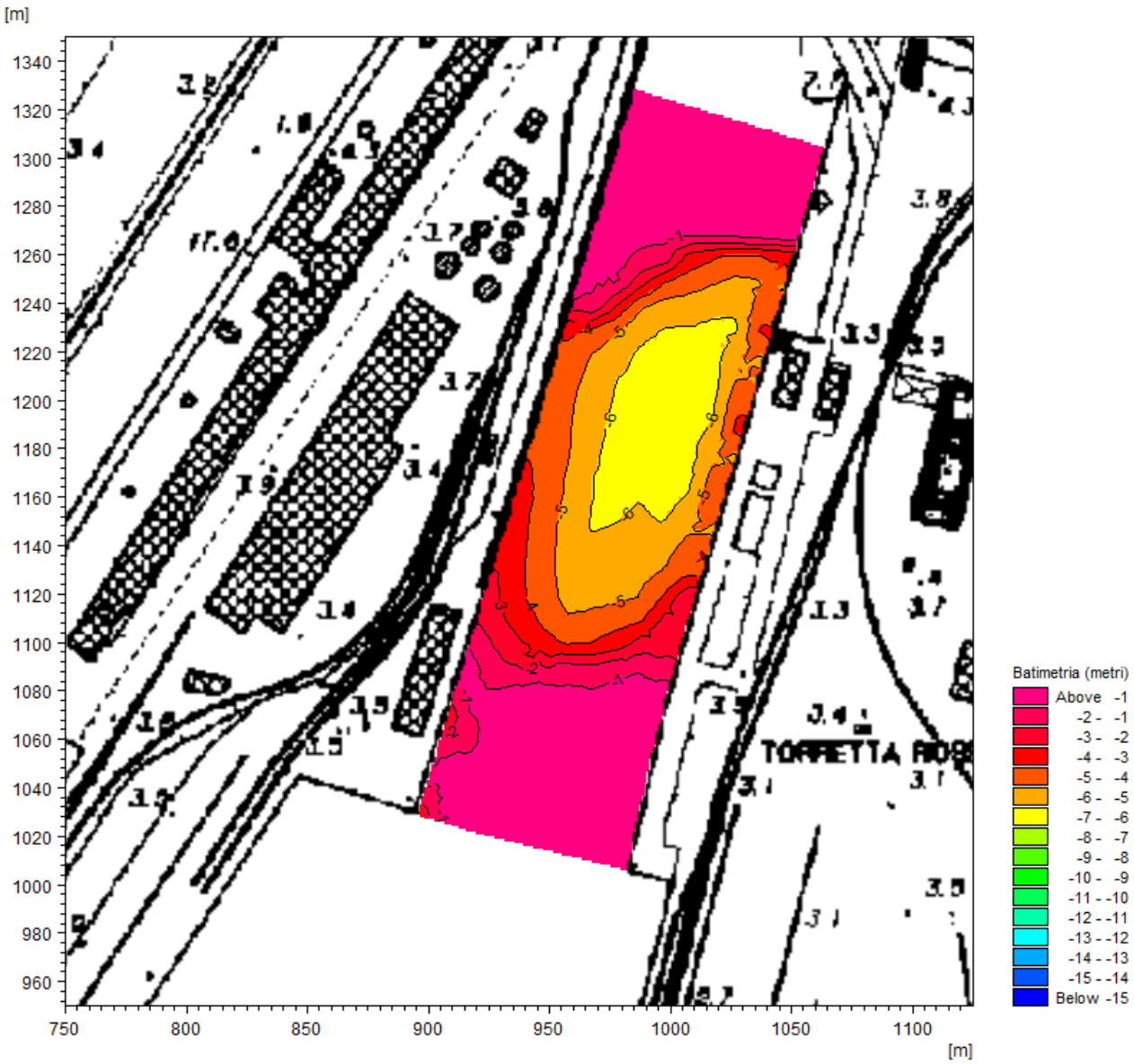
A seguito della richiesta, da parte dei tecnici dell'Autorità Portuale di Genova, di procedere alla quantificazione dei volumi sedimentati (in assenza e presenza dell'opera) su un volume di controllo lievemente più esteso rispetto a quello inizialmente concordato, sono stati effettuati ulteriori calcoli, seguendo il medesimo approccio adottato precedentemente. L'ampiamento del volume di controllo riguarda un tratto di mare esterno all'imboccatura portuale di Sampierdarena, fino a una distanza dalla stessa pari approssimativamente alla metà della distanza tra imboccatura e testata della diga foranea.

Con riferimento al volume di controllo "esteso", il maggiore onere di dragaggio in capo all'Autorità Portuale di Genova determinato dalla presenza dell'opera risulterebbe pari, complessivamente per il periodo 2018-2038, a **circa 10300 m^3**.

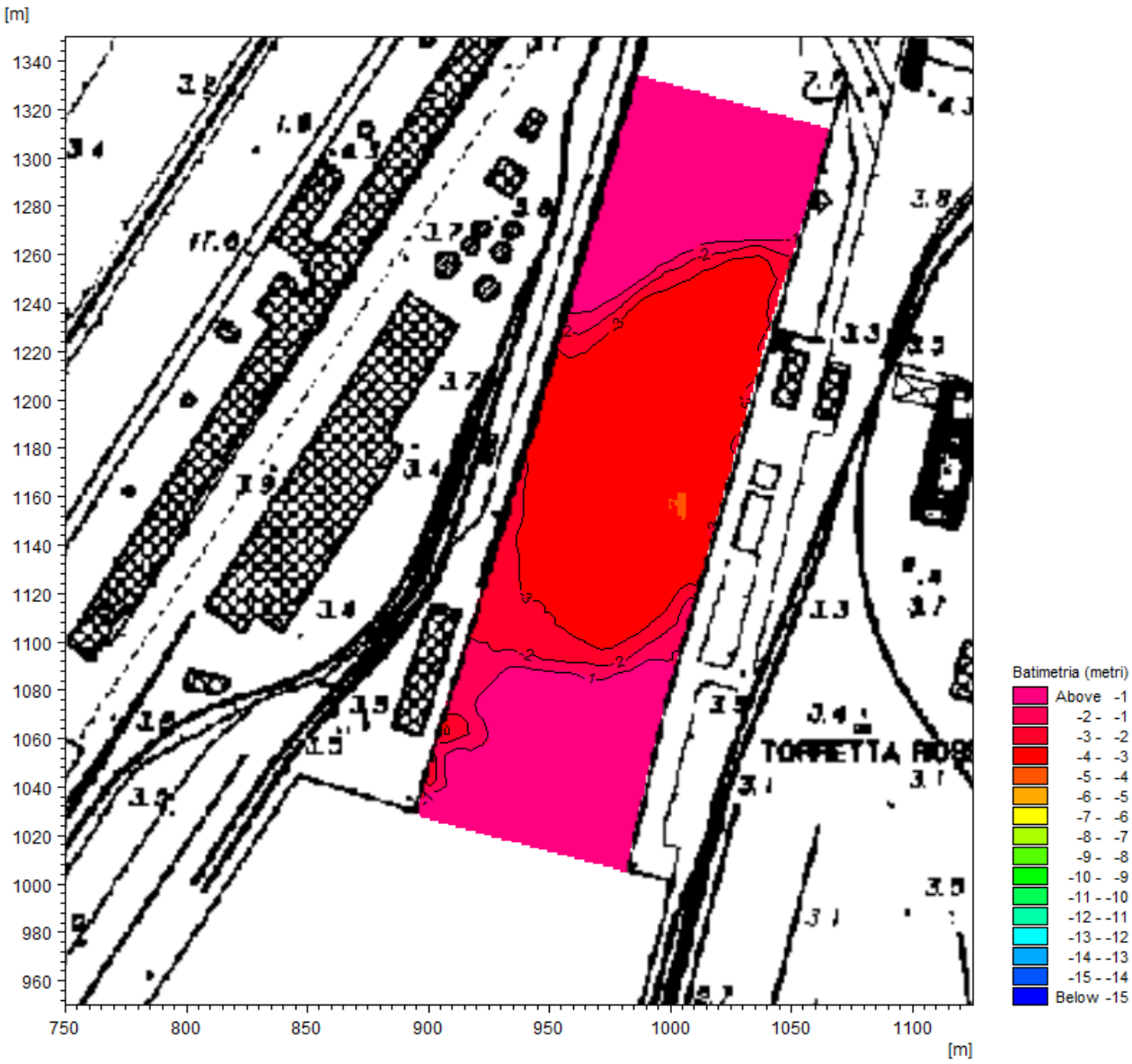
ALLEGATO 1 - Batimetrie utilizzate nello studio



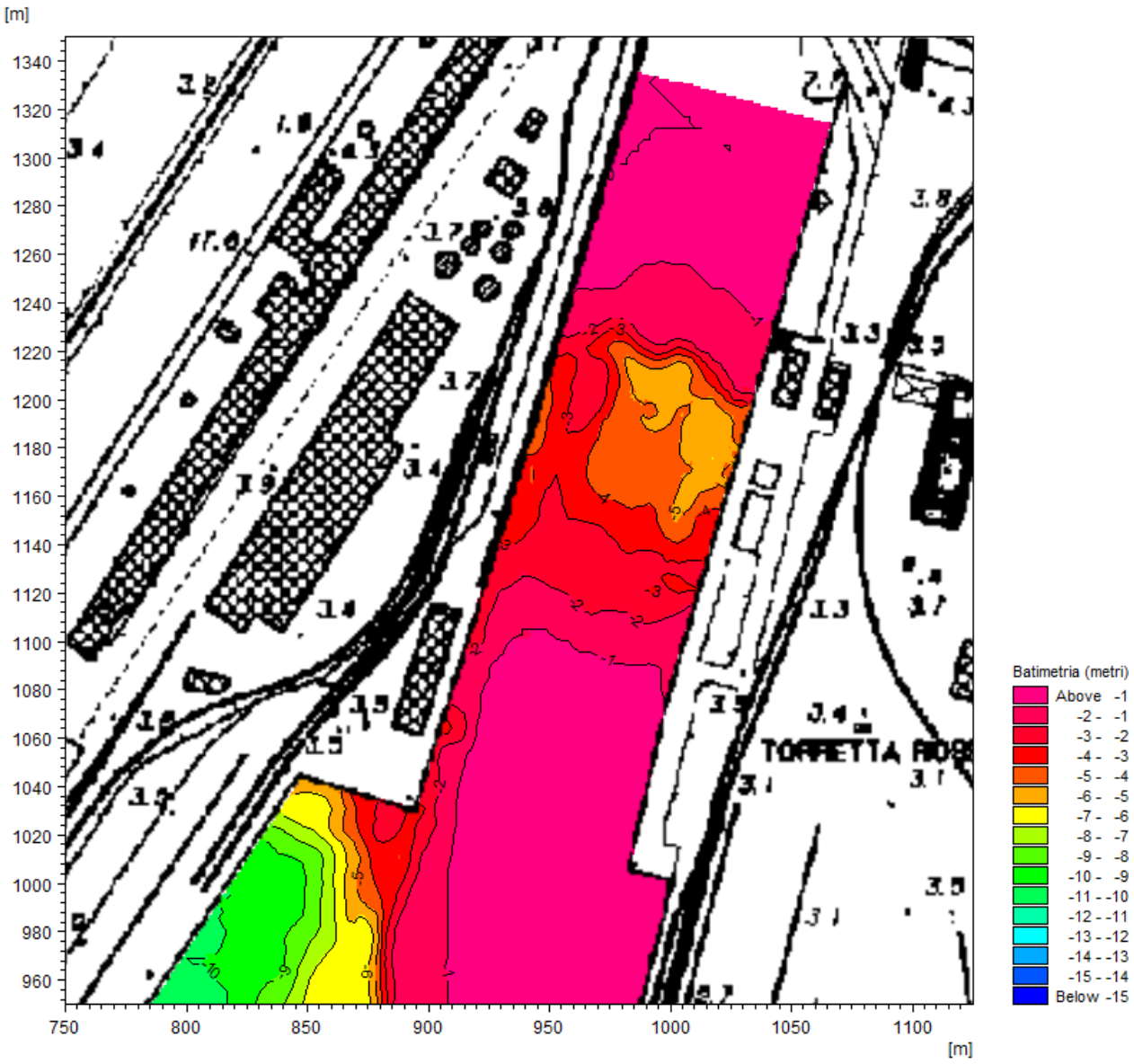
Rilievo 20/05/2001 - Batimetria della vasca del Polcevera.



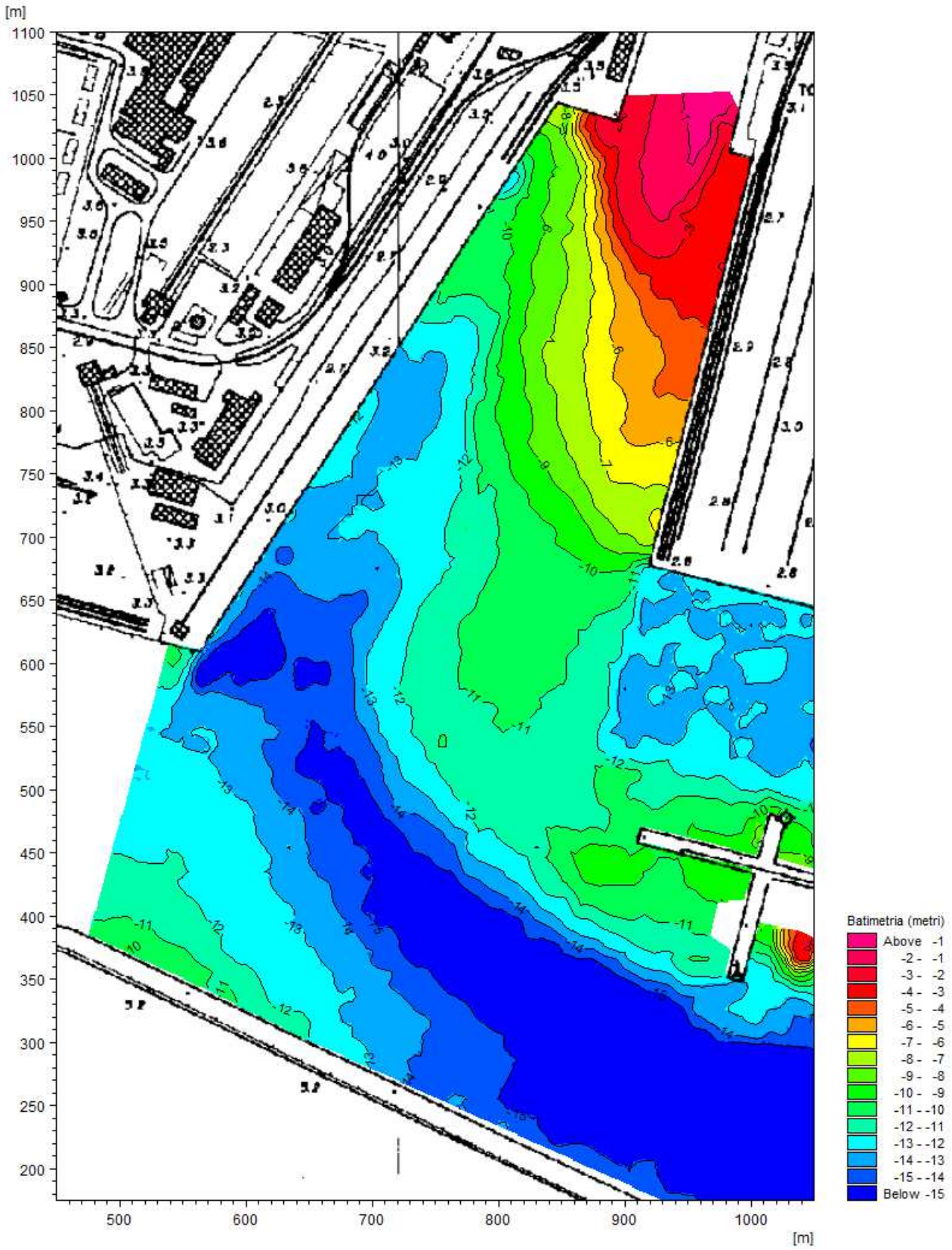
Rilievo 02/11/2005 - Batimetria della vasca del Polcevera.



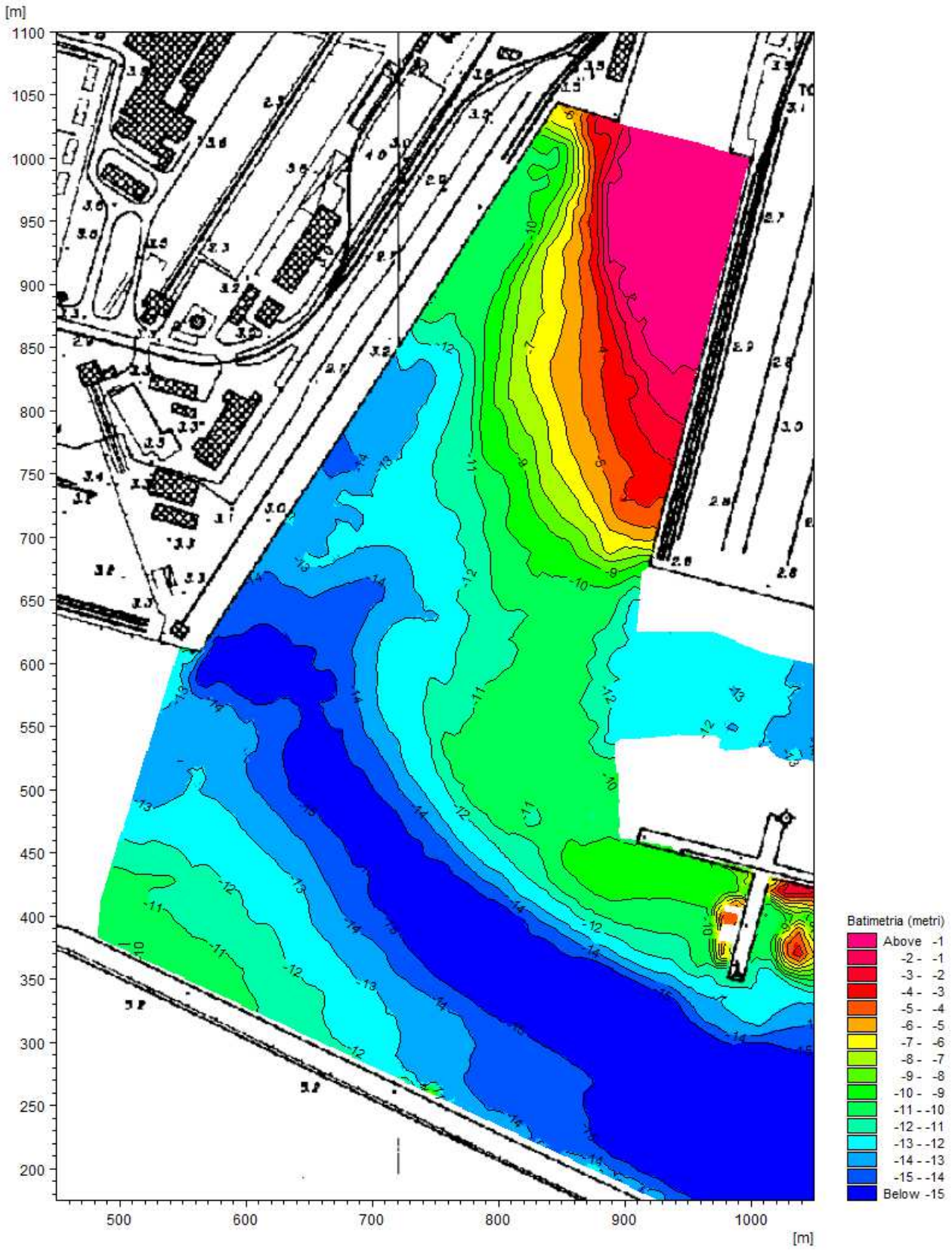
Rilievo 04/12/2009 - Batimetria della vasca del Polcevera.



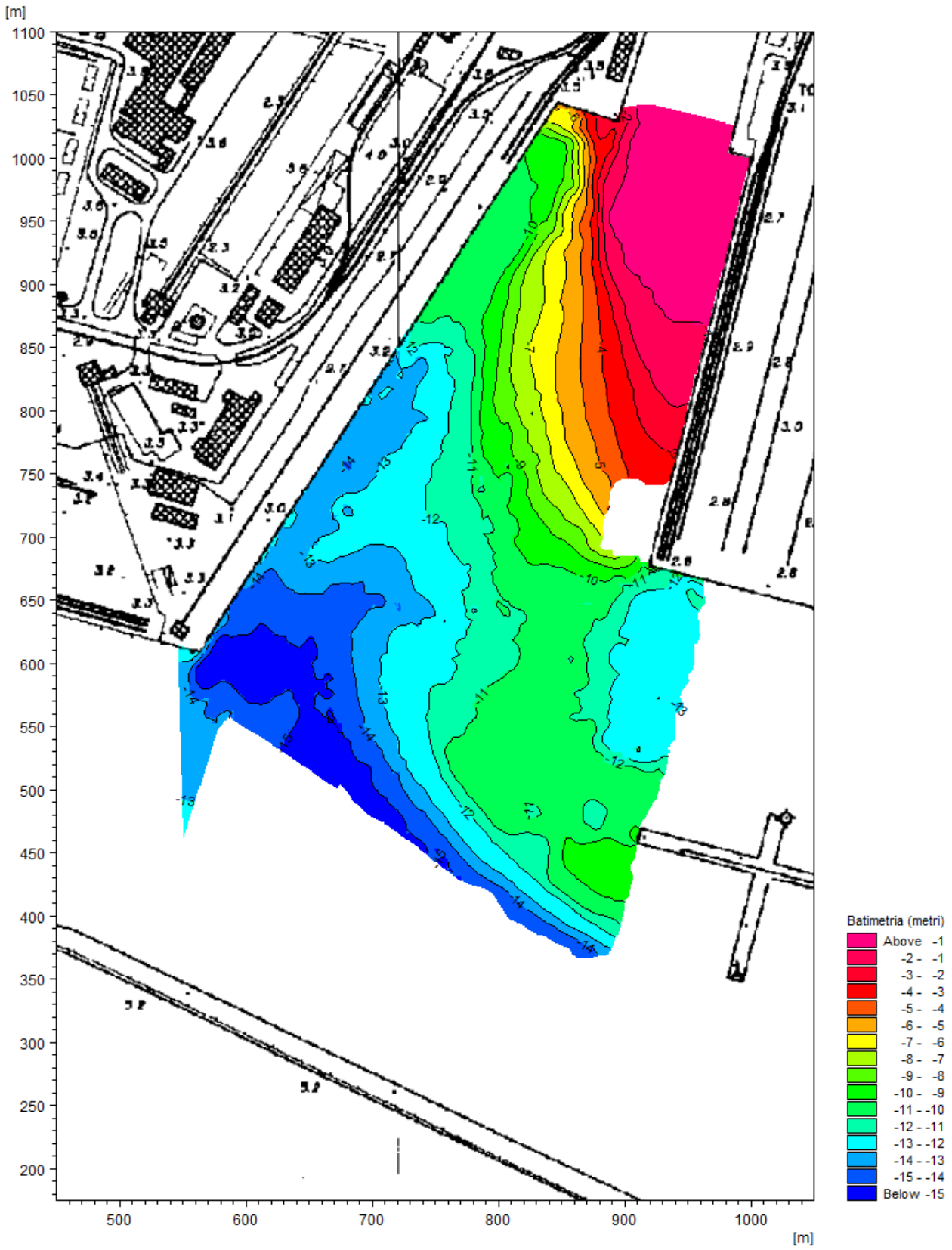
Rilievo 04/10/2011 - Batimetria della vasca del Polcevera.



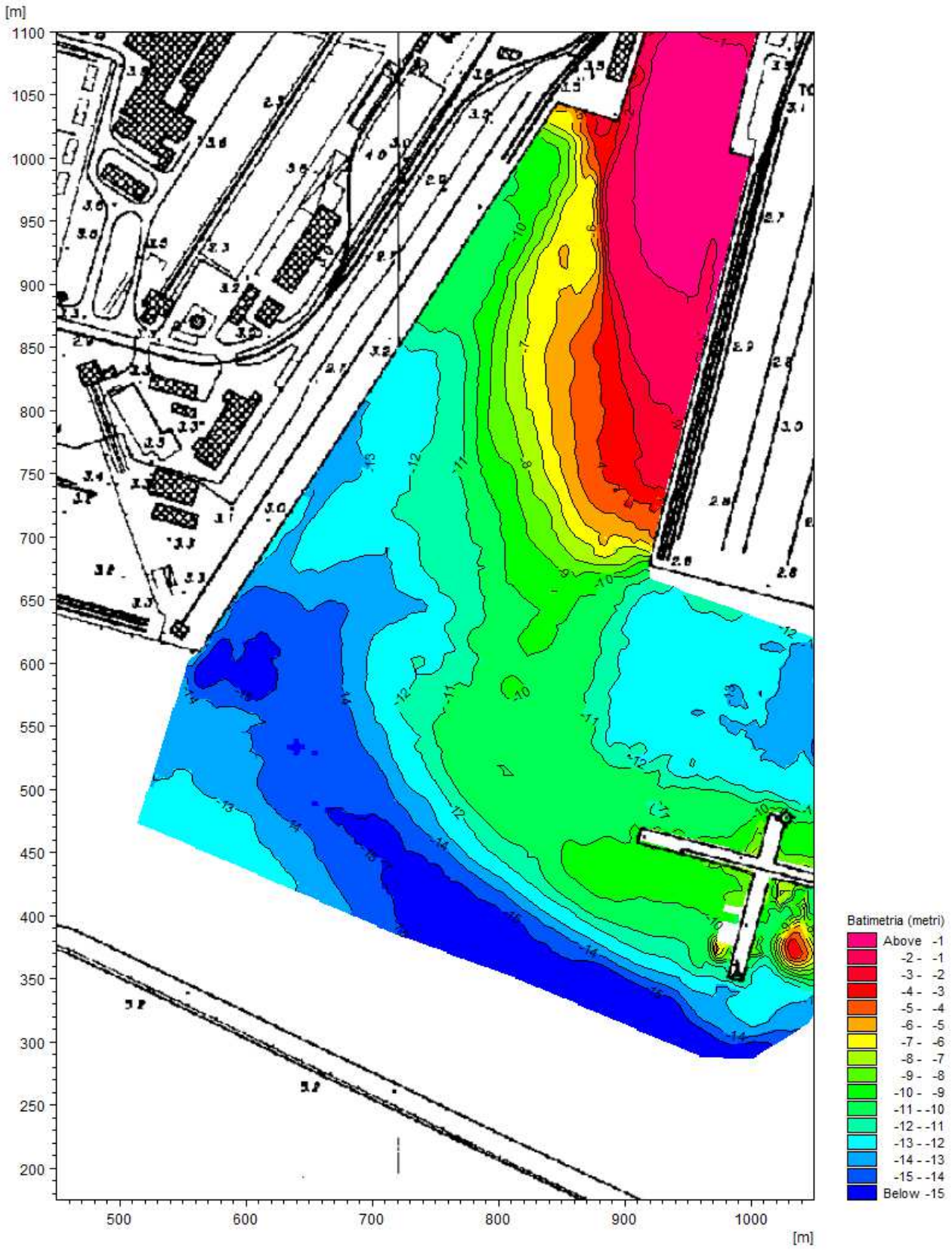
Rilievo Dicembre 1998 - Batimetria della foce del Polcevera.



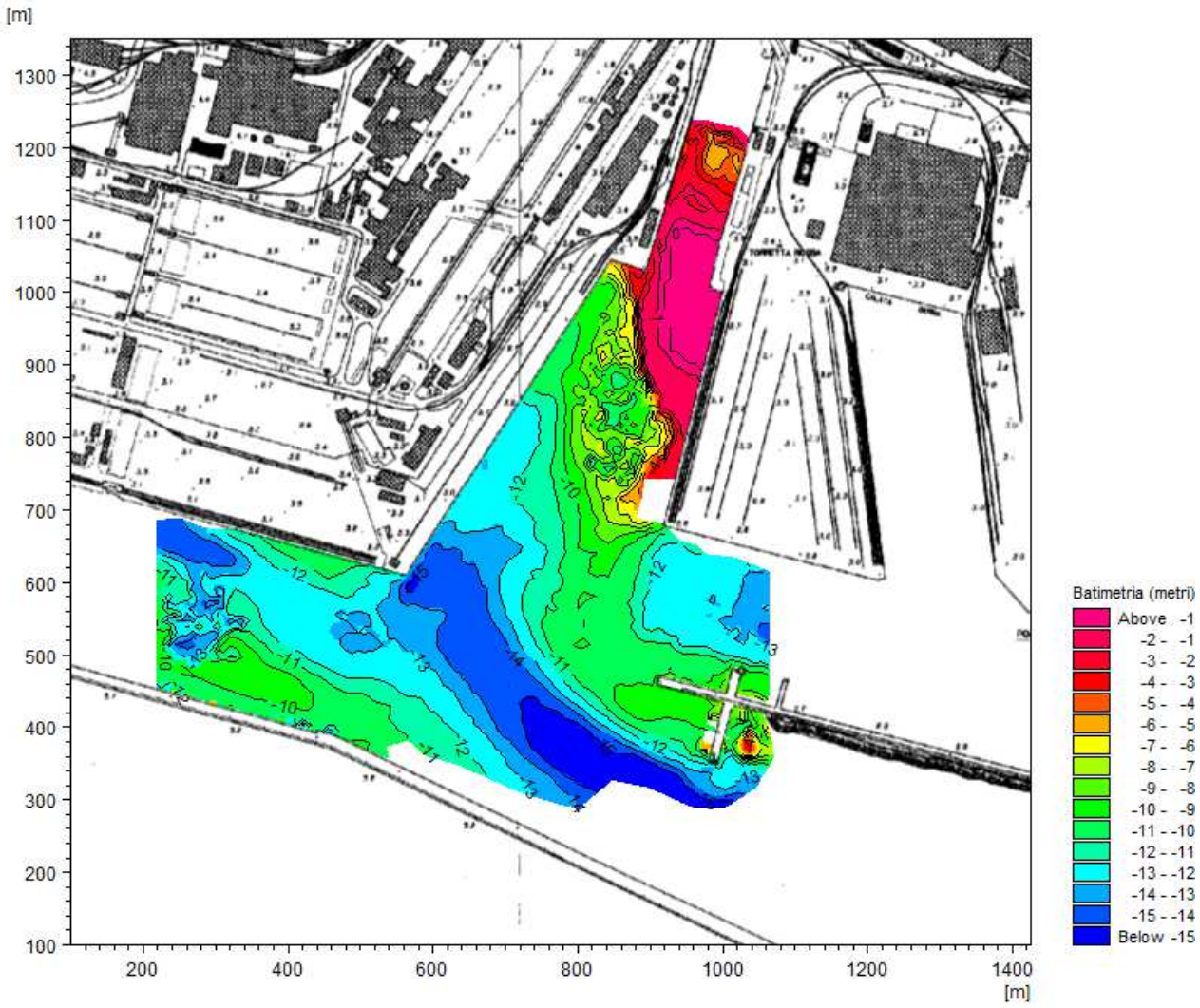
Rilievo 31/07/2007 - Batimetria della foce del Polcevera.



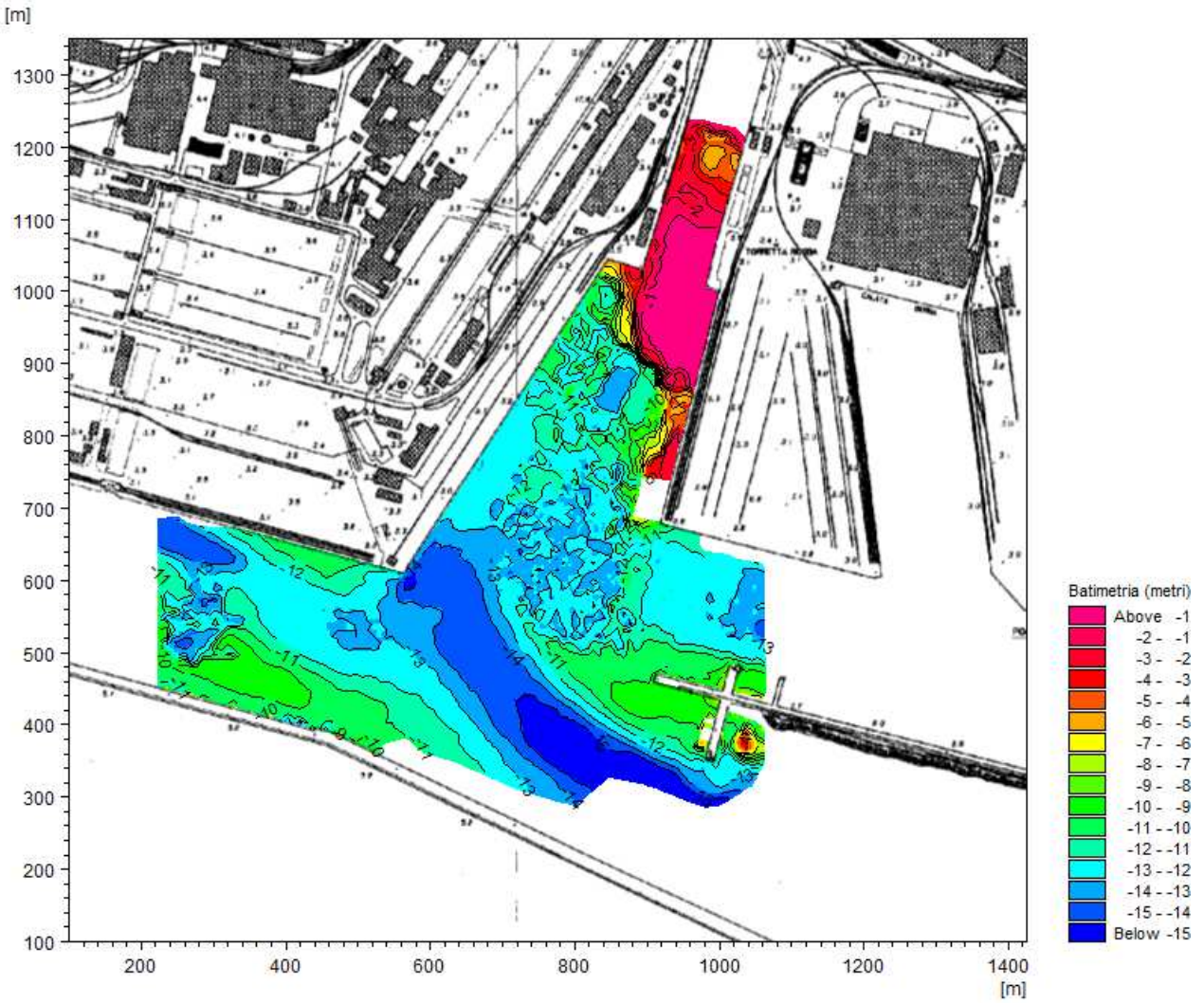
Rilievo 04/12/2009 - Batimetria della foce del Polcevera.



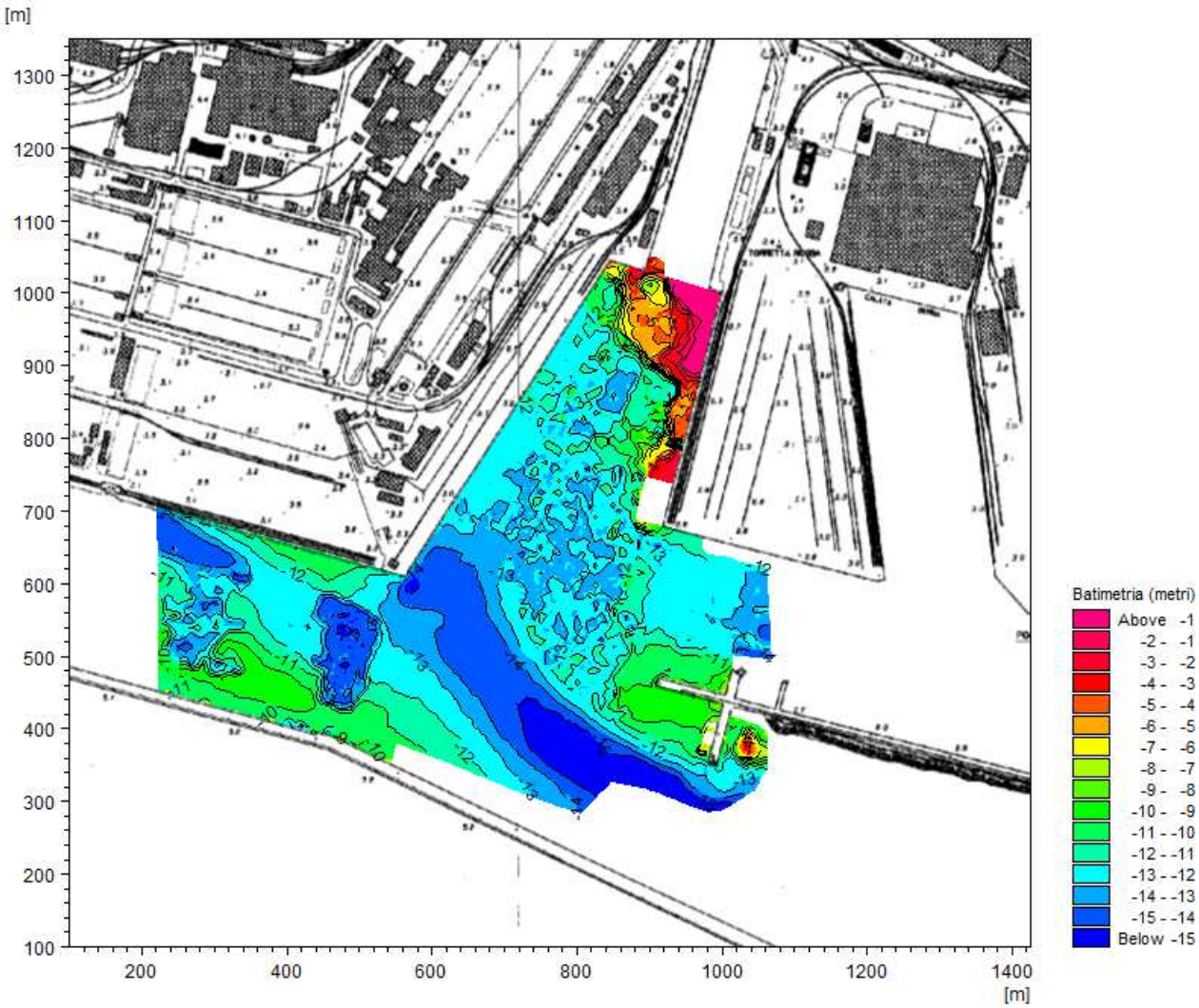
Rilievo 04/10/2011 - Batimetria della foce del Polcevera.



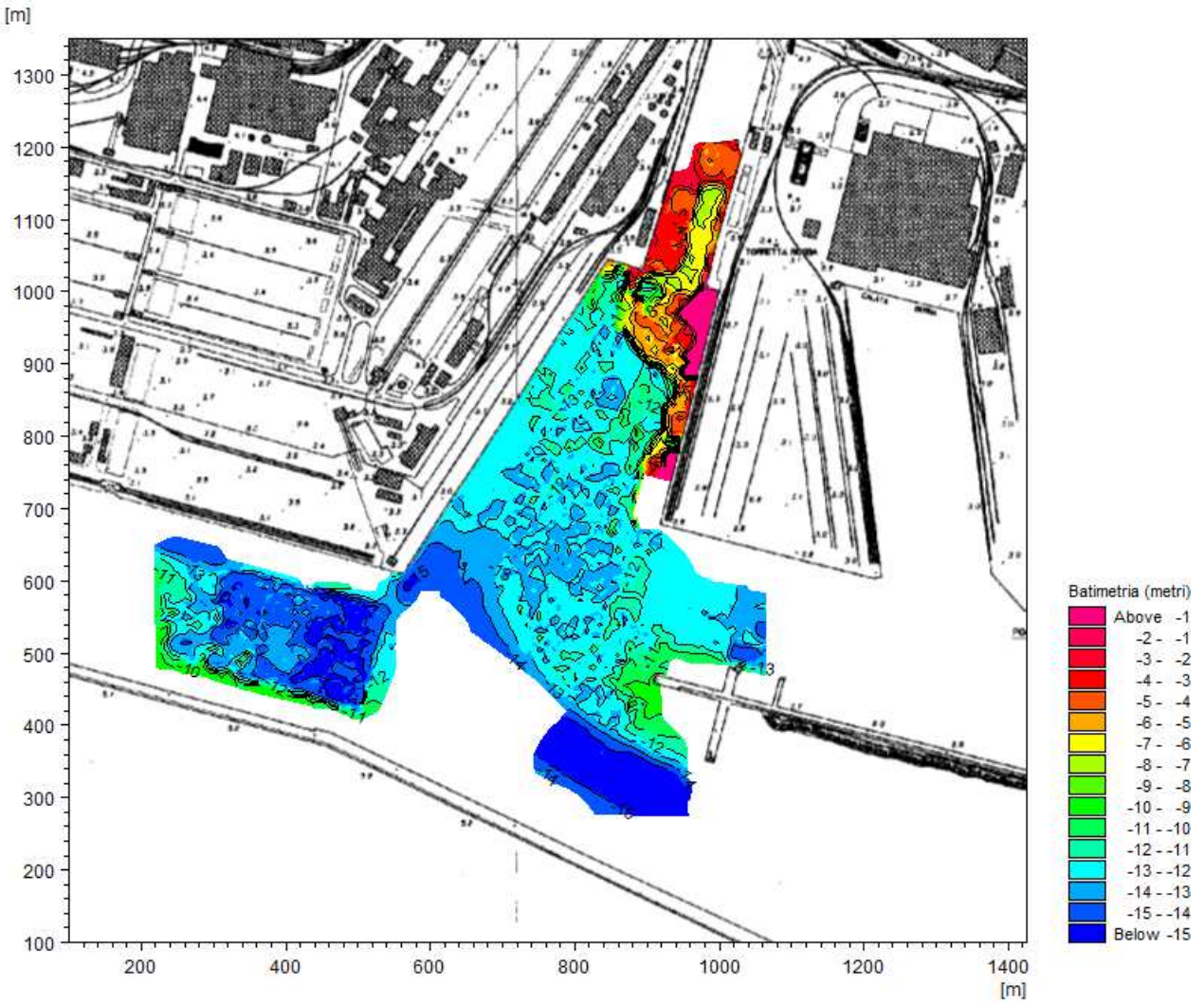
Rilievo 9/07/2012- Batimetria della foce del Polcevera.



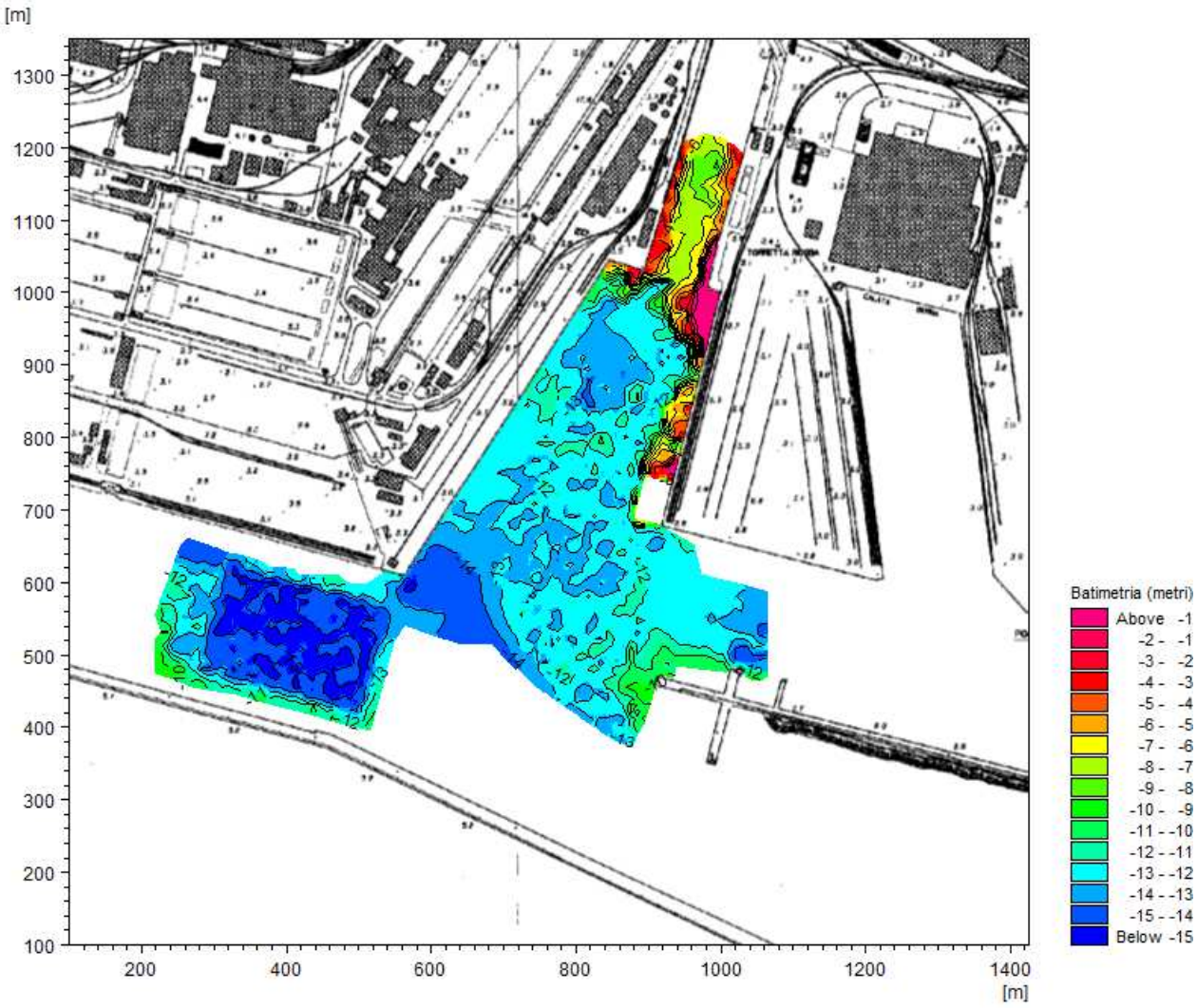
Rilievo 08/10/2012- Batimetria della foce del Polcevera.



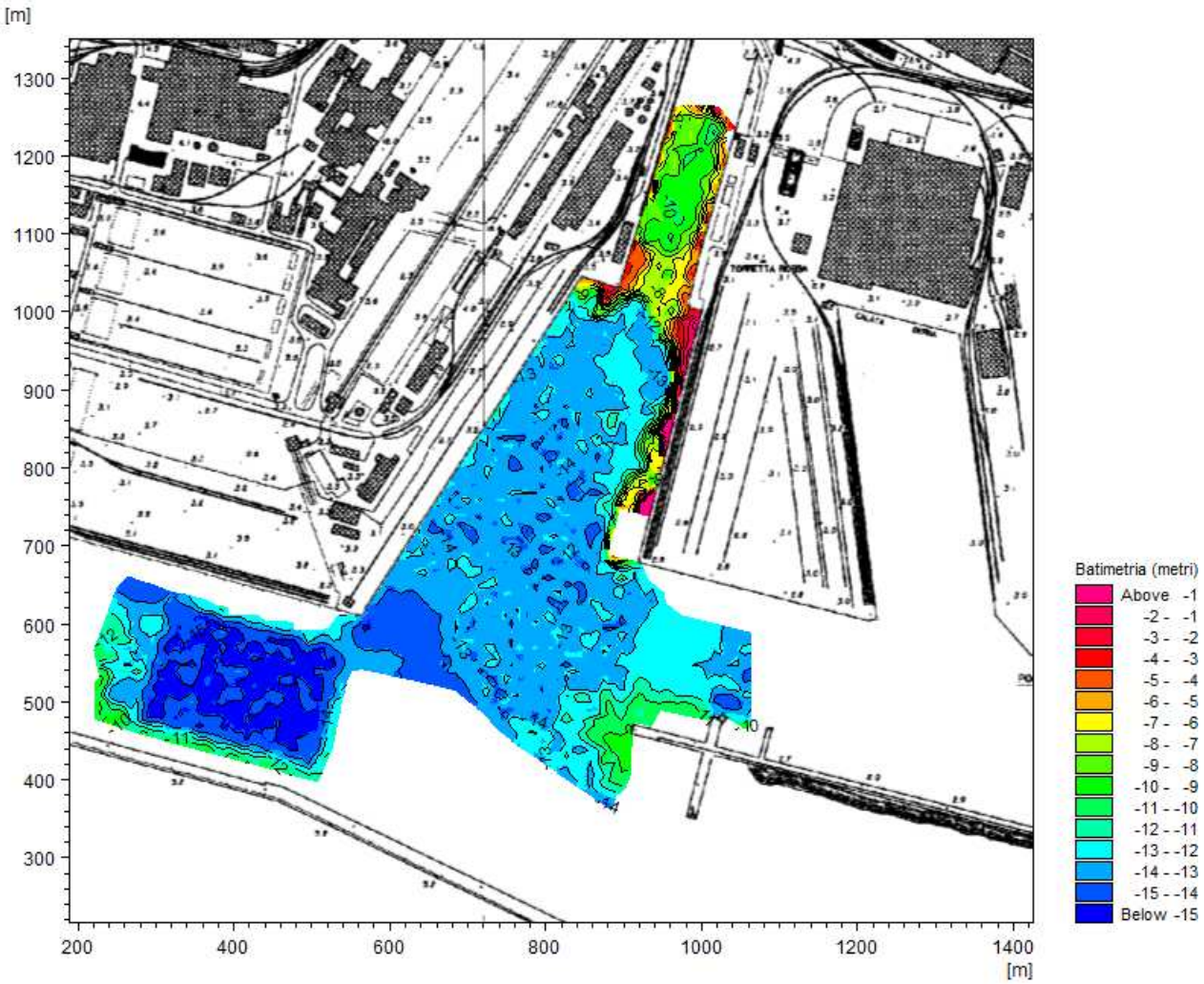
Rilievo 23/10/2012- Batimetria della foce del Polcevera.



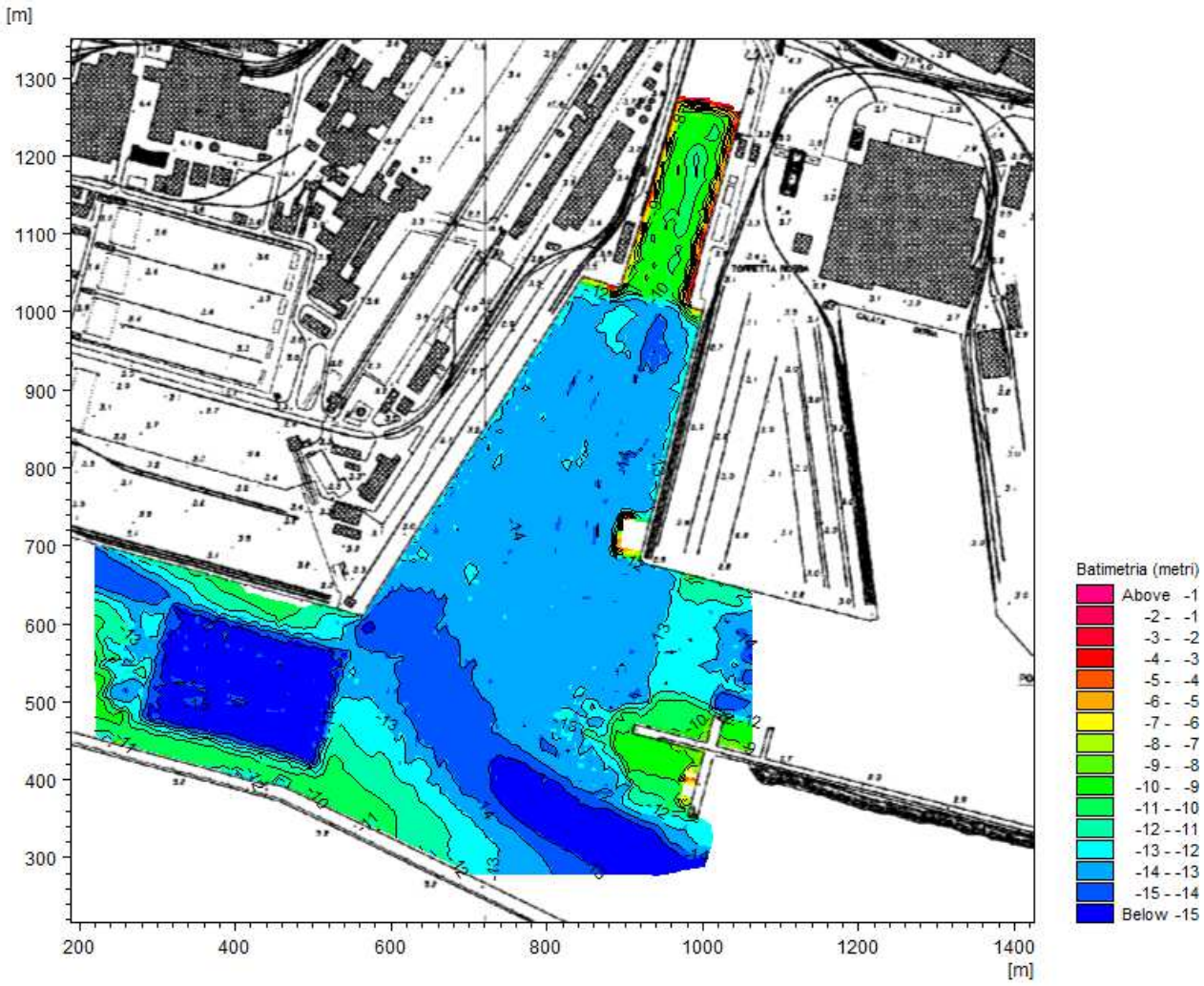
Rilievo 16/11/2012- Batimetria della foce del Polcevera.



Rilievo 17/12/2012- Batimetria della foce del Polcevera.



Rilievo 5/2/2013- Batimetria della foce del Polcevera.



Rilievo 24/5/2013- Batimetria della foce del Polcevera.

ALLEGATO 2 - Descrizione del codice di calcolo MIKE 11-RR (modulo idrologico afflussi-deflussi)

PREMESSA

Il modulo idrologico RR è costituito da un set di relazioni matematiche collegate fra loro in modo tale da descrivere quantitativamente, sebbene in modo semplificato, la fase terrestre del ciclo dell'acqua.

RR è un modello deterministico, concettuale, a parametri concentrati (lumped model) con un discreto, ma moderato, set di grandezze richieste in input.

RR opera simulando in continuo la variazione di contenuto di acqua (in fase liquida o vapore) di quattro serbatoi distinti e reciprocamente collegati, i quali rappresentano gli elementi fisici principali di un qualsiasi bacino idrografico.

I quattro serbatoi rappresentano i seguenti processi: accumulo e scioglimento neve, intercettazione, infiltrazione e immagazzinamento nella falda.

RR tratta ciascuna sottoarea in cui è stato suddiviso l'intero bacino idrografico come un'unità singola; per questo i parametri e le variabili in gioco sono rappresentati come valori medi per ciascun sottobacino.

Il modello matematico è fisicamente basato e utilizza equazioni matematiche assieme a relazioni semi-empiriche; perciò alcuni parametri possono essere stimati dai dati fisici del bacino, mentre altri vengono definiti attraverso processi di calibrazione.

I principali campi di applicazione del modulo RR sono i seguenti: previsione di piene, simulazione di oscillazioni di livelli di falda, previsione di magre, analisi afflussi-deflussi per bacini non monitorati, analisi idrologiche generali su bacino, generazione di serie idrologiche di input a sistemi idrici di qualsiasi tipo.

RR può inoltre essere utilizzato per estendere serie esistenti di dati idrologici (portate e livelli di falda) quando questi non vengono più rilevati, avendo a disposizione in input lunghe serie di dati di precipitazione.

DESCRIZIONE

Il modulo “neve” è opzionale; la precipitazione può essere intercettata da un certo numero di serbatoi di accumulo nevoso, differenziati in funzione di fasce altimetriche (al massimo 10) con cui può essere suddiviso il bacino imbrifero considerato; le fasi di accumulo-scioglimento della neve sono controllate dalle condizioni di temperatura alle diverse fasce altimetriche considerate. I dati di temperatura dell'aria vengono richiesti soltanto se questo modulo viene attivato.

La quantità d'acqua intercettata dalla vegetazione, come quella immagazzinata nelle depressioni del terreno e nelle porzioni più superficiali del suolo coltivato, è simulata con un serbatoio superficiale di capacità massima Umax.

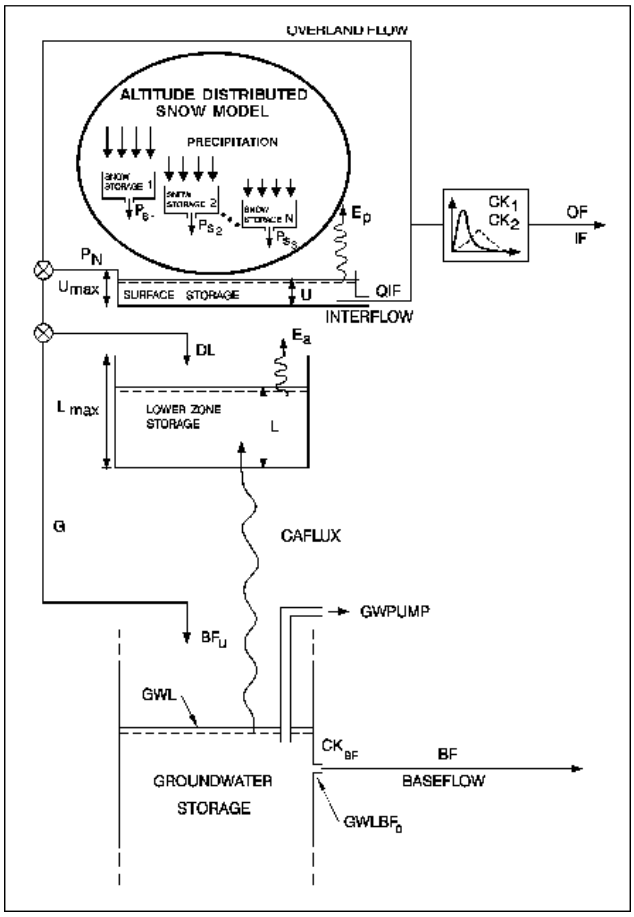
La quantità d'acqua nel livello subito sotto il suolo, cioè la zona delle radici ove avviene anche il processo di traspirazione, è simulata con un serbatoio inferiore sottostante, di capacità massima Lmax.

La quantità di umidità U nel serbatoio superficiale è continuamente diminuita per evaporazione ed infiltrazione, ma durante la precipitazione viene aumentata in maniera considerevole. Quando viene saturata la capacità

massima superficiale Umax, parte dell'eccesso di precipitazione Pn inizia a scorrere sulla superficie verso la rete di drenaggio, mentre parte si suddivide in infiltrazione verso la zona sottostante e verso la falda profonda.

Anche la quantità d'acqua contenuta nel serbatoio inferiore L è diminuita dalla traspirazione, mentre il contenuto reale di umidità controlla il tasso di infiltrazione.

L'acqua che percola, BFU, cioè la quantità d'acqua che non viene trattenuta in questo serbatoio, passa attraverso la zona insatura e raggiunge, ricaricandolo, il serbatoio della falda satura.



Schema funzionale del modulo RR.

Quando il serbatoio superficiale sfiora, cioè U>=Umax, l'eccesso di pioggia produce: scorrimento QOF, proporzionale a Pn e variabile linearmente con il contenuto di umidità del suolo nel serbatoio inferiore L/Lmax; infiltrazione, di cui una parte DL aumenta il contenuto di umidità del serbatoio Lmax, mentre l'altra G percola in profondità e ricarica il serbatoio rappresentante la falda, attraverso parametri costanti inferiori all'unità e senza dimensioni CQOF (coefficiente di deflusso), TOF (valore soglia per deflusso super¬ficiale) e TG (valore soglia per la percolazione).

Il contributo del deflusso ipodermico QIF è assunto proporzionale ad U e varia linearmente con il contenuto relativo L/Lmax del serbatoio intermedio, secondo una legge simile alle precedenti con altre costanti adimensionali.

Le perdite per evapotraspirazione sono considerate in prima fase al tasso potenziale dal serbatoio superficiale; se il contenuto di umidità U è inferiore a tale tasso potenziale, la frazione rimanente per raggiungerlo è presa dalla zona delle radici con un tasso reale Ea, che è proporzionale al tasso potenziale.

Il flusso capillare dal livello di falda verso la zona aerata dipende dallo spessore del tratto insaturo nel profilo del terreno, GWL, e dal contenuto di umidità relativo L/Lmax della zona aerata.

Il livello di falda è calcolato considerando un bilancio fra la porzione di ricarica, la porzione capillare, la perdita verso gli strati più profondi (variabile eventualmente su scala mensile) e il deflusso di base.

Il deflusso di base è calcolato con un serbatoio lineare con una sua propria costante di tempo CKBF, ed avviene quando il livello di falda è superiore al livello massimo GWLBF0.

I deflussi ipodermico e superficiale sono entrambi simulati attraverso un unico serbatoio lineare con costante di tempo CK12, che nel caso di scorrimento superficiale è anche variabile nel tempo. In questo modo si assicura, in pratica, l'assunzione del modello dell'onda cinematica per simulare i processi di deflusso superficiale e ipodermico; il deflusso di base è simulato invece secondo i processi della dinamica sotterranea.

PARAMETRI

I parametri richiesti in input sono i seguenti:
- parametri per il setup delle simulazioni;
- parametri del modello: Lmax, Umax,P,Ep....

I parametri di setup del modello sono: periodo di simulazione, passo temporale di calcolo, numero di sottobacini ecc...

Alcuni parametri del modello hanno un chiaro legame con la realtà fisica; altri hanno invece un significato principalmente matematico, come per esempio le costanti di tempo o i valori soglia dei serbatoi.

Il modello è infatti sensibile a questi parametri che, non dipendendo direttamente da caratteristiche fisiche del bacino, hanno natura tipicamente empirica.

E' necessario quindi effettuare una buona taratura del modello per ottenere risultati affidabili; essa può essere condotta utilizzando serie storiche di dati corrispondenti in input ed in output, confrontando, attraverso procedure grafiche e numeriche, i risultati del modello con i dati osservati.

INPUT-OUTPUT

I dati richiesti in input sono i seguenti:
- parametri per il setup delle simulazioni;
- parametri del modello: Lmax, Umax,P,Ep...;
- condizioni iniziali;
- dati meteorologici;
- dati sperimentali per la taratura.

I principali parametri di input sono in totale 14, di cui solo 5 o 6 devono essere determinati attraverso taratura; gli altri possono essere valutati dai dati fisici del bacino.

Le condizioni iniziali sono il contenuto di umidità in tutti i serbatoi ed i valori di portata dei diversi deflussi al momento di inizio delle simulazioni (possono essere anche nulli).

I dati meteorologici sono: precipitazione, evapotraspirazione potenziale e temperatura.

La risoluzione temporale di questi dati dipende dall'obiettivo dell'applicazione del modello e dalla scala di tempo con cui il bacino si presume possa rispondere; molto spesso sono sufficienti dati a scansione giornaliera, ma ad esempio per problemi di portate di piena può essere necessario utilizzare anche precipitazioni di breve durata (con incrementi orari).

Un controllo dei dati di input può essere condotto rappresentando i valori immessi attraverso grafici e tabelle.

Tutte le grandezze fisiche e meteorologiche e le condizioni iniziali e al contorno sono memorizzate in file e database diversi, ognuno con un'estensione fissa che permette di riconoscere il tipo di dato memorizzato: ogni simulazione estrae da questi database i dati che le sono necessari.

I risultati delle simulazioni, memorizzati su file, (portate superficiali, ipodermiche e di base per cia¬scuna sottoarea; precipitazione; variazioni dei livelli di umidità dei serbatoi rappresentanti la falda areata e quella profonda; fluttuazioni del livello di falda profonda) possono essere rappresentati come serie storiche o come riassunti dei valori caratteristici, con rappresentazioni grafiche (idrogrammi) o tabulati numerici.

I risultati possono essere anche tradotti in formato ASCII per essere esportati al di fuori del codice di calcolo stesso. Possono altresì essere direttamente utilizzati come idrogrammi in entrata al sistema idrico superficiale da simularsi con il modulo idrodinamico HD di MIKE11.

ALLEGATO 3 - Descrizione del codice di calcolo MIKE 11-HD (modulo idrodinamico)

1. PREMESSA

Il programma MIKE 11 è stato realizzato dal DHI$_{\text{Water Environment Health}}$ a partire dal programma SYSTEM 11 che dal 1972, anno della sua messa a punto, ad oggi, è stato usato in un grande numero di applicazioni in tutto il mondo con ottimi risultati e riconoscimenti.

MIKE 11 è un programma generale per la simulazione del flusso idrico a pelo libero in estuari, fiumi, sistemi di irrigazione e simili corpi idrici. MIKE 11 simula il flusso monodimensionale, stazionario e non, di fluidi verticalmente omogenei in qualsiasi sistema di canali o aste fluviali. E' possibile tenere conto di:

- portate laterali;
- condizioni di corrente veloce o lenta;
- flusso libero o rigurgitato in corrispondenza di sfioratori;
- differenti regole operative di funzionamento di serbatoi o invasi;
- resistenze localizzate e perdite di carico concentrate;
- casse d'espansione;
- condizioni di flusso bidimensionale sulle pianure alluvionali;
- azione del vento;
- nodi idraulici (biforcazioni e convergenti).

L'adozione di MIKE 11, consente la soluzione del problema idrodinamico di moto vario con uno schema di soluzione numerica molto efficiente che limita i tempi di calcolo consentendo una adeguata rappresentazione dell'evolversi temporale dei transitori idraulici legati al passaggio dell'onda di piena.

2. DESCRIZIONE DELLE CONDIZIONI DI MOTO SIMULATE

Il modello consente di attivare tre diverse descrizioni del moto, mediante tre differenti formulazioni matematiche:
Approccio dell'"onda cinematica". Le condizioni di moto sono calcolate imponendo il bilancio tra le forze di gravità e di attrito. Questa semplificazione non permette di simulare gli effetti di rigurgito.
Approccio dell'"onda diffusiva". Oltre alle forze di gravità ed attrito viene tenuto conto del gradiente idrostatico in modo tale da poter valutare anche gli effetti a monte delle condizioni al contorno di valle, cioè simulare i fenomeni di rigurgito.
Approccio dell'"onda dinamica". Utilizzando le equazioni complete del moto, comprese le forze di accelerazione, è possibile simulare con questa formulazione transitori veloci, flussi di marea ecc.

In funzione del tipo di problema da risolvere è possibile scegliere la descrizione del moto più appropriata. Ognuna delle tre formulazioni consente di simulare sia sistemi idrici ramificati che reti idrauliche con maglie chiuse.

3. EQUAZIONI GENERALI DI DE SAINT VENANT

MIKE 11 mediante il terzo tipo di formulazione risolve le equazioni di conservazione del volume e della quantità di moto (equazioni di De Saint Venant) che sono derivate sulla base delle seguenti assunzioni:

a) Il fluido (acqua) è incomprimibile ed omogeneo, cioè senza significativa variazione di densità.
b) La pendenza del fondo è piccola.

c) Le lunghezze d'onda sono grandi se paragonate all'altezza d'acqua, in modo da poter considerare in ogni punto parallela al fondo la direzione della corrente: è cioè trascurabile la componente verticale dell'accelerazione e su ogni sezione trasversale alla corrente si può assumere una variazione idrostatica della pressione.

Integrando le equazioni di conservazione della massa e della quantità di moto si ottiene:

$$\frac{\partial Q}{\partial x}+\frac{\partial A}{\partial t}=0$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t}+\frac{\partial}{\partial x}(\alpha\frac{Q^2}{A})+gA\frac{\partial h}{\partial x}=0$$

ed introducendo la resistenza idraulica (attrito) e le portate laterali addotte:

$$\frac{\partial Q}{\partial x}+\frac{\partial A}{\partial t}=q$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t}+\frac{\partial}{\partial x}(\alpha\frac{Q^2}{A})+gA\frac{\partial h}{\partial x}+\frac{gQ|Q|}{C^2AR}=0$$

dove:
A = area della sezione bagnata (m^2);
C = coefficiente di attrito di Chezy ($m^{1/2}s^{-1}$);
g = accelerazione di gravità ($m\ s^{-2}$);
h = altezza del pelo libero rispetto ad un livello di riferimento orizzontale (m);
Q = portata (m^3/s);
R = raggio idraulico (m);
α = coefficiente di distribuzione della quantità di moto;
q = portata laterale addotta (m^2/s).

4. SIMULAZIONE DELLE CORRENTI VELOCI CON L'APPROCCIO DELL'ONDA DINAMICA

Per le correnti veloci viene applicata una equazione "ridotta" del moto, ottenuta trascurando il termine non lineare:

$$\frac{\partial Q}{\partial t}+gA\frac{\partial h}{\partial x}+\frac{gQ|Q|}{C^2AR}=0$$

La descrizione del moto è tanto più accurata quanto meno rapidamente variabile è la velocità della corrente.

Il vantaggio di questa schematizzazione è rappresentato dal fatto che è possibile ottenere una soluzione stabile con la stessa metodologia usata per le correnti lente. Nella transizione tra corrente lenta e veloce viene applicata una riduzione graduale del termine non lineare.

5. APPROSSIMAZIONE DELL'ONDA DIFFUSIVA

L'approssimazione dell'"onda diffusiva" consiste nel trascurare tutti i termini legati alla quantità di moto nelle equazioni generali di De Saint Venant:

$$gA\frac{\partial h}{\partial x}+\frac{gQ|Q|}{C^2AR}=0$$

Questa formulazione assicura ancora la descrizione dell'effetto di rigurgito attraverso il termine $\partial h/\partial x$. Per ragioni di stabilità questo termine nella soluzione viene smorzato; ciò significa che vengono risolti soltanto fenomeni di rigurgito relativamente stazionari (confrontati con lo step di tempo utilizzato).

6. DESCRIZIONE IN CORRISPONDENZA DI STRUTTURE

Dal punto di vista matematico la descrizione della corrente attraverso stramazzi o soglie e sezioni trasversali strette è abbastanza simile. In MIKE 11 la descrizione di ogni struttura viene effettuata in un segmento di corso d'acqua.

Tipi di strutture simulate

Tipo 1. Stramazzo a larga soglia
Il programma automaticamente determina le caratteristiche di funzionamento standard dello stramazzo sulla base della geometria e dei coefficienti di perdita di carico specificati dall'utente. Viene assunta una distribuzione idrostatica delle pressioni sulla soglia e vengono utilizzati diversi algoritmi per la simulazione del deflusso libero e di quello rigurgitato.

Tipo 2. Relazione Q-h
Nel caso in cui le condizioni standard di funzionamento (tipo 1) dello stramazzo non risultino adeguate (ad esempio quando è evidente una significativa curvatura delle linee di corrente) è possibile specificare le relazioni Q-h (portate-livelli) valide per la data struttura. La relazione Q-h viene utilizzata per il deflusso libero in condizioni critiche, mentre per il deflusso rigurgitato (o sommerso) vengono utilizzati gli stessi algoritmi della struttura "tipo 1".

Tipo 3. Tombino
Un tombino può essere descritto mediante diversi algoritmi validi per condizioni di deflusso critico, rigurgitato o a "tubo pieno". il funzionamento a "tubo pieno" è a sua volta suddiviso in deflusso libero a valle, flusso rigurgitato e flusso sommerso. Deve essere inserita una relazione Q-h che contempli tutti i casi di deflusso critico allo sbocco del tombino. La portata critica è determinata da una formulazione di stramazzo a larga soglia quando l'imbocco è libero e da una formulazione di luce sotto battente quando l'imbocco è sommerso.

Tipo 4. Relazione Q-t
E' possibile inserire una qualsiasi relazione Q-t esterna per descrivere ad esempio il deflusso da una diga o un pompaggio. Questa relazione sostituisce localmente l'equazione di conservazione della quantità di moto.

Tipo 5. Relazione $Q = A(Z_{j1}) . Z_{j2}$
Il deflusso nell'ambito di una struttura può essere posto in relazione, in modo dinamico, a due qualsiasi variabili indipendenti del sistema consentendo di simulare regole operative particolari. Il deflusso da un invaso può per esempio essere correlato alla portata in ingresso e al livello nell'invaso (o al livello a valle di esso).

Tipo 6. Strutture mobili

E' possibile simulare strutture mobili con condizioni di deflusso di tipo sfioro o luce sotto battente. Viene assegnata la geometria fissa della struttura (larghezza, quota del fondo per sistemi a sfioro tipo ventola, quota del livello massimo della paratoia per sistemi con luce sotto battente) ed una regola operativa che determina la quota della parte mobile della struttura in funzione di una delle seguenti condizioni idrodinamiche calcolate dal modello: un livello, una differenza di livelli, una portata, una differenza di portate, il tempo. Il modulo simula dinamicamente la variazione della geometria della struttura ed il flusso che ne consegue.

7. RESISTENZA D'ATTRITO

MIKE 11 consente di utilizzare due diverse formulazioni della resistenza d'attrito: l'espressione di Chezy e quella di Strickler.

Secondo la formula di Chezy, nell'equazione del moto il termine di resistenza risulta pari a:

$$\tau_r = \frac{gQ|Q|}{C^2AR}$$

dove C è il coefficiente di attrito di Chezy.

Secondo la formula di Strickler, lo stesso termine diventa:

$$\tau_r = \frac{gQ|Q|}{M^2AR^{4/3}}$$

dove M è il coefficiente di Strickler, pari a 1/n, essendo n il coefficiente di Manning.

8. CONDIZIONI INIZIALI

Le condizioni iniziali possono essere specificate dall'utente oppure essere calcolate automaticamente. Nel secondo caso viene usata la formula di Chezy per determinare i livelli idrici e le portate da considerare all'inizio della simulazione su tutta la rete o schema idraulico. In alternativa a queste due opzioni è possibile anche assumere come condizioni iniziali i risultati di una precedente simulazione effettuata sullo stesso schema idraulico.

9. METODO DI SOLUZIONE

La soluzione del sistema di equazioni è indipendente dall'approccio modellistico seguito (cinematico, diffusivo, dinamico). Le equazioni generali di De Saint Venant sono trasformate in un sistema di equazioni implicite alle differenze finite secondo una griglia di calcolo con punti Q e h alternati tra loro, nei quali la portata Q e il livello idrico h, rispettivamente, sono determinati ad ogni passo temporale (schema di Abbott a 6 punti).

La griglia di calcolo viene generata dal modello in base alle richieste dell'utente:

- i punti Q sono posizionati sempre a metà tra due punti h vicini;
- la distanza tra due punti h può essere variabile;
- ad ogni sezione trasversale d'alveo viene assegnato un punto h;
- ad ogni struttura viene assegnato un punto Q.

10. CONDIZIONI AL CONTORNO

In MIKE 11 le condizioni al contorno sono distinte in esterne ed interne. Le condizioni al contorno interne sono: legami tra punti nodali, strutture, portate interne, attrito indotto dal vento. Le condizioni al contorno esterne sono: valori costanti di h e Q, valori di h e Q variabili nel tempo, relazioni tra h e Q (ad es. scala di deflusso per una sezione d'alveo).

11. DEFINIZIONE DEI PASSI DI CALCOLO

La scelta ottimale dei passi di calcolo Dx (spazio) e Dt (tempo) da utilizzare nell'ambito di una simulazione è molto importante perché questi parametri possono condizionare pesantemente la stabilità del calcolo numerico e quindi i risultati stessi della simulazione.

Esistono due differenti criteri per determinare correttamente i passi di calcolo Dx e Dt.

1) Criterio di Courant

$$Cr = \frac{\sqrt{g \cdot d} + V}{Dx} \cdot Dt$$

dove:
Cr = numero di Courant;
d = altezza d'acqua media;
V = velocità media della corrente;
g = accelerazione di gravità;
Dt, Dx = passi di calcolo.

Il numero di Courant esprime quanti Dx vengono percorsi da un'onda, causata da una piccola perturbazione, che si muove in un intervallo di tempo Dt unitario. Per correnti lente (Fr<1), il valore massimo del numero di Courant deve essere inferiore a 20.

2) Criterio della velocità.

Il criterio della velocità stabilisce che i passi Dx e Dt di calcolo siano definiti in modo tale che la corrente si muova di uno spazio Dx in un tempo maggiore di Dt, e cioè V *Dt < Dx, dove V è velocità media della corrente.

In definitiva entrambi i criteri esprimono il concetto che, per un dato passo di tempo Dt, Dx deve essere maggiore di un valore definito; contemporaneamente sia Dt che Dx devono essere inferiori a valori prestabiliti, in modo da descrivere correttamente il fenomeno in esame.

Il modello DHI/MIKE 11 genera automaticamente una griglia di calcolo sulla quale i nodi che rappresentano le altezze d'acqua sono localizzati in corrispondenza delle sezioni trasversali di rilievo. Nel caso in cui la distanza tra due sezioni sia maggiore di Dx, vengono inseriti ulteriori nodi intermedi di calcolo, distanti fra loro Dx o meno.

In osservanza ai sovracitati criteri è possibile definire unicamente intervalli di valori per Dx e Dt e non valori univoci per ogni simulazione.

ALLEGATO 4 - Descrizione del codice di calcolo MIKE 11-ST (modulo di trasporto solido)

GENERALITÀ

Il calcolo del trasporto solido non coesivo, può essere eseguito con il modulo NST (Non-cohesive Sediment Transport) ed eventuale sotto-modulo GST (Graded Sediment Transport) di MIKE 11: il modello di calcolo può essere di tipo esplicito o di tipo morfologico.

Nel metodo di calcolo esplicito è necessario avere a disposizione i risultati del modulo idrodinamico in termini di portata e livelli idrici, (area bagnata della sezione e raggio idraulico) variabili nel tempo e nello spazio. In questo caso la connessione tra modulo HD e modulo NST è univoca: i risultati del calcolo del trasporto solido non vengono utilizzati dal modello idrodinamico. I risultati che si ottengono sono in termini di quantità di volume trasportato e volumi accumulati di erosione e deposito. Per tali ragioni la modalità di calcolo esplicita è applicabile nelle situazioni in cui non si verificano cambiamenti morfologici. Inoltre, l'utilizzazione del metodo esplicito permette di ottenere risultatati con tempi di calcolo ridotti.

Nel modello di tipo morfologico il trasporto solido è invece calcolato in coppia con il modulo HD come illustrato nella figura 1. L'effetto dei risultati del modulo di trasporto solido sul modulo idrodinamico avviene attraverso la soluzione dell'equazione di continuità del materiale solido (da cui ne consegue la variazione della sezione d'alveo) e l'aggiornamento della resistenza idraulica del fondo (e quindi dei coefficienti di scabrezza) e del successivo calcolo del trasporto solido. I risultati che si ottengono dal modello sono la portata solida, l'evoluzione del fondo alveo, i coefficienti di scabrezza dell'alveo e la dimensione delle dune (in funzione della formula adottata per il calcolo del trasporto solido). Questo tipo di modellazione richiede tempi di calcolo molto più lunghi rispetto al metodo esplicito ma è maggiormente rappresentativo della dinamica del processo alluvionale.

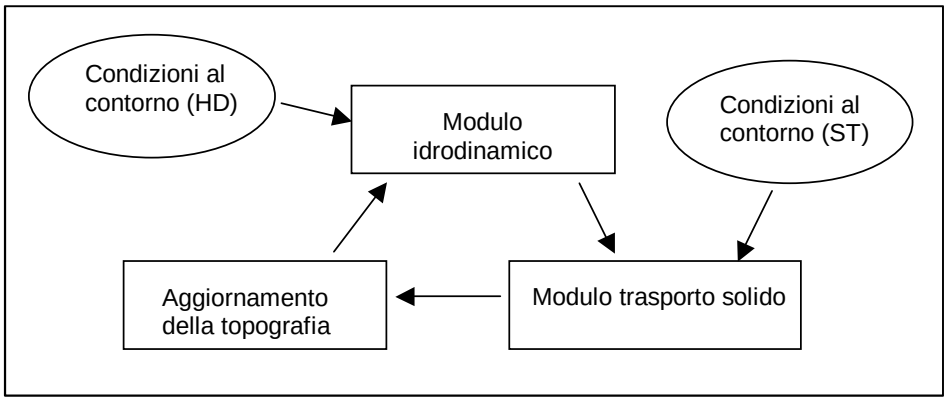


Figura 1 - Schematizzazione di un ciclo di simulazione con il modello morfologico.

Nel modello morfologico, sulla base dell'entità calcolata dei fenomeni di erosione e deposito all'interno dell'alveo fluviale considerato, il programma aggiorna la geometria delle sezioni del corso d'acqua in base a differenti ipotesi di calcolo a scelta, come illustrato nella figura 2, simulando così l'evoluzione morfologica del tratto fluviale.

Il modulo NST fornisce diversi metodi per il calcolo del trasporto solido e della relativa scabrezza di fondo. Le equazioni generalmente più utilizzate sono quelle di Engelund-Hansen e Smart-Jaeggi per il calcolo del trasporto solido totale e le equazioni di Engelund-Fredsøe e van Rijn per il calcolo distinto del trasporto solido al fondo e in sospensione.

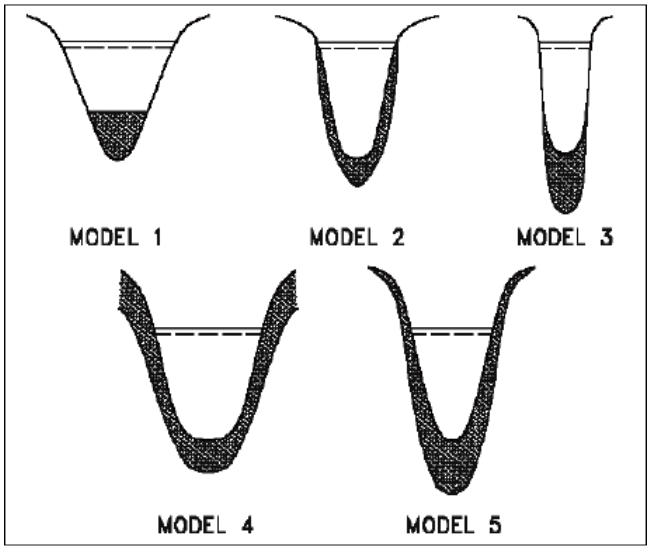


Figura 2 – Schemi di aggiornamento delle sezioni d'alveo nel modello MIKE 11 – ST.

I rami del modello in cui si decide di non applicare le equazioni di trasporto solido perché il fenomeno è trascurabile o di non interesse allo studio possono essere definiti come "passive branches".

Tutti i vari modelli derivanti dall'utilizzo delle formulazioni di trasporto solido sopra citate possono essere eseguiti usando un singolo diametro rappresentativo del materiale di fondo alveo per ogni sezione di calcolo oppure, con un modulo aggiuntivo (GST), inserendo diversi diametri rappresentativi delle varie frazioni granulometriche presenti nel materiale di fondo (l'equivalente di una curva granulometrica). È inoltre possibile specificare lo scarto quadratico medio della distribuzione granulometrica del materiale di fondo in modo da poter calcolare il diametro medio del sedimento trascinato in sospensione.

Tutte le opzioni precedentemente descritte sono attivabili sia nel modello esplicito che nel modello morfologico.

MODELLI DI TRASPORTO SOLIDO APPLICATI NELL'ATTIVITÀ DI STUDIO

Le formule per il calcolo del trasporto solido applicate nel presente studio sono state quelle di Van Rijn, Engelund-Hansen e Engelund-Fredsøe. Una breve descrizione di questi metodi è riportata nel seguito. Per maggiori dettagli sulla teoria alla base di queste equazioni e su altri aspetti del modulo NST di MIKE 11 si rimanda ai manuali d'uso e documentazione del codice di calcolo[1].

Formulazione di Van Rijn

Nelle formule di Van Rijn[2] il trasporto solido è suddiviso in trasporto solido al fondo e in sospensione in base ai valori relativi che assumono la velocità di attrito al fondo e la velocità di sedimentazione dei granuli. Quando la velocità di attrito al fondo eccede la velocità di sedimentazione, allora il sedimento è trasportato sia al fondo che in sospensione. Il trasporto al fondo avviene per rotolamento e per "saltelli" e la portata solida è descritta

[1] MIKE 11, A Modelling System for Rivers and Channels, Reference Manual, DHI Water Environment Health, MIKE by DHI 2012.
[2] Rijn, L.C. van, 1984a, "Part I: Bed load transport", J.Hyd.Eng., 110, 10 Oct.; 1984b, "Part II: Suspended load transport", J. Hyd. Eng, 110, 11 Nov.

in funzione dell'altezza dei salti. Il trasporto in sospensione è determinato mediante integrazione sulla verticale del prodotto tra la concentrazione locale e la velocità della corrente. La concentrazione di riferimento è determinata dal trasporto al fondo.

Il trasporto solido al fondo è calcolato come:

$$\Phi_b = 0{,}053 \cdot T^{2,1} / D_*^{0,3}$$
$$D_* = d_{50} \cdot [(s-1)\, g / \nu^2]^{1/3}$$
$$T = [(u'_g)^2-(u'_{f,cr})^2]/(u'_{f,cr})^2$$

dove:

Φ_b : portata solida al fondo adimensionale;
s : peso specifico relativo del sedimento = $(\gamma_s-\gamma)/\gamma$;
d_{50} : diametro passante al 50% caratteristico del sedimento;
g : accelerazione di gravità;
ν : viscosità cinematica;
u'_g : velocità di attrito al fondo relativa ai grani;
$u'_{f,cr}$: velocità critica di Shields di attrito al fondo.

Il trasporto solido in sospensione è calcolato come:

$$q_s = FuDc_a$$
$$F = [(a/D)^{Z'}-(a/D)^{1,2}]/[(1-a/D)^{Z'}(1,2-Z')]$$
$$c_a = 0{,}015(d_{50}/a)(T^{1,5}/D_*^{0,3})$$
$$Z' = w/(\beta\kappa u'_f) + 2{,}5(w/u'_f)^{0,8}(c_a/c_0)^{0,4}$$
$$\beta = 1+2(w/u'_f)^2$$

dove, oltre ai parametri già descritti:

q_s : portata solida in sospensione adimensionale;
u : velocità media della corrente;
D : altezza d'acqua;
c_a : concentrazione del sedimento di riferimento;
a : livello di riferimento al di sotto del quale si considera che tutti i sedimenti vengano trasportati al fondo;
u'_f : velocità di attrito al fondo complessiva;
w : velocità di caduta o sedimentazione;
κ : costante di von Karman;
c_0 : massima concentrazione di sedimento al fondo (pari a 0,65).

Il livello di riferimento può essere calcolato in vari modi:

a = 0,5H dove H è l'altezza delle forme di fondo (se nota), oppure
a = k dove k è la scabrezza equivalente delle sabbie, oppure
a =0,01D dove D è l'altezza d'acqua.

Formulazione di Engelund-Hansen

La formula di Engelund-Hansen per il calcolo del trasporto solido deriva da considerazioni sull'effetto che la corrente induce sul materiale di fondo in movimento[3]. Sebbene la formula sia stata derivata per un fondo alveo caratterizzato dalla presenza di dune, si è osservata la possibilità di applicazione anche in presenza di condizioni di deflusso in regime superiore (letto piano o anti-dune).

L'equazione di Engelund-Hansen è la seguente:

$$\Phi = 0{,}1 \cdot \theta^{5/2} / f$$
$$\Phi = q_t / [(s-1)\, g\, d^3]^{0{,}5}$$
$$f = 2(u_f^2 / u^2)$$

dove:

θ : tensione tangenziale al fondo adimensionale;
Φ : portata solida adimensionale;
s : peso specifico relativo del sedimento = $(\gamma_s-\gamma)/\gamma$;
d : diametro caratteristico del sedimento;
g : accelerazione di gravità;
q_t : trasporto solido totale per unità di larghezza;
f : fattore di attrito;
u_f, u : rispettivamente velocità di attrito e velocità media della corrente.

Anche in questo caso l'output del modello, se si esamina l'evoluzione morfologica dell'alveo, è il calcolo del trasporto solido e la variazione delle quote di fondo alveo durante il periodo di simulazione in tutti i punti di calcolo del modello.

Formulazione di Engelund-Fredsøe

L'equazione di Engelund-Fredsøe per il calcolo del trasporto solido[4] include una dettagliata descrizione del fenomeno e le sue relazioni con la resistenza idraulica. Il trasporto solido totale è suddiviso in trasporto solido al fondo e trasporto solido in sospensione e la portata solida è calcolata a partire dalla "skin friction", cioè la tensione tangenziale che agisce sulla superficie delle dune.

Il trasporto in sospensione Q_s è calcolato come integrale della velocità della corrente u e della concentrazione del sedimento in sospensione c:

$$Qs = {}_a^D\!\int cu\,dy$$

dove:

a : spessore dello strato di fondo ($a \cong 2d$ dove d è il diametro dei granuli);
D: altezza d'acqua della corrente.

[3] Engelund, F. and Hansen, E., 1967. "A monograph on sediment transport in alluvial streams", Teknisk Forlag, Copenhagen.
[4] Engelund, F. and Fredsoe, J., 1976. "A sediment transport model for straight alluvial channels." Nordic Hydrology, Vol. 7, No. 5.

Combinando le equazioni della velocità delle particelle in movimento e la probabilità che hanno tali particelle di muoversi, Engelund e Fredsøe hanno definito la seguente equazione per il calcolo del trasporto solido di fondo (6):

$$\Phi_b = 5\,(1 + [\beta \cdot \pi/6 \;/\; (\theta' - \theta_c)]^4\,) \cdot (\theta'^{\,0,5} - 0,7 \cdot \theta_c^{0,5}\,)$$

$$\Phi_b = Q_b \,/[(s-1)\, g\, d^3\,]^{0,5}$$

dove:

Φ_b : trasporto solido al fondo adimensionale;
Q_b : portata solida adimensionale;
s : peso specifico relativo del sedimento = $(\gamma_s-\gamma)/\gamma$;
d : diametro caratteristico del sedimento;
g : accelerazione di gravità;
β : coefficiente di attrito dinamico;
θ' : attrito superficiale adimensionale;
θ_c : parametro di Shields.

L'output che si ottiene dal modello applicando una simulazione morfologica è il valore di trasporto solido totale e la variazione delle quote di fondo durante il periodo di simulazione e in tutti i punti di calcolo del modello. Inoltre la formula di Engelund-Fredsøe calcola il trasporto solido totale suddiviso in trasporto solido in sospensione e trasporto solido al fondo, per cui è possibile ottenere come risultato del modello entrambi i valori separatamente in tutti i punti di calcolo.

ALLEGATO 5 - Descrizione del codice di calcolo MIKE 21

PREMESSA

Il MIKE 21 è un programma modulare contenente diversi codici per la simulazione di corpi idrici per i quali sia possibile adottare l'approssimazione idrodinamica bidimensionale, piana, per fluidi verticalmente omogenei. Infatti, il numero "21" che contraddistingue il codice, indica proprio la bidimensionalità nel piano ("2") e la monodimensionalità lungo la verticale ("1").

Il sistema modellistico è stato sviluppato per applicazioni complesse in aree costiere, mare aperto e in corrispondenza di estuari. Tuttavia, essendo un codice di calcolo per la simulazione delle correnti a pelo libero, può essere anche applicato per la simulazione di fenomeni correlati all'idraulica in fiumi, laghi o invasi. I principali campi di applicazione sono:

- modellazione idrodinamica del trasporto solido e della qualità delle acque in fiumi,
- laghi ed aree golenali;
- studio del moto ondoso in aree costiere, bacini portuali ed offshore;
- analisi idrodinamica del trasporto solido e morfologica in aree costiere;
- analisi della qualità delle acque al largo e sottocosta;
- supporto alla pianificazione e progettazione di opere costiere ed offshore;
- supporto alla pianificazione e progettazione di opere di difesa fluviale;
- supporto all'ottimizzazione di layout portuali;
- analisi impatto ambientale;
- previsione degli stati di mare a supporto della navigazione;
- analisi di allagamenti in aree costiere e fenomeni di storm surge.



In generale il MIKE 21 offre un ambiente di lavoro completo, efficace e robusto a supporto dell'ingegneria e della pianificazione e gestione territoriale a diverse scale spaziali. La combinazione di un'interfaccia grafica avanzata con un motore di calcolo robusto ed affidabile, frutto di un pluriennale e continuo sviluppo da parte del DHI, rende questo software lo strumento più utilizzato ed efficace per l'ingegneria fluviale e marittima in tutto il mondo.

Il pacchetto MIKE 21 è disponibile in 4 versioni che si differenziano in base alla schematizzazione geometrica adottata:

- **SINGLE GRID** (Griglia singola):le equazioni di continuità e del moto sono risolte con una tecnica implicita alle differenza finite su una griglia rettangolare, uniforme in tutto il dominio di calcolo;
- **MULTIPLE GRID** (Griglia multipla): questo schema utilizza lo stesso approccio della griglia singola, con la possibilità di innestare nel dominio griglie a risoluzione crescente nelle aree ove sia richiesto un maggiore dettaglio;
- **FLEXIBLE MESH** (Griglia flessibile): questo schema utilizza un metodo ai volumi finiti per la discretizzazione delle equazioni di flusso e trasporto con valori centrati sul singolo elemento. Il dominio di calcolo è discretizzato nelle dimensioni orizzontali attraverso una maglia non strutturata. La griglia non strutturata garantisce il massimo della flessibilità nella rappresentazione di geometrie complesse, in particolare per domini di calcolo estesi in cui sia necessario adottare una risoluzione spaziale variabile;
- **CURVILINEAR** (Griglia curvilinea): è la griglia adottata da MIKE 21C, codice di calcolo studiato appositamente per applicazioni di morfologia fluviale.

In campo fluviale MIKE 21 può essere utilizzato in modo integrato con altri codici di calcolo del DHI, in particolare:

- MIKE 11, grazie al modulo MIKE FLOOD, che consente di condurre simulazioni idrodinamiche accoppiando gli approcci 1d e 2d in modo totalmente integrato;
- MIKE URBAN CS per la simulazione di allagamenti in ambito urbano dalla rete di drenaggio.

In campo marittimo e costiero, dove risulta più efficace l'utilizzo della versione FM, il MIKE 21 consente di studiare in modo integrato il moto ondoso (moduli SW, PMS, NSW, BW, EMS), le correnti e le variazioni di livello superficiale (HD), il trasporto solido e la morfologia di sedimenti non coesivi e coesivi (ST, MT), la dispersione di soluti (AD/TR).

L'utilizzo di formati comuni a tutti i codici del mondo MIKE garantisce la possibilità di utilizzare i file di MIKE 21 anche in input ad altri modelli quali LITPACK e MIKE 3.

Infine, attraverso l'utilizzo di EcoLab, MIKE 21 consente di studiare anche i processi più complessi in termini di qualità delle acque, in presenza di composti e reagenti.



Breve descrizione dei moduli MIKE 21	
Modulo	***Descrizione***
PP (Pre and Post Processing)	Il modulo PP è l'ambiente di lavoro di base e fornisce un insieme di tool per l'importazione e processamento dei dati di input nonché l'elaborazione degli output e la preparazione di immagini ed animazioni. PP è necessario per tutti i moduli di MIKE 21.
HD (Hydrodynamics)	Il modulo idrodinamico simula le variazioni di livello e corrente in risposta alle differenti tipologie di forzanti considerate. HD consente la simulazione di un'ampia gamma di fenomeni idraulici e può essere utilizzato per la rappresentazione di ogni corrente a pelo libero non stratificata.
TR (AD) (Advection – Dispersion)	Il modulo simula il trasporto, dispersione e decadimento di sostanze disciolte o sospese in acqua. Può essere utilizzato per studi di dispersione di soluti non reagenti (o caratterizzati da decadimento dipendente dal solo fattore tempo) o per studi di eccesso di temperatura o salinità.
ST (Sediment Transport)	E' il modulo avanzato per il trasporto solido di materiale non coesivo generato da correnti o dall'azione combinata di onde e correnti. ST include svariate formulazioni di trasporto e può essere utilizzato indistintamente in campo marittimo-costiero o fluviale.
MT (Mud Transport)	Modulo multifrazione e multistrato in grado di descrivere l'erosione, il trasporto e la rideposizione di materiale coesivo e di sedimenti misti coesivi e non. Particolarmente adatto per studi di dispersione di sedimento conseguenti a dragaggi dei fondali.
CAMS (Coastal Morphology)	E' uno strumento disponibile solo per la versione Single Grid, combina in modo dinamico i moduli d'onda, idrodinamico e di trasporto solido di MIKE 21, costituendo un modello morfologico, a fondo mobile, particolarmente utile per le analisi di dettaglio in aree costiere. Nella versione FM di MIKE 21 il modulo morfologico è invece attivabile direttamente dai moduli HD, SW, ST.
Oil Spill	Simula la diffusione e dispersione di sostanze oleose in corpi idrici, considerandone i processi di decadimento.
PA/PT (Particle Tracking)	Simula il trasporto e decadimento di sostanze disciolte o sospese in acqua. E'utilizzato in particolare per analisi di rischio, versamenti accidentali e monitoraggio delle attività di dragaggio. Utilizza un approccio Lagrangiano.
SW (Spectral Waves)	Modulo di propagazione spettrale di onde sea ed onde swell in aree offshore e costiere. Permette di simulare rifrazione, diffrazione, shoaling, attrito con il fondo, frangimento, riflessione semplice utilizzando un approccio con maglia FM. E' il modulo d'onda oggi più utilizzato per applicazioni costiere e offshore.
NSW (Near Shore Spectral Wind-Wave Model)	Modulo di propagazione del moto ondoso in aree costiere e offshore. Include rifrazione, shoaling, attrito con il fondo e frangimento utilizzando un approccio alle differenze finite.

Breve descrizione dei moduli MIKE 21	
Modulo	***Descrizione***
PMS (Parabolic Mild Slope Wave Model)	Modulo di propagazione spettrale in aree costiere. Include rifrazione, shoaling, attrito con il fondo, diffrazione e frangimento utilizzando un approccio alle differenze finite. Viene utilizzato in particolare per lo studio del moto ondoso in presenza di opere di difesa sia emergenti che soffolte.
BW (Boussinesq Wave Model)	E' il modulo d'onda più completo, in grado di simulare anche gli effetti di riflessione in ogni direzione e di diverso ordine; per questo viene utilizzato principalmente per le analisi di agitazione ondosa all'interno di bacini portuali. Attraverso il modello di Boussinesq sono simulati contestualmente anche gli aspetti idrodinamici (distribuzione del flusso di corrente); il modello utilizza griglie rettangolari.
EMS (Elliptic Mild Slope Wave Model)	Modulo semplificato per lo studio dell'agitazione interna a bacini portuali in risposta ad onde monocromatiche.
EcoLab	Modulo avanzato per studi di qualità delle acque ed idroecologia in presenza di reazioni, decadimenti complessi, eutrofizzazione e trasporto di metalli pesanti.

MODULO IDRODINAMICO (HD FM)

Il modulo idrodinamico (HD), cuore del codice MIKE 21, simula le variazioni di livello e corrente in risposta alle differenti tipologie di forzanti considerate. MIKE 21 HD FM può essere utilizzato da solo o insieme ad altri moduli che, pur finalizzati alla simulazione di altri fenomeni (es. trasporto di sedimenti) richiedono la risoluzione contestuale degli aspetti idrodinamici.

In particolare, il modulo HD di MIKE 21 permette di tenere in considerazione i seguenti aspetti:
- flooding and drying;
- gradienti di densità;
- attrito al fondo;
- forza di Coriolis;
- effetto del vento;
- gradienti di pressione;
- coperture di ghiaccio;
- effetto delle maree;
- precipitazioni/evaporazione;
- moto ondoso (attraverso i radiation stress);
- apporti puntuali (pozzi e sorgenti).

Il modulo idrodinamico, utilizzato assieme al modulo di trasporto TR, è utilizzato per simulare la dispersione di sostanze disciolte o in sospensione. Analogamente, il modulo idrodinamico può essere accoppiato al modulo di qualità delle acque ed idro-ecologia (ECO Lab) per gli studi ed applicazioni nel settore ecologico.

Inoltre, il modulo HD può essere utilizzato insieme ai moduli Sand Transport e Mud Transport per simulare il trasporto rispettivamente di materiale non coesivo e coesivo.

Nelle aree costiere, laddove il trasporto è in gran parte dominato dalle correnti indotte dal moto ondoso, il modulo idrodinamico può essere forzato dai campi di radiation stress ottenuti mediante l'utilizzo del modulo SW (Spectral Wave).

EQUAZIONI DEL MODELLO

Il sistema modellistico si basa sulla soluzione numerica delle equazioni dei Navier-Stokes mediate (Reynolds Averaged Navier-Stokes equations) sotto le ipotesi di Boussinesq e in condizioni di pressione idrostatica.

Il modello risolve le equazioni di continuità, quantità di moto, temperatura, salinità e densità. La densità non dipende dalla pressione ma dai soli gradienti di temperatura e salinità. Per il modello 3D, la superficie libera è modellata utilizzando l'approccio di trasformazione delle coordinate sigma o combinato sigma-z. A seguire si presentano in coordinate cartesiane, le equazioni utilizzate.

Equazione di continuità:

$$\frac{\partial u}{\partial x}+\frac{\partial v}{\partial y}+\frac{\partial w}{\partial z}=S$$

Equazione della quantità di moto lungo la componente x:

$$\frac{\partial u}{\partial t}+\frac{\partial u^2}{\partial x}+\frac{\partial vu}{\partial y}+\frac{\partial wu}{\partial z}=fv-g\frac{\partial \eta}{\partial x}-\frac{1}{\rho_0}\frac{\partial p_a}{\partial x}-\frac{g}{\rho_0}\int_z^{\eta}\frac{\partial \rho}{\partial x}dz+F_u+\frac{\partial}{\partial z}\left(v_t\frac{\partial u}{\partial z}\right)+u_sS$$

Equazione della quantità di moto lungo la componente y:

$$\frac{\partial v}{\partial t}+\frac{\partial v^2}{\partial y}+\frac{\partial uv}{\partial x}+\frac{\partial wv}{\partial z}=fu-g\frac{\partial \eta}{\partial y}-\frac{1}{\rho_0}\frac{\partial p_a}{\partial y}-\frac{g}{\rho_0}\int_z^{\eta}\frac{\partial \rho}{\partial y}dz+F_v+\frac{\partial}{\partial z}\left(v_t\frac{\partial v}{\partial z}\right)+v_sS$$

Il calcolo degli scambi di temperatura (T) e di salinità (s) è modellato secondo le equazioni generali del trasporto:

$$\frac{\partial T}{\partial t}+\frac{\partial uT}{\partial x}+\frac{\partial vT}{\partial y}+\frac{\partial wT}{\partial z}=F_T+\frac{\partial}{\partial z}\left(D_v\frac{\partial T}{\partial z}\right)+\hat{H}+T_sS$$

$$\frac{\partial s}{\partial t}+\frac{\partial us}{\partial x}+\frac{\partial vs}{\partial y}+\frac{\partial ws}{\partial z}=F_s+\frac{\partial}{\partial z}\left(D_v\frac{\partial s}{\partial z}\right)+\hat{H}+s_sS$$

I termini di diffusività orizzontale sono definiti da:

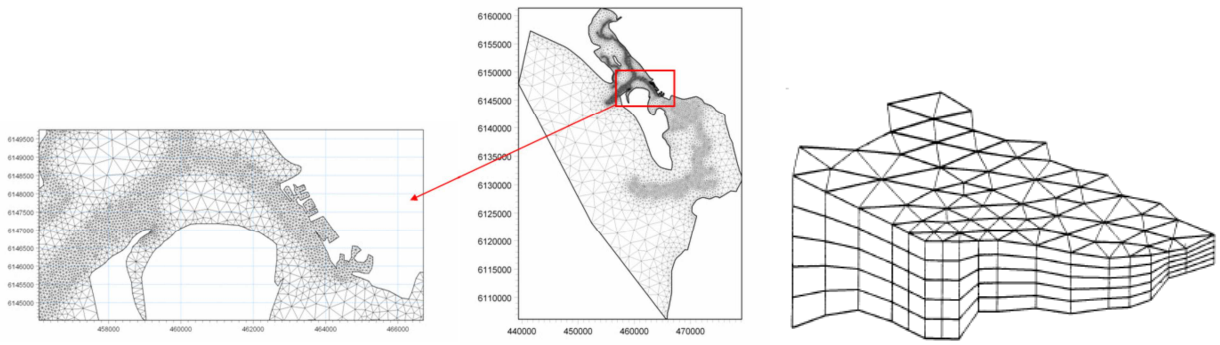
$$(F_T,F_s)=\left[\frac{\partial}{\partial x}\left(D_h\frac{\partial}{\partial x}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(D_h\frac{\partial}{\partial y}\right)\right](T,s)$$

Le equazioni per l'idrodinamica bidimensionale sono ottenute integrando le equazioni lungo la verticale. Possono essere considerati anche gli scambi termici con l'atmosfera.

Symbol list	
t	*time*
x, y, z:	*Cartesian coordinates*
u, v, w:	*flow velocity components*
T, s:	*temperature and salinity*
D_v :	*vertical turbulent (eddy) diffusion coefficient*
$\hat{H}$:	*source term due to heat exchange with atmosphere*
S:	*magnitude of discharge due to point sources*
T_s, s_s :	*temperature and salinity of source*
F_T, F_s, F_c :	*horizontal diffusion terms*
D_h :	*horizontal diffusion coefficient*
h :	*depth*

TECNICHE DI SOLUZIONE

La versione FM utilizza un metodo ai volumi finiti per la discretizzazione delle equazioni di flusso e trasporto con valori centrati sul singolo elemento. Il dominio spaziale è discretizzato tramite la suddivisione del continuo in elementi/celle non sovrapposte.

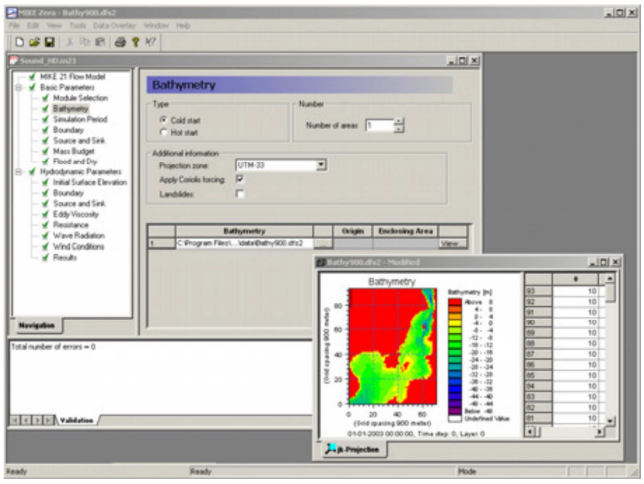


Il dominio di calcolo è discretizzato nelle dimensioni orizzontali attraverso una maglia non strutturata costituita da triangoli. Nel modello 2D gli elementi possono essere triangolari o quadrilateri.

INPUT AL MODELLO

Il modello MIKE 21 HD necessita di una serie di dati di input che si possono raggruppare in differenti categorie, ovvero:

- parametri di base (es. mesh di calcolo, durata della simulazione);
- fattori di calibrazione (es. scabrezza, viscosità turbolenta);
- condizioni iniziali (es. livelli e campi di corrente);
- condizioni al contorno (es. oscillazioni di marea, portate);
- altre forzanti (es. campi di vento, radiation stress, apporti puntuali di portata).

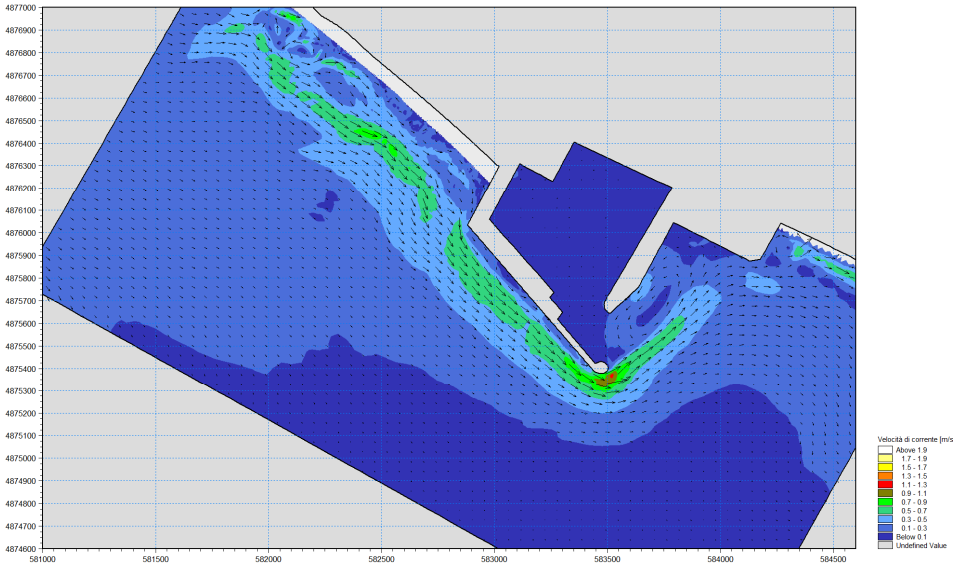


OUTPUT DEL MODELLO

I risultati di un'applicazione modellistica bidimensionale possono essere rappresentati con i molteplici strumenti di visualizzazione statica e dinamica a corredo dello strumento modellistico utilizzato. Gli strumenti di post processing consentono di creare animazioni da esportare ed utilizzare in ambiente di lavoro esterno alla piattaforma modellistica utilizzata per il calcolo numerico.

L'utilizzo di un approccio di tipo bidimensionale, permette di indagare non solo l'intensità del fenomeno ma anche direzione e verso del vettore velocità in ogni cella della matrice. Per ciascuna cella/elemento di calcolo (griglia classica o flessibile), è possibile ottenere le variazioni temporali delle seguenti variabili:

- profondità e livelli idrici;
- flussi di corrente nelle direzioni principali;
- densità, temperatura e salinità;
- velocità di corrente e direzione;
- velocità del vento;
- pressione atmosferica.



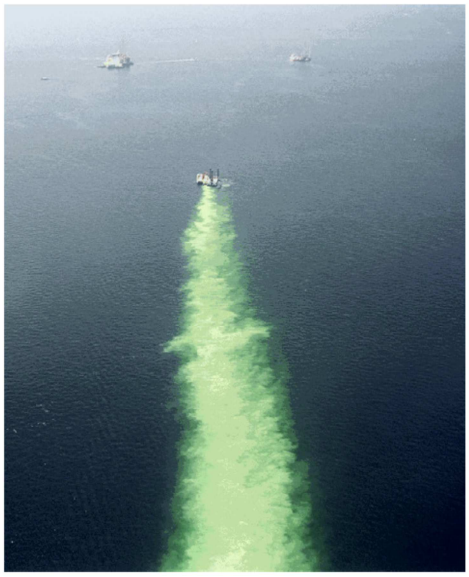
MODULO TRASPORTO SOLIDO – sedimenti coesivi (MT)

MT (Mud Transport) è il modulo di MIKE 21 che descrive l'erosione, il trasporto e la deposizione di limi e misture sabbie/limi sotto l'azione di correnti e di onde.

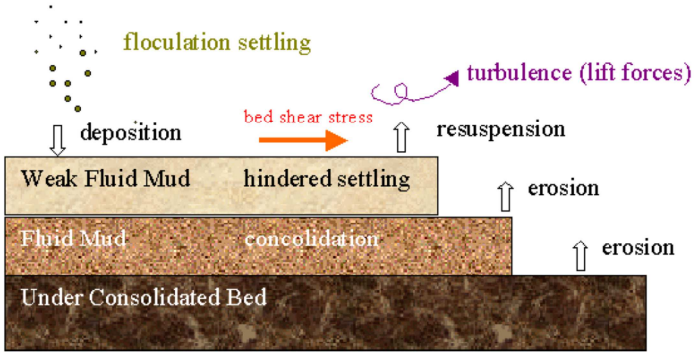
Il modulo MT calcola il trasporto solido sulla base delle simulazioni idrodinamiche effettuate con il modulo HD ed eventualmente delle simulazioni di moto ondoso effettuate con SW. Per effettuare simulazioni a fondo mobile è possibile includere il feedback degli effetti dell'idrodinamica sulla batimetria utilizzando i moduli HD, SW ed MT in maniera accoppiata.

Il Modulo MT può essere applicato in svariati casi, laddove si verificano fenomeni di erosione, deposizione e dispersione di sedimenti fini. In particolare: per studi di trasporto solido per materiali coesivi o per misture sabbie/limi in estuari o aree costiere, nelle quali sono importanti gli aspetti ambientali e può facilmente diminuire la qualità dell'acqua; insabbiamento nei porti, canali navigabili, fiumi, invasi; studi di dragaggio di fondali e del relativo plume.





E' possibile includere in MIKE 21 MT: simulazione di frazioni multiple di sedimenti; simulazione di diversi "bed layers"; flocculazione; inclusione di sedimenti non-coesivi; bed shear stress risultanti dall'azione combinata onde-correnti; update morfologico del fondale; consolidamento.



EQUAZIONI DEL MODELLO

Le equazioni del modulo MT sono basate essenzialmente su *Mehta et al*. (1989), che riguardano il movimento del sedimento fine in un fluido e la sua interazione con il fondo. L'azione del moto ondoso è introdotta mediante il "bed shear stress". L'equazione del trasporto è descritta di seguito (*Teisson* 1991):

$$\frac{\partial c^i}{\partial t}+\frac{\partial uc^i}{\partial x}+\frac{\partial vc^i}{\partial y}+\frac{\partial wc^i}{\partial z}-\frac{\partial w_s c^i}{\partial z}=\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\upsilon_{Tx}}{\sigma^i_{Tx}}\frac{\partial c^i}{\partial x}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{\upsilon_{Ty}}{\sigma^i_{Ty}}\frac{\partial c^i}{\partial y}\right)+\frac{\partial}{\partial z}\left(\frac{\upsilon_{Tz}}{\sigma^i_{Tz}}\frac{\partial c^i}{\partial z}\right)+S^i$$

Symbol list	
t	*time*
x, y, z:	*Cartesian co-ordinates*
u, v, w:	*flow velocity components*
D_v *:*	*vertical turbulent (eddy) diffusion coefficient*
c^i*:*	*the i'th scalar component (defined as the mass concentration)*
$w_s{}^i$*:*	*fall velocity*
$\sigma_{Tx}{}^i$ *:*	*turbulent Schmidt number*
ν_{Tx} *:*	*anisotropic eddy viscosity*
S^i*:*	*source term*

La velocità di sedimentazione, descritta dal termine $\frac{\partial w_s c^i}{\partial z}$, può essere specificata come un valore costante se la concentrazione del sedimento risulta inferiore ad un determinato valore ($c < c_{floc}$). Al di sotto di tale valore di concentrazione, la flocculazione può essere ritenuta trascurabile e pertanto si può applicare un valore costante della velocità di sedimentazione ($w_s = k$).
Nel momento in cui $c > c_{floc}$, il sedimento inizia a flocculare e la velocità di sedimentazione viene descritta dalla relazione seguente (Burt 1986):

$$w_s = k \times \left(\frac{c}{\rho_{sediment}}\right)^{\gamma}$$

laddove k è una costante, $\rho_{sediment}$ è la densità del sedimento e γ è un coefficiente che regola la sedimentazione.

Nel momento in cui viene raggiunta una concentrazione di sedimenti relativamente alta ($c > c_{hindered}$) i fiocchi di sedimento iniziano ad ostacolarsi l'un l'altro, per tale motivo la velocità di sedimentazione si riduce. Tale riduzione è implementata nel codice secondo le formulazioni di Richardshon e Zaki (1954) e Winterwerp (1999).

La Deposizione è descritta nel modo seguente (Krone, 1962):

$$S_D = w_s c_b p_D$$

Dove w_s è la velocità di sedimentazione, c_b è la concentrazione di sedimento sospeso al fondo e p_D è espressione della probabilità di deposizione:

$$p_D = 1 - \frac{\tau}{\tau_{cd}}$$

L'erosione è trattata nel modello in due modi differenti, in funzione della consistenza del fondale. Per fondali consolidati, il tasso di erosione S_E viene definito nel modo seguente (Partheniades, 1965):

$$S_E = E\left(\frac{\tau_b}{\tau_c} - 1\right)^n$$

Dove E è l'erodibilità, n rappresenta la potenza dell'erosione, τ_b è il "bed shear stress" mentre τ_c è il "bed shear stress" critico.

Nel caso di fondale parzialmente consolidato il tasso di erosione viene definito secondo Parchure e Mehta (1985):

$$S_E = E\left(e^{\alpha\sqrt{\tau_b - \tau_c}}\right)$$

Nel caso simulazioni a lungo termine la consolidazione di sedimenti depositati può ricoprire un ruolo importante. Nel caso in cui si utilizzino diversi "bed layers" è possibile applicare un tasso di transizione (T_i) che consente ai sedimenti degli strati superiori di passare agli strati inferiori (consolidamento).

TECNICHE DI SOLUZIONE

La soluzione delle equazioni del trasporto è strettamente legata alla soluzione delle condizioni idrodinamiche. La discretizzazione spaziale delle equazioni di base viene effettuata utilizzando un approccio ai volumi finiti. Il dominio spaziale è discretizzato da una suddivisione del continuo in celle non sovrapposte . Nel piano orizzontale viene utilizzata una mesh non strutturata mentre nel dominio verticale (nel caso di modello 3D) viene utilizzata una mesh strutturata. L'integrazione temporale è effettuata utilizzando uno schema esplicito.

INPUT AL MODELLO

Premesso che la dinamica dei sedimenti coesivi è tale da richiedere sempre un grande lavoro di calibrazione, i principali parametri da inserire in input sono i seguenti:

- velocità di sedimentazione;
- "shear stress" critico per l'erosione e la deposizione;
- caratteristiche dell'erosione (coefficienti di erosione e potenza);
- concentrazioni dei sedimenti ai contorni aperti;
- coefficienti di dispersione;
- spessore dei "bed layers";
- coefficienti di transizione tra i layers;
- densità dei "bed layers"

OUTPUT DEL MODELLO

I principali output che fornisce il modello sono: concentrazioni di sedimenti sospesi nel tempo e nello spazio; spessori o massa di sedimenti che costituiscono i “bed layers”; tasso di sedimentazione netta, ecc..

