

PIANO NAZIONALE PER GLI INVESTIMENTI COMPLEMENTARI

DECRETO-LEGGE 6 maggio 2021, n. 59, "Misure urgenti relative al Fondo complementare al Piano nazionale di ripresa e resilienza e altre misure urgenti per gli investimenti"

PORTO DI NAPOLI
PROLUNGAMENTO E RAFFORZAMENTO DELLA DIGA FORANEA DUCA D'AOSTA
LOTTO B: RAFFORZAMENTO I STRALCIO
CUP: G65F20001560006



Autorità di Sistema Portuale Mar Tirreno Centrale
Porti Napoli
Missione M3C2
Fonte Finanziamento PNC
Importo Finanziamento 150,00 mln €

Progettazione definitiva

MODI Responsabile integrazione prestazioni specialistiche
Prof. Ing. A. Noli

SISPI engineering Coordinamento gruppo di progettazione
Ing. M. Di Stefano

VAMS Ingegneria Coordinamento sicurezza in fase di progettazione
Ing. N. Saraca

REACT Impianti
Arch. F. M. Azzopardi

vdp Studi ambientali
Ing. F. Ventura

gia CONSULTING Studi geologici
Dott. geol. S. Costabile

Progettazione esecutiva

F&M Responsabile integrazione prestazioni specialistiche
ingegneria Ing. Tommaso Tassi

Coordinamento gruppo di lavoro
Ing. Luca Masiero

Strutture
Ing. Francesco Monisso

Geotecnica
Ing. Riccardo Bullo

Impianti
Ing. Leonardo De Benetti

L'Appaltatore

Consorzio Stabile Grandi Lavori S.c.r.l.

Legale rappresentante
Geom. Umberto Esposito

L'impresa esecutrice

R.C.M. COSTRUZIONI GRUPPO RAINONE

Legale rappresentante
Ing. Elfo Rainone

CODICE DOCUMENTO:

1 4 9 4 0 1 N A D A P E C A N r 0 1

IL R.U.P.
Ufficio Tecnico
dell'AdSP del Mar Tirreno Centrale
Ing. Rosa PALMISANO

PROGETTO ESECUTIVO

TAVOLA
CAN-r01

TITOLO ELABORATO
Relazione sulla cantierizzazione

SCALA
-

2					
1					
0	PRIMA EMISSIONE	Aprile 2024	L. Masiero	L. Masiero	T. Tassi
REV.	DESCRIZIONE DELLE REVISIONI	DATA	Redatto:	Controllato:	Approvato:



INDICE

1	INTRODUZIONE.....	2
2	INDICAZIONI GENERALI PER LA PREVENZIONE DELL'INQUINAMENTO AMBIENTALE.....	5
3	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI PREVISTI.....	7
4	GESTIONE DELLE AREE DI CANTIERE E DELLE FASI REALIZZATIVE	11
4.1	Varco e Viabilità di Cantiere	11
4.2	Aree di Cantiere.....	12
4.3	Mezzi Operativi.....	15
4.4	Fasi Realizzative	16
5	IMPATTI AMBIENTALI	29
5.1	Emissioni in atmosfera	29
5.2	Inquinamento acustico	30
5.3	Torbidità dell'Acqua marina	31
6	MISURE DI MITIGAZIONE DEGLI IMPATTI AMBIENTALI	32
6.1	Contenimento emissioni di polveri in atmosfera	32
6.2	Riduzione dell'inquinamento acustico	32
6.3	Tutela dell'ecosistema marino	33
6.4	Contenimento sversamenti accidentali per le area di cantiere a terra.....	34
7	RIPRISTINO DELLE AREE UTILIZZATE.....	35
8	ADDESTRAMENTO DELLE MAESTRANZE	35

1 INTRODUZIONE

La presente relazione ha per oggetto la descrizione del sistema di cantierizzazione previsto per gli interventi di “Rafforzamento della diga Duca d’Aosta (Lotto B – I Stralcio) del porto di Napoli”.



Esso è parte del più ampio progetto denominato “Prolungamento e rafforzamento della Diga Foranea Duca D’Aosta”, suddiviso dall’AdSP in due distinti lotti funzionalmente indipendenti trattandosi di interventi su infrastrutture esistenti collocati in aree diverse ed asserviti a diversi obiettivi:

- Lotto A – Prolungamento a levante con cassoni cellulari della diga foranea, allo scopo di migliorare la protezione dell’imboccatura di levante del porto di Napoli e le banchine della nuova darsena di levante
- Lotto B – Rafforzamento della diga con opere a gettata ed interventi locali di ripristino/riparazione delle strutture esistenti, finalizzate a mitigare il rischio di instabilità dell’infrastruttura esistente.

In particolare, in ragione dei finanziamenti disponibili, l’AdSP ha ulteriormente suddiviso il Lotto B in due stralci funzionali:

- Il primo stralcio funzionale, oggetto del presente appalto e finanziato con i fondi complementari del PNRR, prevede il rafforzamento della diga con opera a gettata tra le progr. 910,00 m circa e 1770,00 m circa, per una lunghezza di 860.00 m circa comprensivo dei due conoidi di chiusura di levante e di ponente, a protezione del tratto caratterizzato da maggiori dissesti e danni;
- Il secondo stralcio funzionale prevede la realizzazione a ponente di un ulteriore rafforzamento con opera a gettata, tra le prog. 660,00 m e 910,00 m, per una lunghezza di circa 250.00m ed escluso dal presente appalto.



L'intervento infrastrutturale di rafforzamento della diga foranea rientra tra quelli classificati come "interventi di urgenza" a norma dell'art.3, comma 1) lettera h) del DM Ambiente (26/01/2023), ovvero "interventi necessari per ovviare a eventi imprevedibili la cui mancata esecuzione determinerebbe situazioni di grave pregiudizio alla salute pubblica e/o all'ambiente".

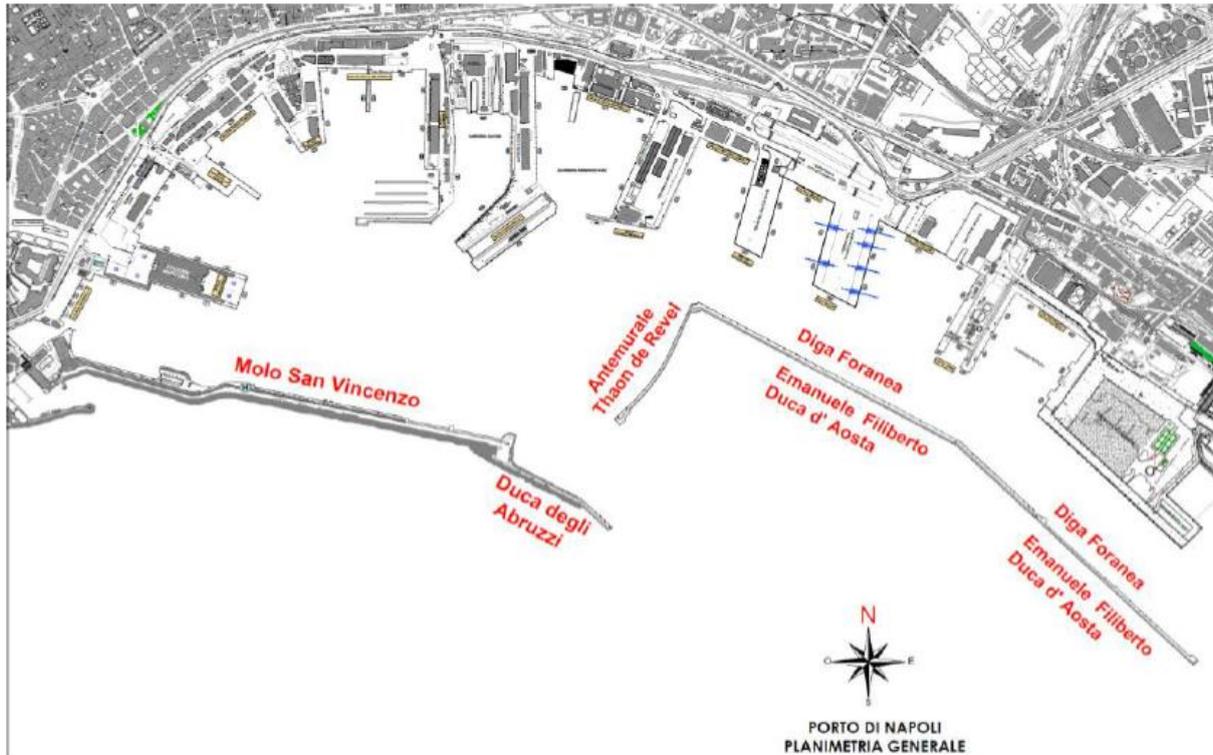
Infatti, la Diga Foranea del Porto di Napoli è l'infrastruttura – connotata attualmente da elementi di notevole fragilità – che protegge il bacino portuale e tutti i 72 ormeggi interni, dagli eventi meteomarini.

La diga foranea Duca d'Aosta e l'antemurale Thaon de Revel, oggetto della presente relazione, fanno parte del sistema di opere di difesa dall'azione del moto ondoso dello specchio acqueo interno al porto di Napoli, che da ponente verso levante si articola nelle seguenti strutture:

- Molo S. Vincenzo, radicato all'estremità di ponente dell'impianto portuale, in prossimità della darsena Acton;
- Diga Duca degli Abruzzi, disposta in prosecuzione del già menzionato Molo S. Vincenzo;
- Antemurale Thaon de Revel, diga curvilinea distaccata dalla linea di costa e ubicata a NE della imboccatura principale del porto;
- Diga Foranea Emanuele Filiberto Duca d'Aosta (nel seguito Duca d'Aosta): parallela alla linea di costa, radicata all'estremità di NE dell'Antemurale Thaon de Revel, che si estende per circa 2300 metri dall'imboccatura principale del porto fino all'imboccatura di ponente, con orientamento in direzione Nord-Ovest.



RELAZIONE SULLA CANTIERIZZAZIONE



Il molo S. Vincenzo, la diga Duca degli Abruzzi e la diga Duca d'Aosta proteggono il bacino portuale dai marosi della traversia principale, mentre l'antemurale Thaon de Revel difende il porto da quelli della traversia secondaria, che per la parte che riesce a penetrare nel bacino portuale vengono dissipati nell'avamposto.

Relativamente alla tipologia costruttiva, il Molo S. Vincenzo e il primo tratto della Diga Duca degli Abruzzi sono del tipo a gettata di massi (o a scogliera); il secondo tratto della Diga Duca degli Abruzzi, l'Antemurale Thaon de Revel e la Duca d'Aosta sono del tipo a parete verticale.



2 INDICAZIONI GENERALI PER LA PREVENZIONE DELL'INQUINAMENTO AMBIENTALE

Le indicazioni contenute all'interno del presente elaborato sono adottate dall'Impresa esecutrice al fine di tutelare l'ambiente durante le attività di cantiere e le operazioni di ripristino dei luoghi.

L'Impresa è tenuta al rispetto della normativa vigente in campo ambientale e ad acquisire le autorizzazioni ambientali necessarie allo svolgimento delle attività.

A tal riguardo, è stato predisposto un aggiornamento del Piano di monitoraggio ambientale (elab. 1494-01-NA-DA-PE-AMB-r02-0 Piano di monitoraggio ambientale) approvato dagli enti competenti e che riguarda i seguenti aspetti:

- **Rumore:** Nell'aggiornamento del piano di monitoraggio di progetto vengono attenzionati gli impatti ante operam ed in corso d'opera, cumulati non solo con i lavori di prolungamento della diga Duca d'Aosta ma anche con quelli di ripristino della cassa di colmata in località Vigliena.
- **Qualità dell'aria:** Anche tale aspetto è contemplato nell'aggiornamento del piano di monitoraggio, in cui è inclusa anche la parte relativa all'inquinamento atmosferico legato al transito degli automezzi sulla viabilità e dell'impatto che tale traffico produce in termini di NOx, CO, O3, particolato primario ed eventualmente secondario sui recettori più vicini. Anche per questo aspetto vale quanto al precedente punto per impatti cumulati con lavori di ripristino della cassa di colmata in località Vigliena.
- **Monitoraggio componenti marine:** Per questo aspetto è stato previsto un monitoraggio intensivo su tutte le componenti di interesse: colonna d'acqua, bentos e sedimenti. L'aggiornamento del piano di monitoraggio prevede, anche durante la fase di cantiere, le misure in continuo per misure di torbidità e ossigeno, operando con tecnica di feedback monitoring che prevede la sospensione delle attività quando i livelli di ossigeno disciolto scendono sotto i 2 mg O₂ L⁻¹ o livelli critici di trasparenza. I dati acquisiti durante tutte le attività di cantiere dovranno essere archiviati e messi a disposizione alle autorità di controllo, unitamente a un verbale delle attività svolte e delle eventuali sospensioni dei lavori.
- **Habitat e biocenosi marine:** il monitoraggio verrà effettuato da biologi marini esperti secondo l'approccio BACI (Before After Control Impact), seguendo scrupolosamente le linee guida ISPRA e le metodologie standard previste dalla MSFD; e sarà condotta una caratterizzazione Video HD in tutta l'area di interesse fino a un raggio di 200 m dal limite dell'area interessata dai lavori. I risultati del monitoraggio saranno trasmessi prima dell'avvio dei lavori, in corso d'opera e post operam.

L'attività da eseguire, in funzione delle caratteristiche specifiche dell'opera e dei lavori da realizzare, rimane sottoposta a tutte le norme vigenti in materia di tutela ambientale, anche dove non eventualmente richiamate o trattate solo parzialmente nella presente relazione; rimane altresì sottoposta a tutte le prescrizioni contenute nei diversi atti autorizzativi rilasciati dalle autorità competenti.



Le attività di mitigazione riguarderanno la minimizzazione delle emissioni di CO₂, inquinanti atmosferici e rumore esterni. Il materiale usato verrà reperito in aree prossime all'area di cantiere per minimizzare l'impatto legato al trasporto. A tal riguardo, è stata allestita nell'area di cantiere un impianto di betonaggio, con capacità di 1000 mc/g.

Tale scelta produce il vantaggio che non sarà necessario ricorrere a impianti esterni che comporterebbero l'impegno della viabilità urbana con almeno 80 autobetoniere al giorno.

Tutti i mezzi d'opera stradali utilizzati rispettano la classe di compatibilità ambientale Euro 6, mentre i mezzi d'opera non stradali (NRMM) rispettano prevalentemente lo standard europeo TIER 5 (corrispondente all'americano Stage V).

Da un punto di vista degli standard ambientali, le parti meccaniche sono progettate per rispettare i più elevati e recenti standard in termini di riduzione delle emissioni nocive, garantendo la salubrità dell'ambiente lavorativo alla manodopera impiegata nelle attività di cantiere.

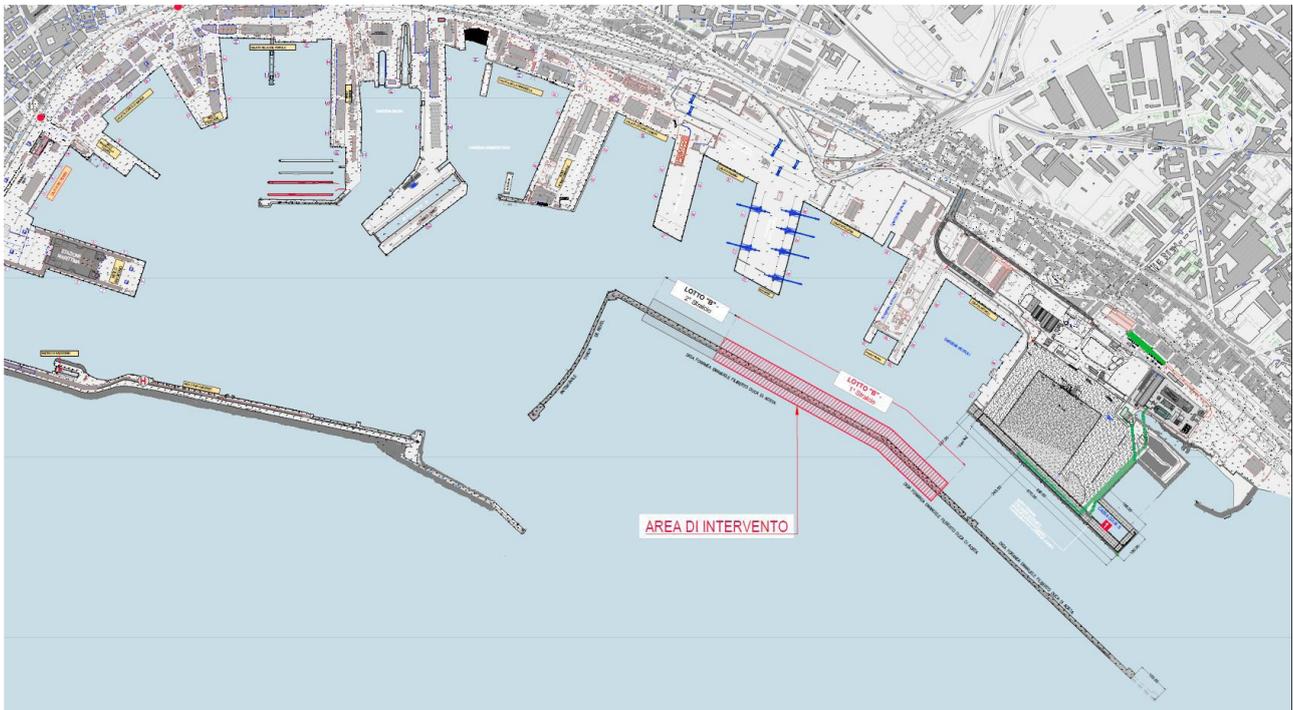
Relativamente alla acustica tutti i principali mezzi utilizzati in cantiere sono conformi alla Direttiva Europea 2000/14/CE concernente l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto.

3 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI PREVISTI

L'intervento infrastrutturale previsto in progetto è quello di rafforzamento della diga foranea che, attualmente, risulta parzialmente crollata in alcune parti e, pertanto, si rinvengono in più sezioni aperture molto ampie del muro paraonde e della sovrastruttura dei cassoni.



L'intervento di rafforzamento e messa in sicurezza prevede la formazione di un'opera a gettata a ridosso dell'esistente Diga costituita da materiale lapideo di natura calcarea, con mantellata esterna formata da tetrapodi da 16 m³ e tetrapodi 4 m³ al piede, caratterizzata da una ampia berma posta alla quota della parte sommitale del muro paraonde esistente. Il tutto finalizzato a stabilizzare la struttura della Diga ed a ridurre le sollecitazioni indotte dal moto ondoso sia sui cassoni che sul soprastante muro paraonde.





Nello specifico, gli interventi di cui al presente progetto prevedono:

- la formazione di un'opera a gettata costituita da materiale lapideo di natura calcarea, con mantellata formata da tetrapodi da 16 e tetrapodi 4 m³ al piede, caratterizzata da una berma posta alla quota del muro paraonde esistente, il tutto finalizzato a ridurre le sollecitazioni indotte dal moto ondoso sulla diga a cassoni e sul soprastante muro paraonde per la parte risultata maggiormente esposta;
- interventi localizzati di integrale ricostruzione del muro paraonde e del massiccio soprastante i cassoni esistenti in corrispondenza dei tratti caratterizzati da crolli delle strutture in calcestruzzo, mediante collocazione di massi artificiali, casseri con pannelli prefabbricati, getti in opera, formazione di micropali e riempimento delle cavità per il ripristino strutturale dei cassoni esistenti;
- interventi diffusi di ripristino/riparazione locale delle strutture esistenti, per tutti i 2,6 km della diga Duca d'Aosta e dell'antemurale Thaon de Revel, consistenti in:
 - a) interventi di ripristino e/o ricostruzione del coronamento in pietra lavica;
 - b) interventi di ripristino di cavità subacquee rilevate sul fronte banchina interno porto;
 - c) interventi di sarcitura delle lesioni sul muro paraonde;
 - d) ricostruzione localizzata delle parti divelte della massicciata di coronamento dei cassoni;
 - e) ricostruzione localizzata delle scale di accesso alla diga foranea;
 - f) ricostruzione del paramento lapideo del muro paraonde della Thaon de Revel;
 - g) Demolizione dei fanali di segnalamento non più utilizzabili;
 - h) l'allestimento di un impianto di segnalazione del ciglio di banchina interno con corpi illuminanti a LED alimentati da pannelli fotovoltaici posizionati su fanali posti ad interasse di 50 m.

Ogni intervento previsto è affrontabile sostanzialmente in modo disgiunto per la parte strutturale, tuttavia, esistono forti interdipendenze tra le aree di lavoro di ciascun intervento per la vicinanza con interventi attigui e per il numero dei mezzi necessari per rispettare la tempistica di contratto. In ogni area di cantiere devono essere eseguite numerose attività con occupazione degli spazi adeguati per ogni mezzo d'opera, dovendo garantire l'efficienza delle lavorazioni e la sicurezza del personale.

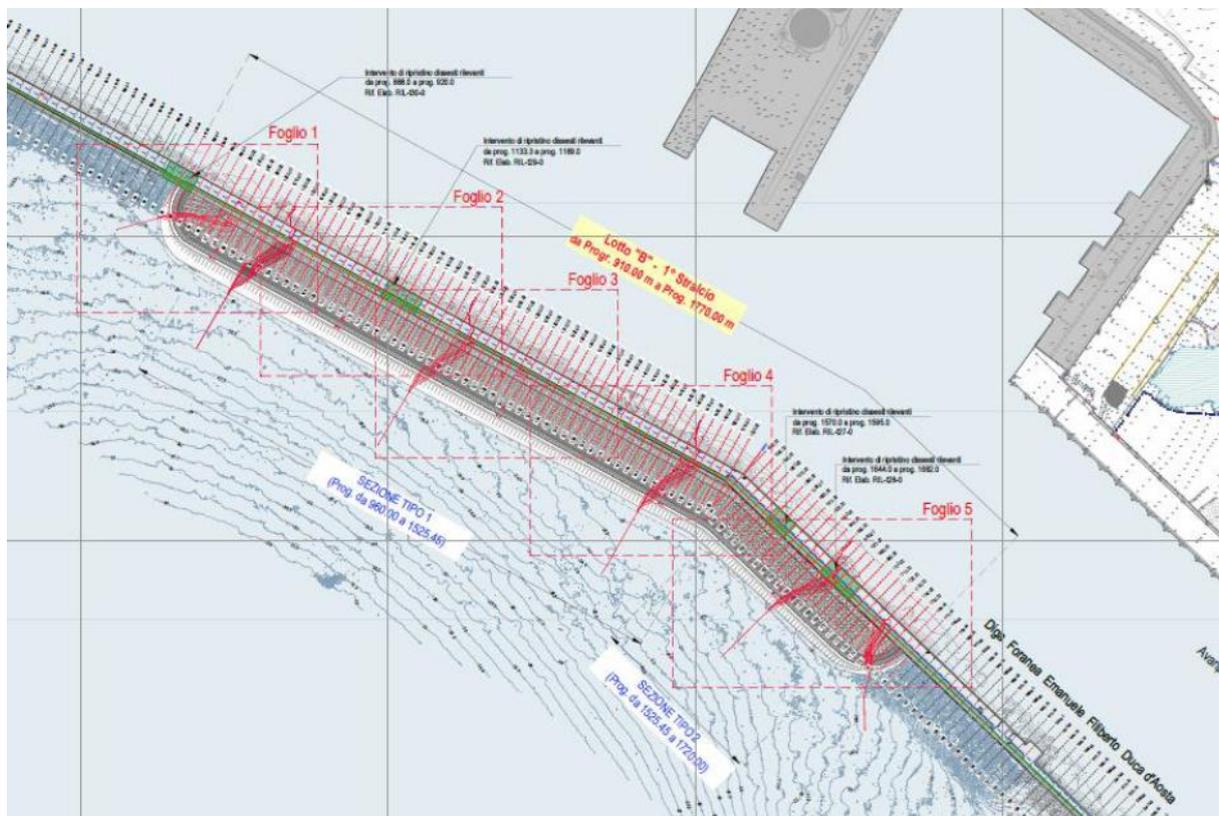
Gli spazi adeguati all'operatività dei mezzi sono evidentemente irrinunciabili: se i mezzi non sono in numero adeguato e se non riescono ad operare in sicurezza e a ricevere i materiali da porre in opera, non è possibile rispettare il programma dei lavori.

Sono stati trattati gli aspetti connessi alla cantierizzazione, ossia tutte le modalità operative che saranno adottate al fine di organizzare ed ottimizzare le metodologie di costruzione, unitamente alla localizzazione delle aree di cantiere ed alla viabilità di collegamento, con l'obiettivo principe di garantire la realizzabilità delle opere nei tempi previsti, minimizzando gli impatti dei lavori sul territorio circostante.

Rafforzamento dei tratti della foranea Duca d'Aosta

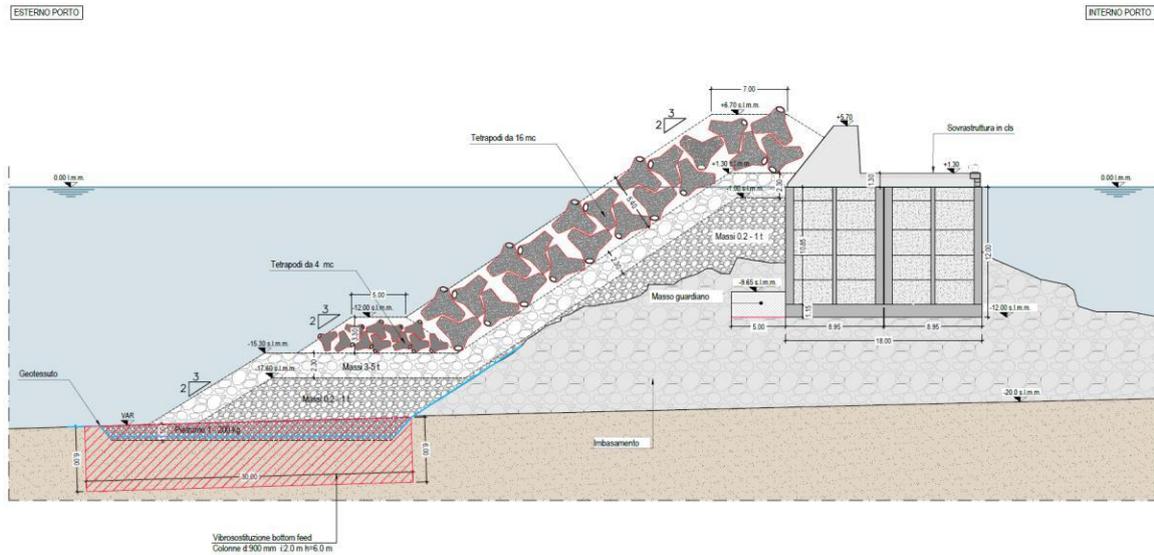
L'intervento prevede la realizzazione lato mare di un'opera a gettata in aderenza ai manufatti esistenti a sezione trapezoidale, costituita da un nucleo in massi naturali di I Cat., protetto da una mantellata lato mare in tetrapodi da 16 m^3 (40 t) disposti in doppio strato con pendenza 3/2 (base su altezza) e poggianti su una berma di protezione al piede realizzata con tetrapodi da 4 m^3 (10 t).

Tale intervento riguarderà il tratto della diga esistente per lunghezza complessiva pari a circa 860 m, compreso tra le progr. 910,00 m e 1770,00 m, per un'area di impronta complessiva pari a circa $860 \times 70 \text{ m}$.



Tra nucleo e mantellata in tetrapodi è previsto uno strato filtro realizzato in massi naturali da 3 - 5 t (III Cat.). Al fine di garantire idonee condizioni di stabilità in fase costruttiva e mitigare eventuali problemi di funzionalità della scogliera in esercizio sotto carichi ciclici in condizioni sismiche, in progetto è stato previsto uno specifico intervento di consolidamento dei terreni naturali di imposta della scogliera esterna, consistente in un intervento di "vibrosostituzione" profonda associato alla predisposizione di uno strato superficiale di idonea pezzatura avente spessore pari a circa 0.50 m e ad un sovrastante strato di pietrame di aggotamento di pezzatura 1-200 kg dello spessore di circa 1.00 m.

Si riporta di seguito una sezione tipologica dell'intervento previsto da progetto.



Interventi locali di ripristino della diga esistente

Dall'analisi dello stato di consistenza dei luoghi è emerso che sia l'antemurale Thaon de Revel che la diga foranea Duca d'Aosta sono caratterizzati dalla presenza diffusa di danni e ammaloramenti, riconducibili principalmente alla vetustà delle opere esistenti ed all'azione negli anni di eventi meteomarini di portata eccezionale.

In particolare, sono stati individuati n. 4 punti in cui la struttura risulta essere caratterizzata da dissesti/crolli del muro paraonde e/o del massiccio di coronamento.

In merito al ripristino/consolidamento locale delle strutture esistenti, il presente progetto prevede n. 4 interventi localizzati di integrale ricostruzione del muro paraonde e del massiccio di coronamento nei tratti caratterizzati da crolli delle strutture in cls, oltre ad Interventi diffusi di ripristino/riparazione locale delle strutture esistenti, estesi per tutti i 2,6 km della diga Duca d'Aosta e dell'antemurale Thaon de Revel.

4 GESTIONE DELLE AREE DI CANTIERE E DELLE FASI REALIZZATIVE

Nonostante il cantiere si sviluppi su un'area di superficie complessiva di circa 147.000 mq, la presenza di numerosi interventi, strettamente connessi tra loro, genera notevoli problematiche legate non soltanto alla complessità degli interventi stessi, ma anche alla gestione del cantiere in termini di organizzazione e di sicurezza. Inoltre, l'area di intervento, inserendosi in un ambito come quello portuale, risulta caratterizzata da un'elevata intensità operativa, con particolare riferimento alle condizioni di viabilità.



4.1 Varco e Viabilità di Cantiere

L'accesso alle aree di cantiere avverrà, per la FASE 1, attraverso il Varco "A" per la parte al di fuori dell'area doganale (attraverso lo stradone Vigliena) e dal Varco "B" per la parte all'interno dell'area doganale.



Per la FASE 2, a seguito di comunicazione da parte della stazione appaltante il cantiere sarà accessibile esclusivamente dal Varco "C", con conseguente chiusura dei due Varchi "A" e "B".



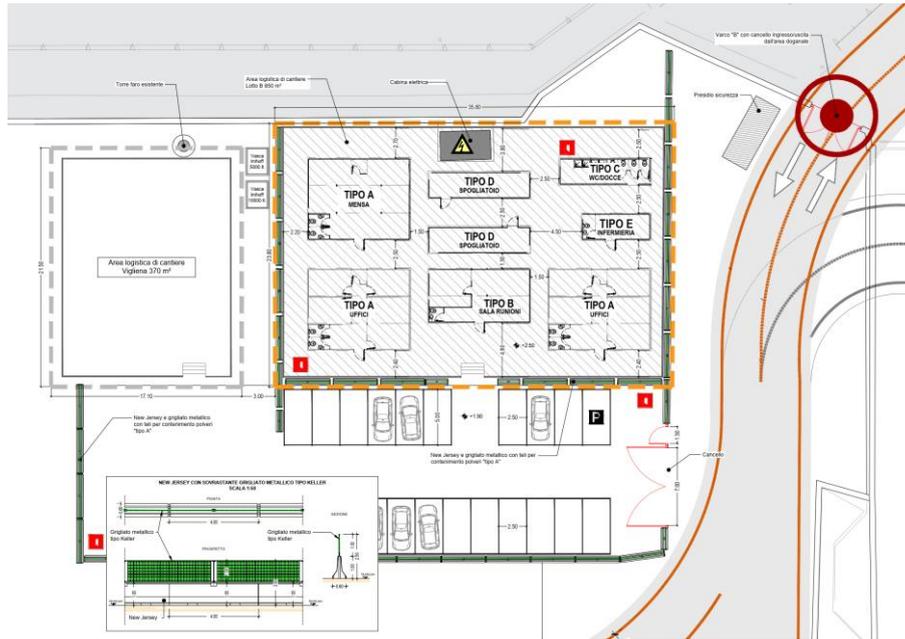
4.2 Aree di Cantiere

Le aree di cantiere sono state suddivise in funzione degli interventi da realizzare, in particolare si prevede:

Area logistica di cantiere

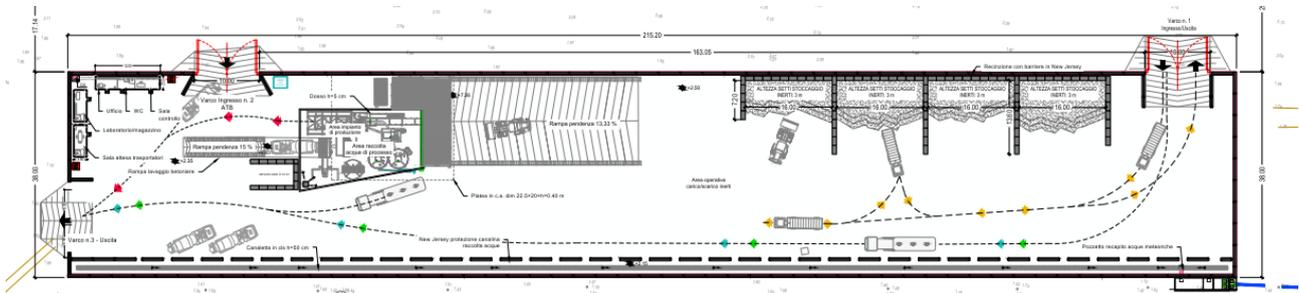
Tale area, ubicata in prossimità del varco B, è destinata alla logistica di cantiere, con l'installazione dei baraccamenti (spogliatoio, mensa, uffici, locale infermeria) e dei servizi igienici a disposizione delle maestranze impiegate.

L'area, di circa 1000 mq, dispone anche di stalli per la sosta degli autoveicoli.



Area di stoccaggio ed impianto di betonaggio

Una porzione di circa 8000 mq dell'area di cantiere sarà allestita con un impianto di betonaggio, di capacità di 1000 mc/g, dotato di silos di stoccaggio del cemento e baie per lo stoccaggio degli inerti.



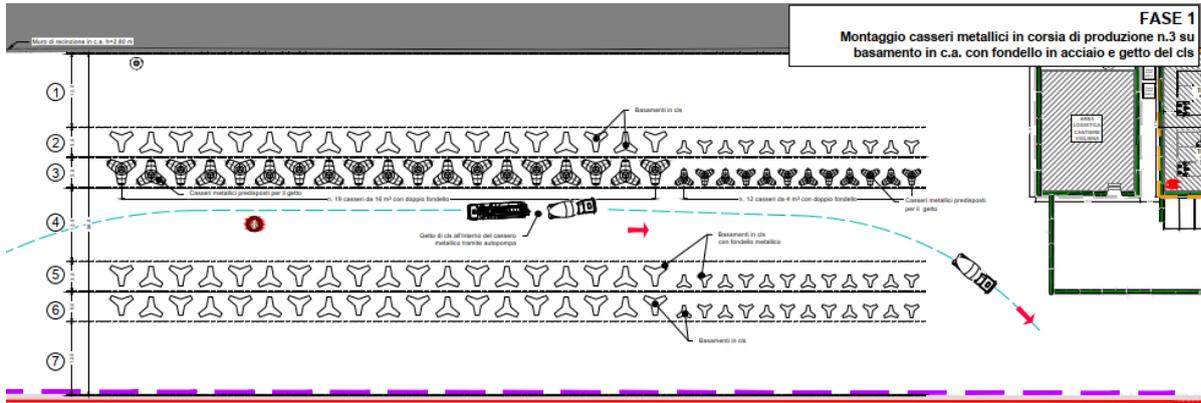
Area per la produzione dei tetrapodi

Nell'area di cantiere si allestirà uno spazio di circa 7.000 mq destinato alla produzione dei tetrapodi

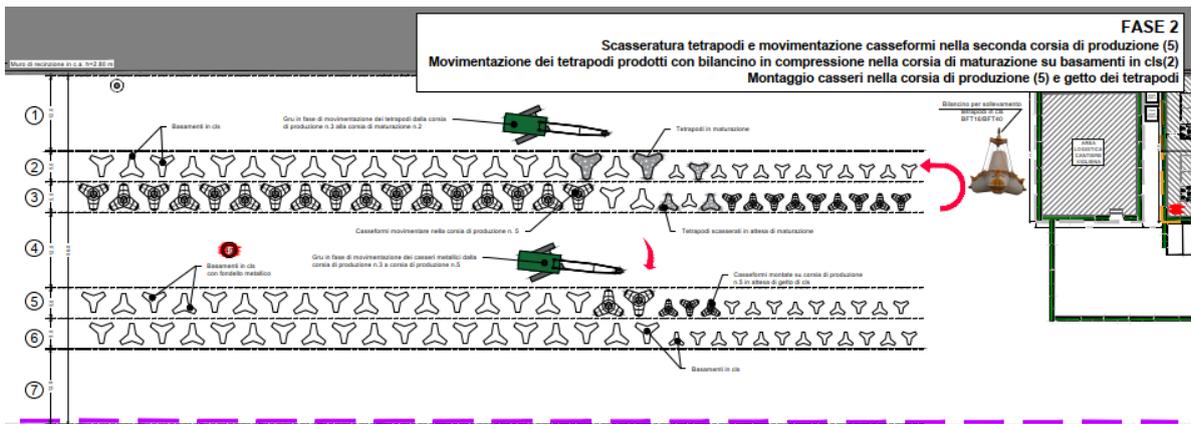
Tale spazio è stato organizzato con due corsie di prefabbricazione e movimentazione in modo da poter effettuare la sequenza delle fasi:

1. Montaggio casseri metallici in una corsia esterna di produzione su basamento in c.a. con fondello in acciaio e getto del cls;

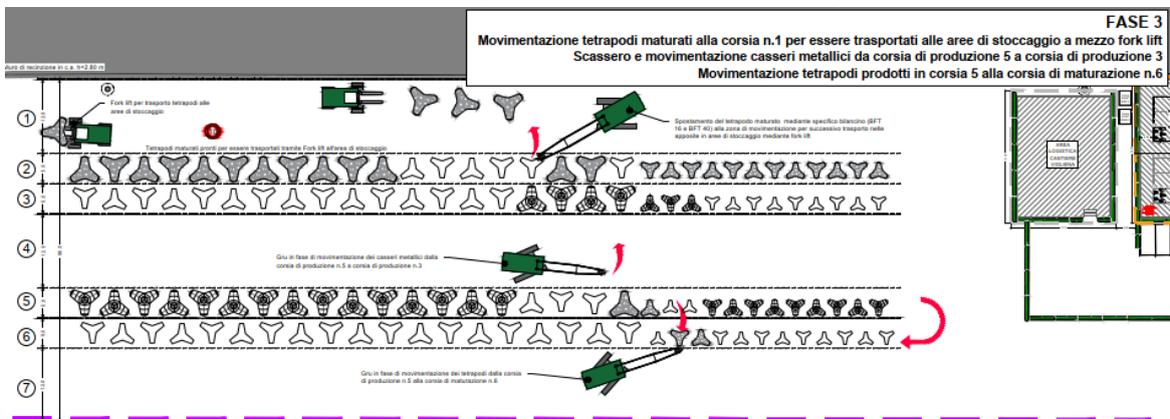
RELAZIONE SULLA CANTIERIZZAZIONE



2. Scasseratura tetrapodi e movimentazione casseformi nella seconda corsia di produzione; Movimentazione dei tetrapodi prodotti con bilancino in compressione nella corsia di maturazione su basamenti in cls; Montaggio casseri nell'altra corsia esterna di produzione e getto dei tetrapodi;

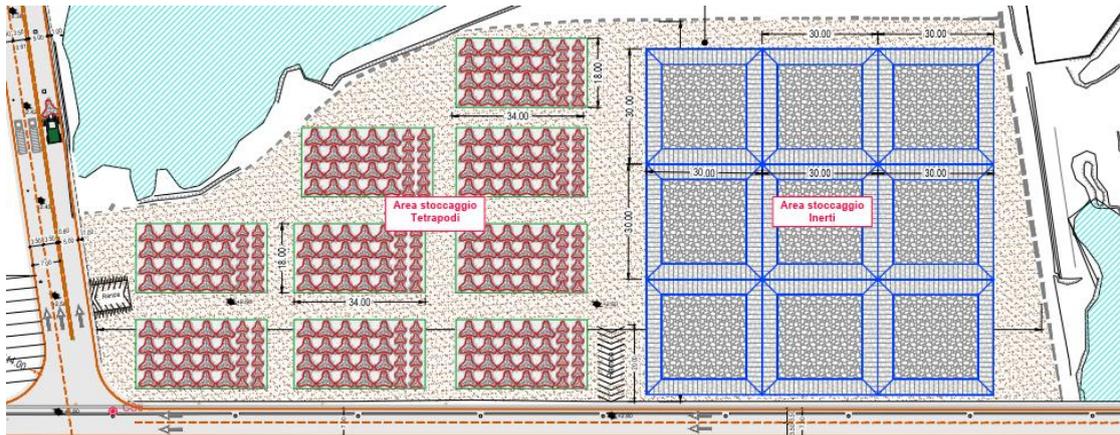


3. Movimentazione dei tetrapodi maturati dalla prima corsia di produzione all'area di stoccaggio a mezzo di forklift; Scassero e movimentazione casseri metallici nell'altra corsia di produzione e movimentazione dei tetrapodi alla corsia di maturazione.



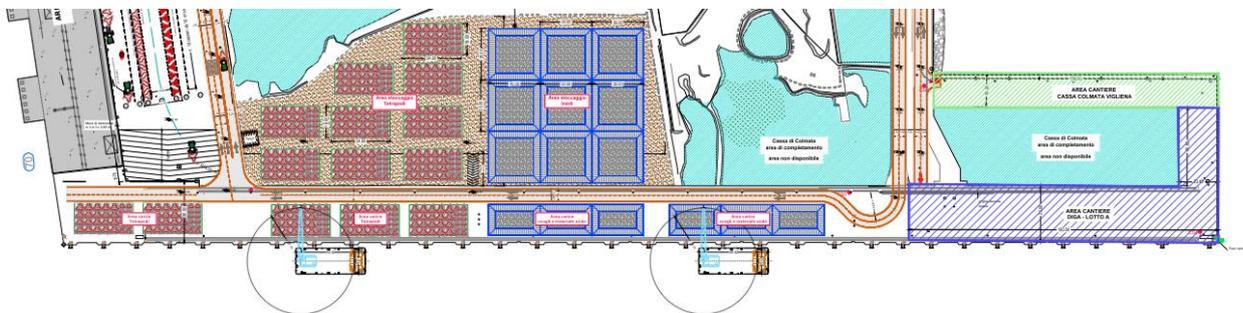
Area di stoccaggio dei tetrapodi e degli inerti

I tetrapodi, una volta maturati, vengono movimentati dall'area di produzione, a mezzo di forklift, in un'area di circa 20.000 mq, posta a tergo della banchina e destinata al loro temporaneo stoccaggio ed a quello degli inerti (scogli, tout venant e ghiaia) necessari per l'esecuzione delle opere previste in progetto.



Area di carico tetrapodi ed inerti

È prevista, infine anche la ripartizione degli spazi di banchina da destinare al carico dei tetrapodi e degli inerti, per agevolare le operazioni da parte dei mezzi navali.



4.3 Mezzi Operativi

I mezzi che si utilizzeranno per la realizzazione degli interventi previsti in progetto saranno di tipo marittimo e terrestre. Essi rispettano i requisiti minimi richiesti per la realizzazione delle opere.

Di seguito un elenco non esaustivo dei mezzi disponibili:

- Autocarro;
- Autobetoniera;
- Forklift;
- Motopontone;
- Gru/Aurogru;

- Escavatore;
- Elevatore telescopico;
- Pala meccanica;
- Dumper.

Tutti mezzi di cantiere saranno muniti di certificazione di conformità e di libretto d'uso e manutenzione

4.4 Fasi Realizzative

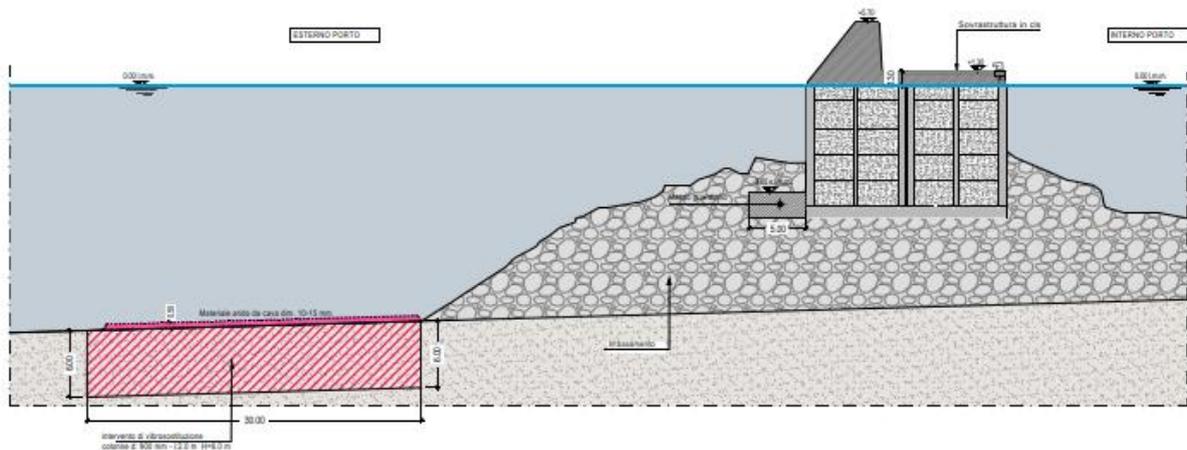
Opere a gettata

Le fasi esecutive dell'opera a gettata sono state definite tenendo conto delle esigenze tecniche legate al ciclo produttivo in cantiere dei tetrapodi e dell'evoluzione dei cedimenti indotti al piede della scogliera ed all'opera esistente in fase esecutiva.

Di seguito si propone uno schema di sviluppo delle diverse fasi esecutive.

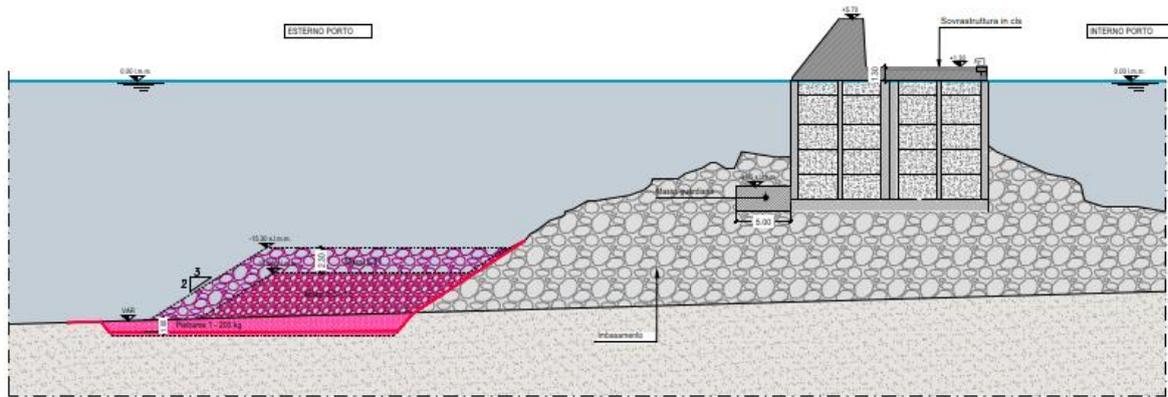
FASE 1.

- Posa in opera primo strato di materiale arido da cava (dimensione inerti 6-20 mm) per uno spessore di circa 50 cm;
- intervento di vibrosostituzione profonda con tecnologia *bottom feed* - formazione di colonne diametro reso $d:900$ mm $h:6.00$ m disposte a quinconce su una maglia di lato 2.00 m;



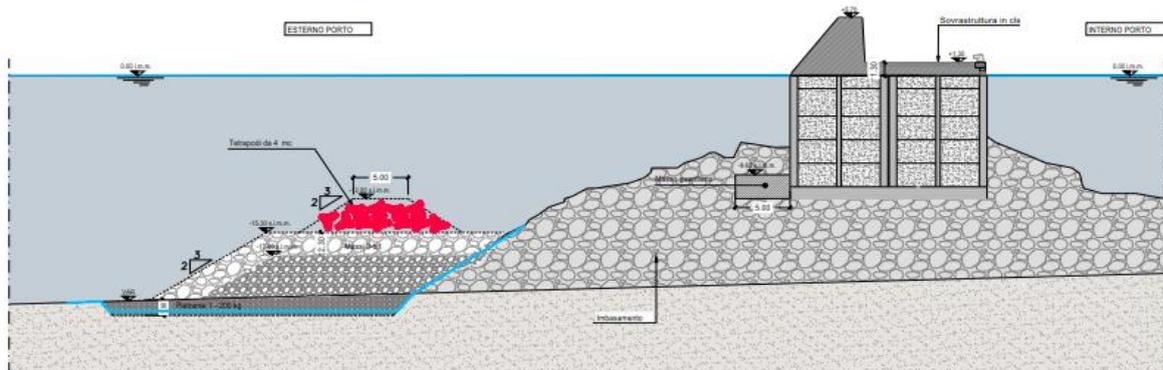
FASE 2.

- Posa in opera di geotessuto e successiva posa in opera di strato in pietrame di altezza
- Formazione del nucleo in massi 0.2 - 1 t fino a quota -17.60 m s.l.m.m.
- formazione mantellata in massi naturali 3 - 5 t fino a quota -15.30 m s.l.m.m;



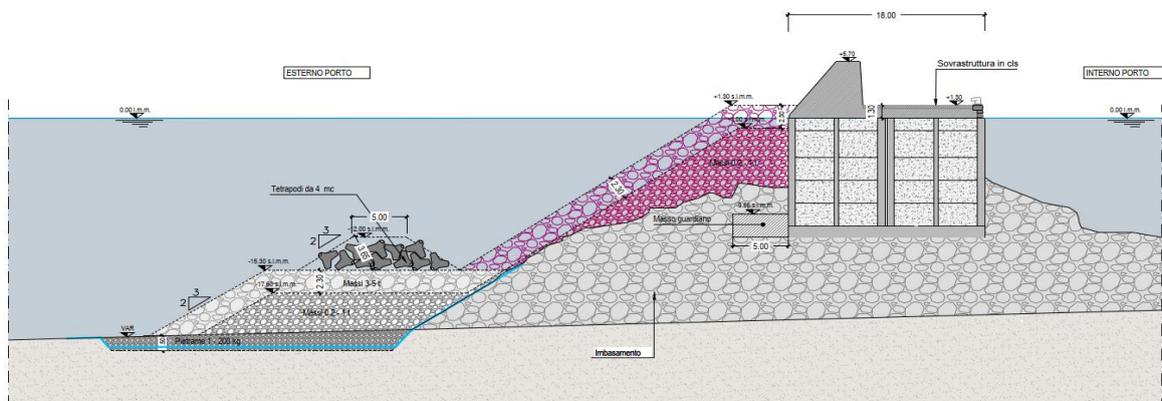
FASE 3.

- a) Formazione berma al piede in tetrapodi da 4 m^3 (quota estradosso berma -12.00 m s.l.m.);



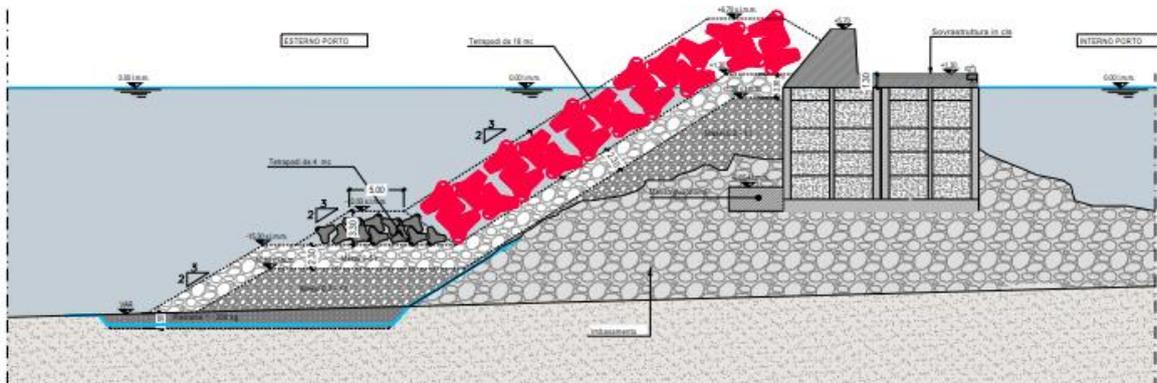
FASE 4.

- a) Formazione del nucleo in massi naturali da $0.2 - 1 \text{ t}$;
b) Formazione dello strato filtro in massi naturali $3 - 5 \text{ t}$;



FASE 5.

- a) Formazione della mantellata in tetrapodi da 16 m^3 ;



La posa in opera dei tetrapodi da 16 m³ dovrà avvenire progressivamente dal basso verso l'alto con realizzazione delle sezioni a tutta sagoma per tratti in avanzamento di 20.0 m.

Interventi di rinforzo e/o riparazione locale delle opere esistenti

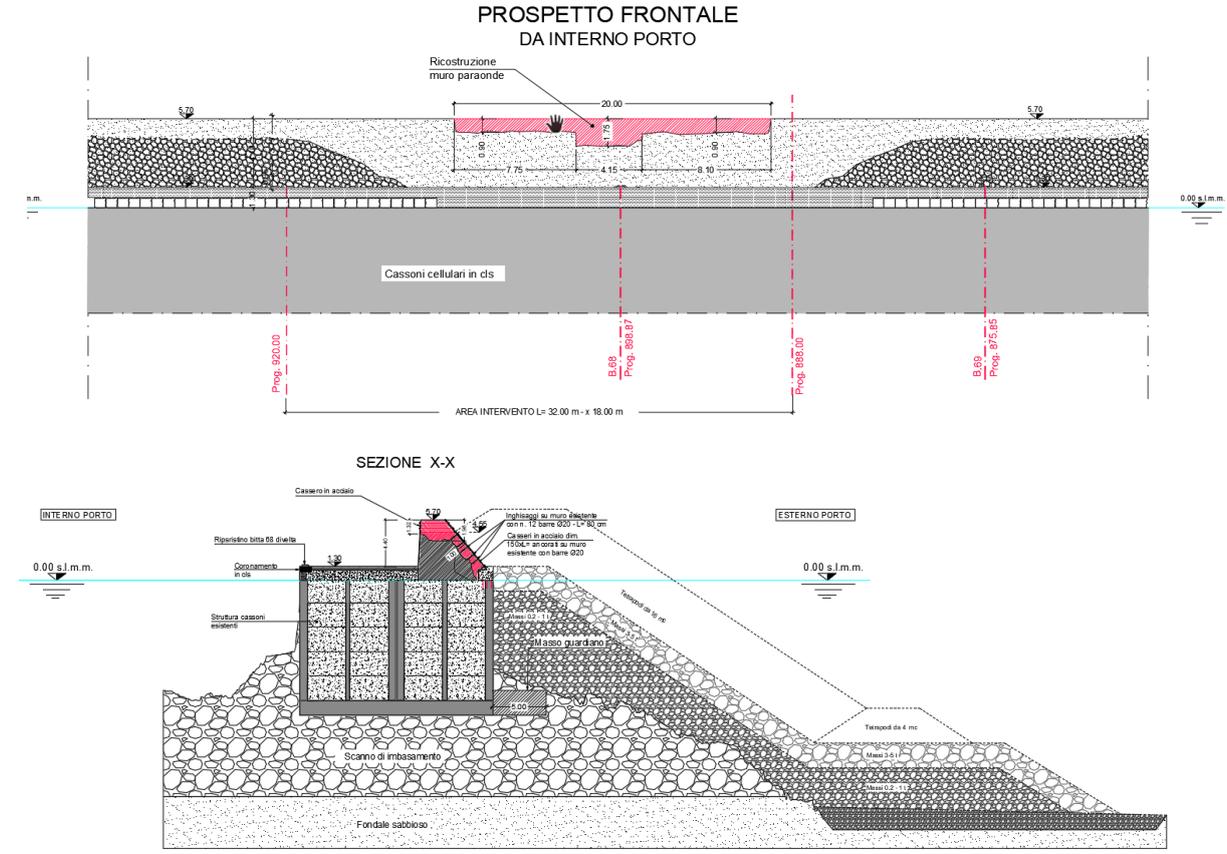
I tratti interessati da interventi di integrale ricostruzione del muro paraonde e del massiccio di coronamento corrispondono ai tratti in cui sono stati rilevati i dissesti maggiormente significati in fase di rilievo:

- tratto individuato dai punti 17b-18, da progr. +888.00 m a progr. +920.00 m;
- tratto individuato dai punti 7-19, da progr. +1132.00 m a progr. +1170.00 m;
- Il tratto individuato dai punti 3-6b, da progr. +1570.00 m a progr. +1595.00 m
- Il tratto individuato dai punti 4-6, da progr. +1640.00 m a progr. +1685.00 m.

INTERVENTO TRA LE PROG. +888.00 E +920.00 M

L'intervento previsto tra le progressive +888 e +920 consiste essenzialmente nella ricostruzione del tratto di muro paraonde mancante fino a quota +5.70 m s.l.m.m con impiego di casseri metallici disposti sul lato mare previa disposizione di inghisaggi con barre $\varnothing 20$ nelle porzioni di muro integre, come di seguito illustrato

RELAZIONE SULLA CANTIERIZZAZIONE



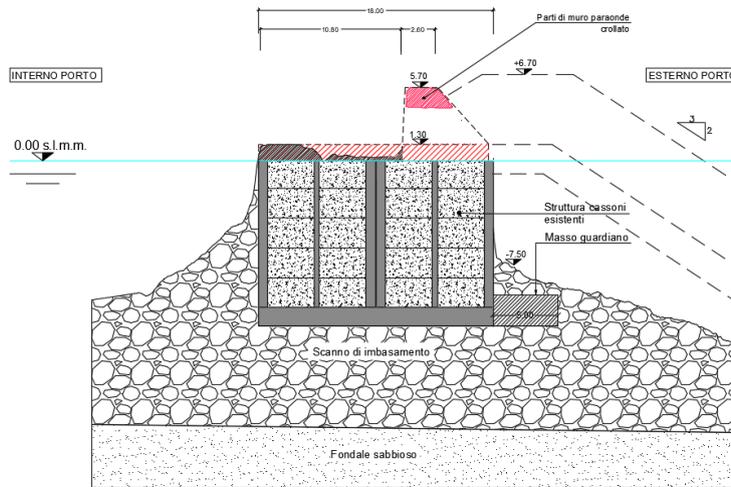
INTERVENTO TRA LE PROG. 1 133.00 E 1 169.00 M

L'intervento previsto tra le progressive 1+133 – 1+169 risulta articolato in più fasi, come di seguito descritto, anche al fine di assicurarne una piena efficienza nel rispetto di idonei standard di sicurezza in esecuzione.

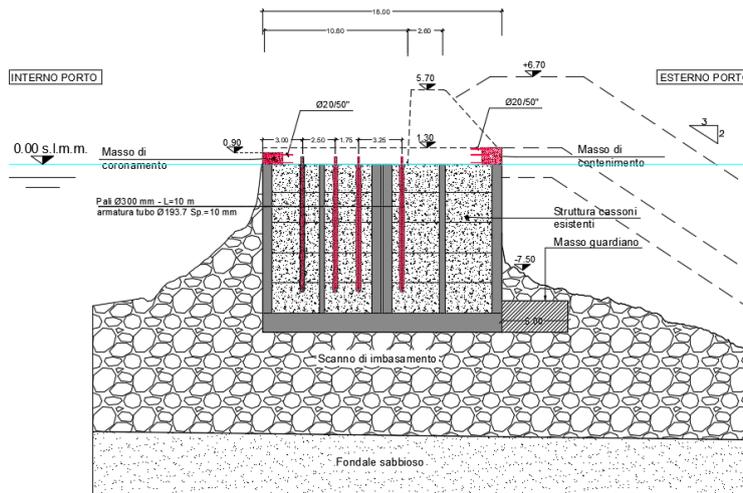
Le fasi previste in tal caso sono:

1. demolizione sovrastruttura esistente e rimozione parti instabili;

RELAZIONE SULLA CANTIERIZZAZIONE

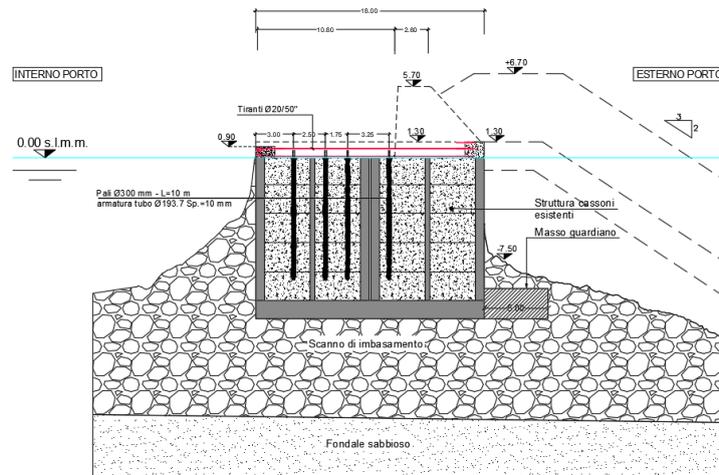


2. posa in opera massi di coronamento banchina / contenimento getto lato interno ed esterno porto, realizzazione micropali $\varnothing 300$ mm - L=10 di cucitura e solidarizzazione dei blocchi presenti nelle celle dei cassoni

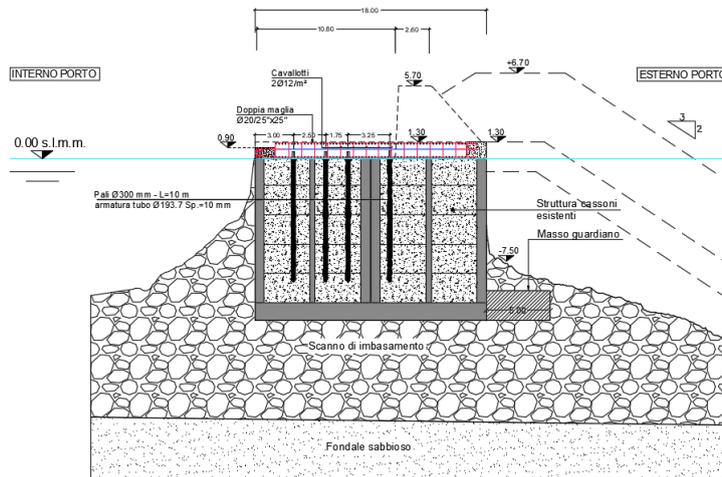


3. posa in opera tiranti in barre $\varnothing 20/50''$ in acciaio B 450 C di collegamento tra massi di coronamento /contenimento getto

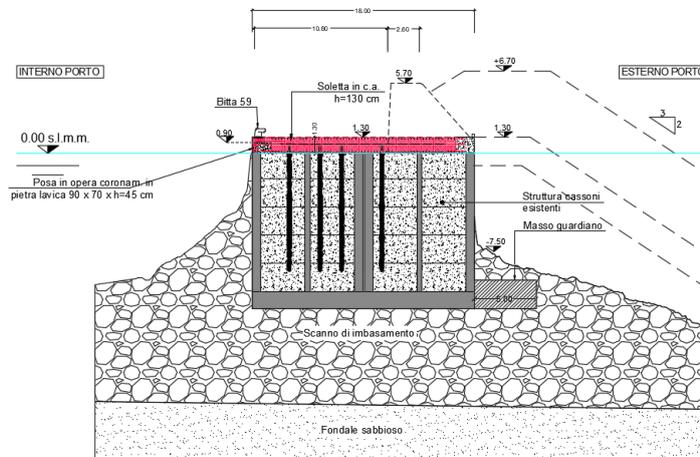
RELAZIONE SULLA CANTIERIZZAZIONE



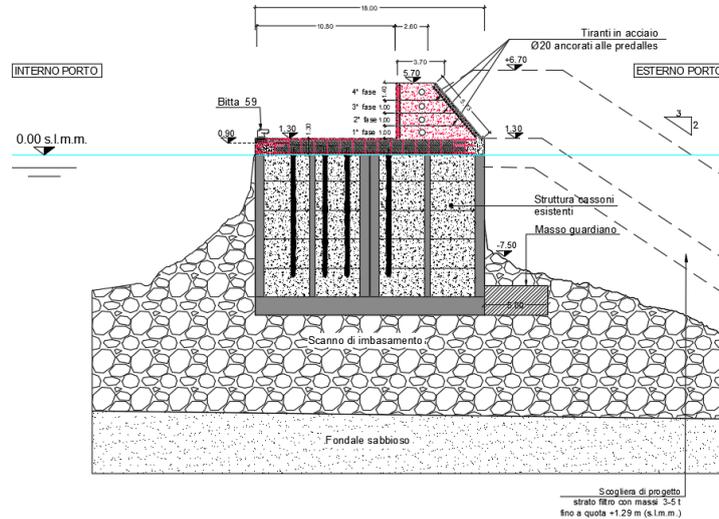
4. posa in opera armatura a doppia maglia $\varnothing 20/25'' \times 25''$ in acciaio B 450 C superiore ed inferiore soletta in c.a.



5. getto di completamento soletta in cls classe C 35/45 - h/soletta = 130 cm, coronamento in pietra lavica e sostituzione bitte



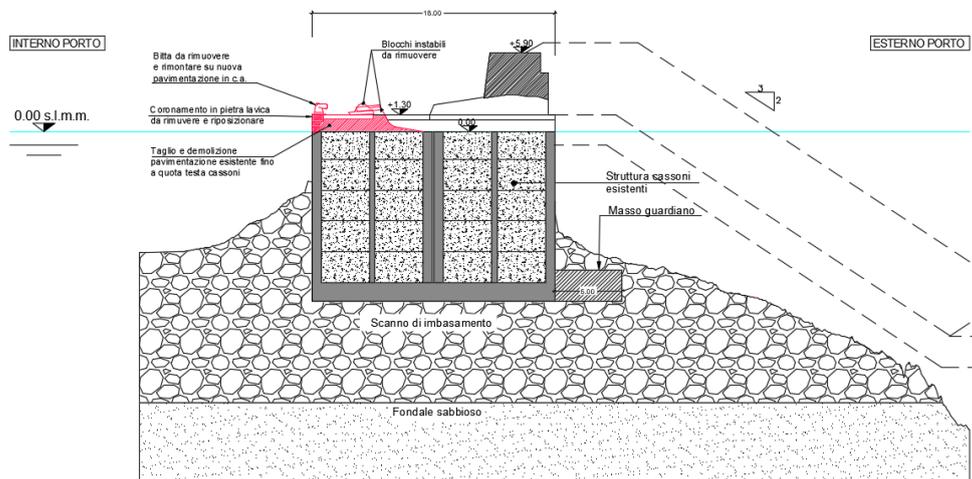
6. posa in opera casseri prefabbricati tralicciati di contenimento e getto muro paraonde in cls C 35/45 (n.4 fasi di getto)



INTERVENTO TRA LE PROG. +1 570.00 E +1 595.00 M

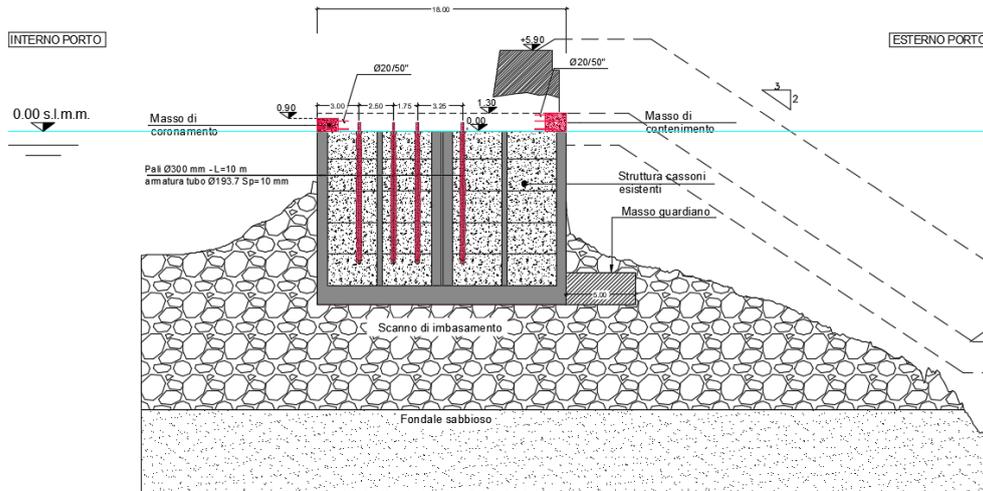
L'intervento previsto tra le progressive +1 570.00 e + 1 595.00, del tutto analogo a quello precedente, risulta articolato in fasi simili, come di seguito descritto:

1. demolizione sovrastruttura esistente e rimozione parti instabili;

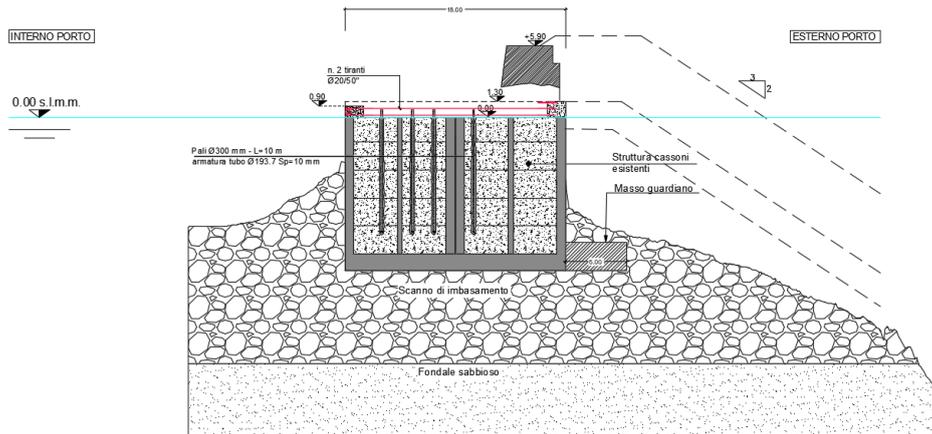


2. posa in opera massi di coronamento banchina / contenimento getto lato interno ed esterno porto, realizzazione micropali $\varnothing 300$ mm - L=10 di cucitura e solidarizzazione dei blocchi presenti nelle celle dei cassoni;

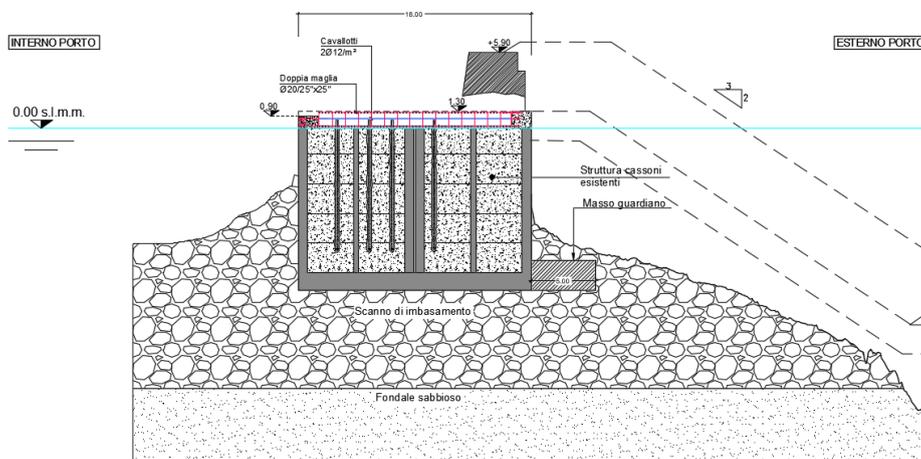
RELAZIONE SULLA CANTIERIZZAZIONE



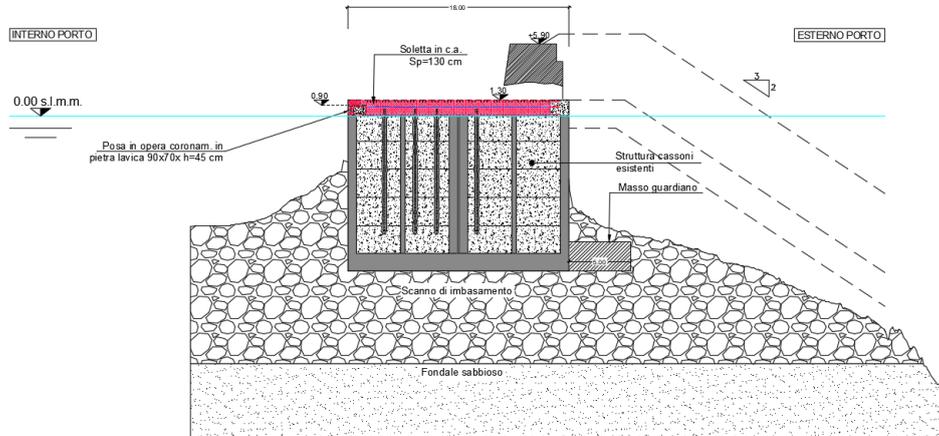
3. posa in opera tiranti in barre $\text{Ø}20/50''$ in acciaio B 450 C di collegamento tra massi di coronamento/contenimento getto



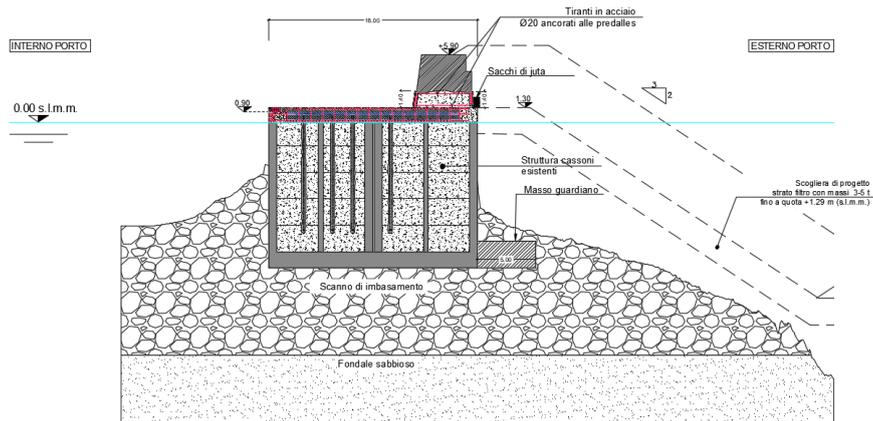
4. posa in opera armatura a doppia maglia $\text{Ø}20/25'' \times 25''$ in acciaio B 450 C superiore ed inferiore soletta in c.a.



5. getto di completamento soletta in cls classe C 35/45 - h/soletta = 130 cm, coronamento in pietra lavica e sostituzione bitte



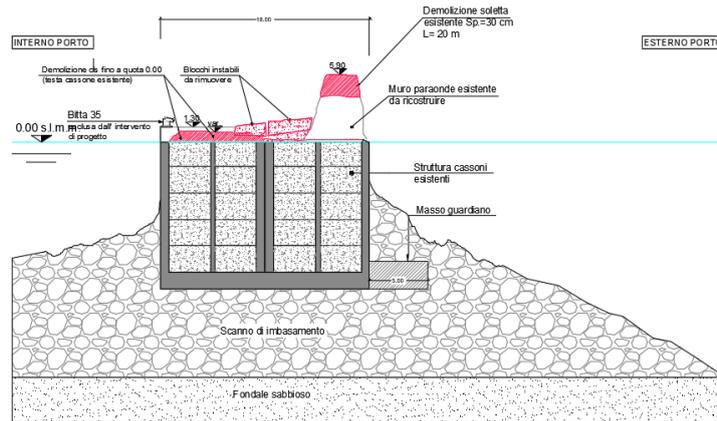
6. posa in opera casseri prefabbricati tralicciati di contenimento e getto muro paraonde in cls C 35/45 (n.4 fasi di getto)



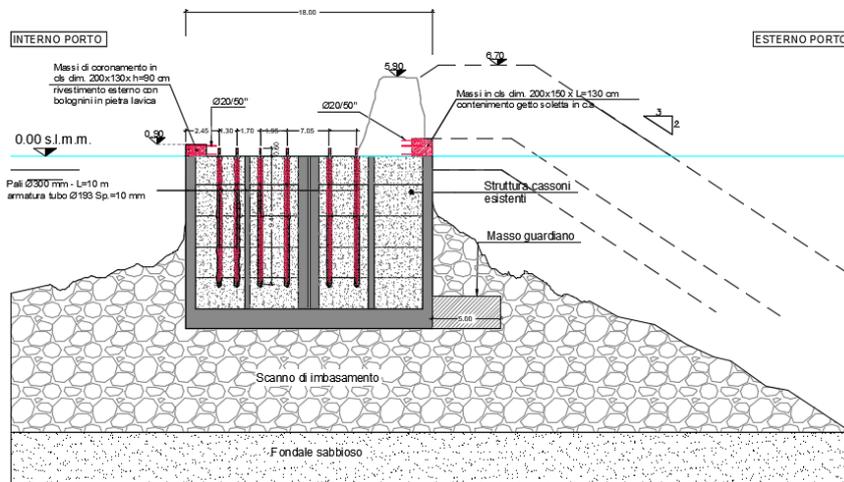
INTERVENTO TRA LE PROG. +1 644.00 E +1 682.00 M

Anche nel caso dell'intervento previsto tra le progressive +1 644.00 e +1 682.00 m il progetto ha previsto delle lavorazioni e delle fasi del tutto analoghe a quelle già illustrate nei due casi precedenti, di seguito riepilogate.

1. demolizione sovrastruttura esistente e rimozione parti instabili;

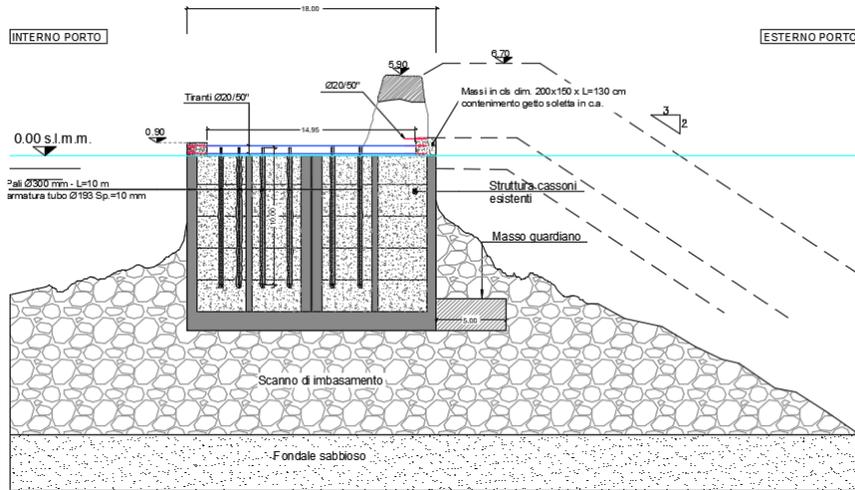


2. posa in opera massi di coronamento banchina / contenimento getto lato interno ed esterno porto, realizzazione micropali $\varnothing 300$ mm - L=10 di cucitura e solidarizzazione dei blocchi presenti nelle celle dei cassoni;

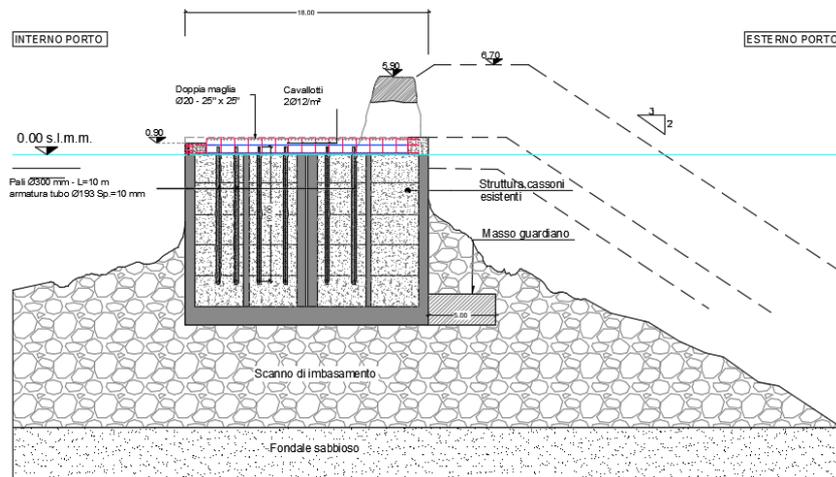


3. posa in opera tiranti in barre $\varnothing 20/50$ " in acciaio B 450 C di collegamento tra massi di coronamento/contenimento getto

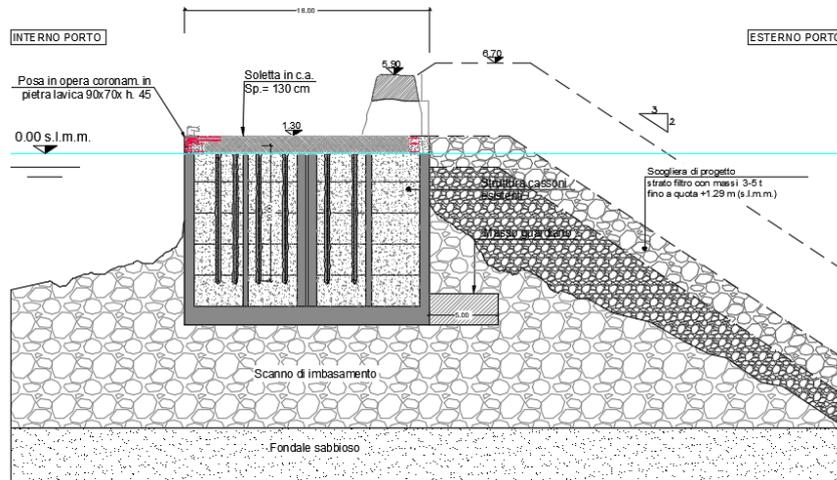
RELAZIONE SULLA CANTIERIZZAZIONE



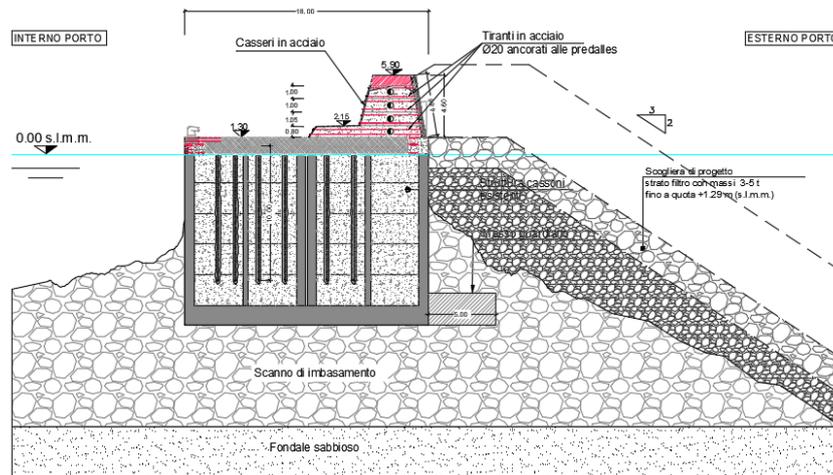
4. posa in opera armatura a doppia maglia $\text{Ø}20/25 \times 25$ in acciaio B 450 C superiore ed inferiore soletta in c.a.



5. getto di completamento soletta in cls classe C 35/45 - h/soletta = 130 cm, coronamento in pietra lavica e sostituzione bitte



6. posa in opera casseri prefabbricati tralicciati di contenimento e getto muro paraonde in cls C 35/45 (n.4 fasi di getto)



Interventi diffusi di ripristino/riparazione locale delle strutture esistenti

In considerazione dello stato di ammaloramento delle strutture esistenti, il presente progetto prevede Interventi diffusi di ripristino/riparazione locale delle strutture esistenti estesi per tutti i 2,6 km della diga Duca d'Aosta e dell'antemurale Thaon de Revel.

Complessivamente, saranno realizzati n.7 interventi tipologici, di seguito elencati:

- Intervento Tipo 1: intervento di ripristino del massiccio di coronamento del muro paraonde;
- Intervento Tipo 2: intervento di ricostruzione coronamento banchina in pietra lavica (dim. 90 x 75 x h=45 cm);
- Intervento Tipo 3: intervento di ricostruzione paramento subacqueo con riempimento cavità e posa in opera paramento in pietra lavica;
- Intervento Tipo 4: intervento consolidamento muratura esistente mediante sarcitura delle



lesioni, eventuale integrazione dei conci lapidei del paramento e ricostruzione cordolo superiore in cls;

- Intervento Tipo 5: Intervento demolizione e ricostruzione sovrastruttura in c.a. h=130 cm;
- Intervento Tipo 6: Intervento di demolizione e ricostruzione scale accesso banchina;
- Intervento Tipo 7: Intervento rimozione strutture in ferro e ripristino pavimentazione.



5 IMPATTI AMBIENTALI

Nel presente capitolo vengono esposti i principali impatti ambientali in fase di cantiere individuati nel corso degli studi realizzati nelle precedenti fasi progettuali (Studio di Impatto Ambientale) in relazione alle principali componenti, tra cui: atmosfera (gas, polveri e rumore), risorsa idrica (acque marine), suolo e sottosuolo. Per ognuna di esse è prevista l'adozione di una serie di specifiche misure di mitigazione atte a minimizzarne gli effetti sull'ambiente e sulle aree circostanti.

I risultati degli studi settoriali di analisi e previsioni degli effetti della realizzazione dell'opera sulle componenti ambientali potenzialmente interessate consentono di formulare una serie di valutazioni conclusive, al fine di avere una visione complessiva degli effetti potenzialmente indotti dalla realizzazione del progetto sul sistema ambiente.

In base alle caratteristiche delle opere sopra descritte e delle lavorazioni necessarie per la loro realizzazione, le componenti ambientali maggiormente interessate riguarderebbero principalmente l'Ecosistema marino, mentre per le attività eseguite nella parte a terra (costruzione dei tetrapodi e relativa movimentazione, movimentazione dei materiali inerti), si possono avere effetti sulle componenti Atmosfera e Rumore.

5.1 Emissioni in atmosfera

Le attività inerenti la realizzazione degli interventi di progetto determinano inevitabilmente delle alterazioni temporanee nella qualità dell'aria, con emissioni in atmosfera conseguenti alle lavorazioni di cantiere (produzione di polveri) ed al relativo traffico dei mezzi e delle macchine operatrici.

A tal proposito, le emissioni inquinanti possono essere ricondotte a due tipologie:

- emissioni determinate dai processi di lavoro meccanici, che comportano la formazione, lo sprigionamento e/o il sollevamento di polveri fini (PTS, PM10 e PM2.5);
- emissioni prodotte dai motori, ossia quelle causate dai processi di combustione e di usura dei motori (diesel, benzina, gas) dei mezzi e dei macchinari operanti all'interno del cantiere, normalmente composte da particelle, NOx, COV, CO, CO2.

Le attività generatrici di emissioni in atmosfera durante la fase di cantiere sono sostanzialmente riconducibili ai mezzi di trasporto e alle macchine operatrici, attraverso i processi di combustione dei motori e la movimentazione ed il trasporto dei materiali polverulenti. I processi di combustione dei motori comportano, come per tutti i processi analoghi (ad esempio quelli del settore dei trasporti), emissioni di sostanze gassose e particolato che, per entità e durata, possono ritenersi associate ad effetti sulla qualità dell'aria di natura limitata e temporanea.

Il controllo dell'effettivo impatto delle attività di cantiere verrà eseguito attraverso il monitoraggio



ambientale della qualità dell'aria in corso d'opera, in corrispondenza delle aree di lavorazioni, secondo quanto previsto nel Piano di Monitoraggio Ambientale.

Per la stima dei fattori di emissione delle macchine e dei mezzi d'opera impiegati si è fatto riferimento alle elaborazioni della *South Coast Air Quality Management District*, "Off road mobile Source emission Factor (Scenario Years 2007 – 2025)" che forniscono i fattori di emissione dei mezzi fuori strada.

SCENARIO 2024/2025		
Macchine di cantiere	EF PM10 [lb/h]	EF PM10 [g/h]
Autocarro	0,0085	3,84
Autobetoniera	0,0091	4,14
Forklift	0,0029	1,30
Motopontone	0,0262	11,89
Gru/Aurogru	0,0143	6,49
Escavatore	0,091	4,14
Elevatore telescopico	0,0023	1,03
Pala cingolata	0,0130	5,88
Minipala	0,0069	3,11
Dumper	0,0022	0,98
Pompa cingolata	0,0142	6,42

5.2 Inquinamento acustico

Per valutare l'impatto acustico sul territorio durante la fase di cantiere è stata considerata l'emissione acustica dei macchinari utilizzati nella fase di lavoro ipotizzata essere la più critica, considerando anche la contemporaneità di impiego.

La caratterizzazione acustica dei macchinari viene estrapolata da misure dirette sui macchinari e/o da fonti documentali pubbliche. Nel nostro caso, si fa riferimento alla caratterizzazione delle sorgenti di cantiere del C.P.T. (Comitato Paritetico Territoriale per la Prevenzione Infortuni, l'Igiene e l'Ambiente di Lavoro di Torino e Provincia), che mette a disposizione per bande di ottava dati di



“Pressione sonora” e/o “Potenza acustica” di un congruo numero di macchinari di cantiere, suddivisi per tipologia e/o marca e/o modello specifico.

Di seguito si riporta un’ipotesi dei macchinari utilizzati e della potenza sonora associata.

SCENARIO 2024/2025	
Macchine di cantiere	LwA dB(A)
Autocarro	103,3
Autobetoniera	111,9
Forklift	101,3
Motopontone	105,7
Gru/Autogru	98,9
Escavatore	104,2
Elevatore telescopico	101,3
Pala cingolata	103,8
Minipala	105,9
Pompa cingolata	109,6

5.3 Torbidità dell’Acqua marina

Fenomeni di torbidità potrebbero verificarsi durante l’esecuzione degli interventi riguardanti la vibroflottazione e la realizzazione dell’opera a gettata.



6 MISURE DI MITIGAZIONE DEGLI IMPATTI AMBIENTALI

La revisione del piano di monitoraggio ambientale prevede l'esecuzione di misure di mitigazione necessarie per una corretta gestione delle aree di lavorazione in ottemperanza alle prescrizioni ambientali degli Enti competenti.

Le principali problematiche indotte dalla fase di realizzazione delle opere in progetto sulle principali componenti ambientali riguardano essenzialmente:

- Contenimento delle emissioni di polveri;
- Riduzione dell'inquinamento acustico;
- Tutela dell'ecosistema marino;
- Contenimento sversamenti accidentali per le aree di cantiere a terra.

6.1 Contenimento emissioni di polveri in atmosfera

Per contenere le emissioni di polveri in atmosfera si provvederà ad eseguire le seguenti operazioni:

- bagnatura periodica della superficie di cantiere (almeno 2 volte al giorno d'estate, una volta al giorno d'inverno);
- opportuna copertura dei mezzi adibiti al trasporto dei materiali lapidei;
- velocità ridotta dei mezzi all'interno del cantiere;
- lavaggio giornaliero dei mezzi e pulizia ad umido degli pneumatici degli autoveicoli in uscita dal cantiere;
- utilizzo di macchine ed attrezzature omologate in conformità alle direttive della Comunità Europea e ai successivi recepimenti nazionali;
- programmazione di interventi di spazzamento meccanizzato con spazzatrici lungo la viabilità interessata dal transito degli automezzi.

6.2 Riduzione dell'inquinamento acustico

Nonostante le analisi effettuate per la componente rumore non abbiano evidenziato scenari di criticità ambientale, sono state previste diverse indicazioni e soluzioni finalizzate a ridurre l'impatto acustico, tra cui:

- Impiego di macchine movimento terra ed operatrici gommate piuttosto che cingolate
- Installazione, in particolare sulle macchine di elevata potenza, di silenziatori sugli scarichi.



- Utilizzo di impianti fissi schermati.
- Utilizzo di gruppi elettrogeni e compressori di recente fabbricazione insonorizzati.
- Manutenzione generale dei mezzi e dei macchinari mediante lubrificazione delle parti, serraggio delle giunzioni, sostituzione dei pezzi usurati, bilanciatura delle parti rotanti, controllo delle guarnizioni delle parti metalliche, ecc.
- Svolgimento di manutenzione alle sedi stradali interne alle aree di cantiere e sulle piste esterne, mantenendo la superficie stradale livellata per evitare la formazione di buche.
- Orientamento degli impianti che hanno un'emissione direzionale in posizione di minima interferenza (ad esempio i ventilatori).
- Localizzazione degli impianti fissi più rumorosi alla massima distanza dai ricettori critici o dalle aree più densamente abitate.
- Utilizzazione di basamenti antivibranti per limitare la trasmissione di vibrazioni al piano di calpestio.
- Limitazione allo stretto necessario delle attività nelle prime/ultime ore del periodo diurno (6:00 8:00 e 20:00 22:00).
- Divieto di uso scorretto degli avvisatori acustici, sostituendoli quando possibile con avvisatori luminosi.

6.3 Tutela dell'ecosistema marino

Il PMA è disposto al fine di verificare i parametri ambientali potenzialmente influenzabili dalle operazioni legate alla preparazione del fondale mediante salpamento del materiale presente e nella posa in opera della struttura di rafforzamento della diga foranea al fine di individuare e contenere ogni eventuale variazione degli stessi e quindi verificare l'assenza di risospensione, di aumento della torbidità, solubilizzazione e mobilizzazione dei contaminanti.

Trattandosi di lavorazioni da eseguire a mare, sono state individuate in ottemperanza alle indicazioni fornite dal Parere 925 del 21.12.2023, le seguenti misure di contenimento della torbidità delle acque e degli sversamenti accidentali in mare eventualmente prodotti dai fluidi inquinanti dei mezzi e dei macchinari impegnati, al fine di preservare l'ecosistema marino:

- utilizzo di sonde multiparametriche per il monitoraggio dei valori di torbidità (acquisizione di profili di torbidità lungo la colonna d'acqua mediante l'impiego di una sonda multiparametrica in grado di monitorare contemporaneamente anche i valori di: pH, Temperatura, Profondità, Ossigeno Disciolto, Conducibilità, Salinità, Potenziale RedOx, Clorofilla);
- Skimmer Oil: pompe aspiranti per il recupero di liquidi oleosi tenuti a galla appena sotto il



livello della superficie liquida;

- Disponibilità in cantiere di un numero sufficienti di panne che saranno prontamente messe in funzione qualora dalla stazione fissa siano emersi superamenti dei valori soglia per numero 6 ore consecutive. Le panne anti-torbidità saranno messe in opera nelle 24 ore dall'ultima registrazione
- kit assorbenti Oil Only e panne assorbenti, in dotazione su ogni mezzo marittimo a disposizione del personale;
- apprestamenti per lo stoccaggio dei contenitori di sostanze pericolose.

Inoltre, al fine di evitare dispersione dei sedimenti durante le fasi di vibroflottazione, si procederà preliminarmente allo stendimento, sull'intera area interessata da tale intervento di compattazione meccanica, di materiale arido ghiaioso per uno spessore di circa 50 cm.

6.4 Contenimento sversamenti accidentali per le area di cantiere a terra

Per quanto riguarda il potenziale impatto connesso a possibili sversamenti accidentali di fluidi inquinanti prodotti dai macchinari e dai mezzi impegnati nelle attività di cantiere saranno adottate tutte le precauzioni idonee al fine di evitare tali situazioni e, a lavoro finito, a riconsegnare l'area in condizioni di pulizia e di sicurezza ambientale. Al fine di limitare tale impatto, si eseguirà il controllo costante dei circuiti oleodinamici dei mezzi operativi.

Si prevede quindi di adottare le seguenti misure di prevenzione:

- Nell'area di cantiere sarà possibile depositare unicamente materiale non inquinato e necessario per la costruzione delle opere.
- I macchinari dovranno essere regolarmente puliti e verificati per individuare perdite di lubrificanti o combustibili;
- Al termine della giornata le macchine dovranno essere parcheggiate in appositi spazi;
- Non sarà consentito il cambio dell'olio ed il rifornimento di carburante in cantiere, ma potrà essere eseguiti in specifiche aree debitamente attrezzate.



7 RIPRISTINO DELLE AREE UTILIZZATE

Una volta completate le opere previste in progetto verranno dismesse completamente le aree di cantiere tramite la rimozione di qualsiasi opera, terreno, mezzo/macchinario, impianto ai fini del ripristino ambientale e della conseguente futura fruizione.

Nel progetto sono state identificate aree logistiche e di cantiere operativo a servizio delle opere previste.

Per quanto riguarda le modalità di ripristino dei suoli, va innanzitutto ricordato che durante le lavorazioni, vengono presi tutti gli accorgimenti necessari a minimizzare il rischio di contaminazione dei suoli in corrispondenza delle aree di cantiere.

Ciò detto, le modalità di ripristino delle aree a fine lavori varierà in funzione della destinazione finale delle aree secondo le disposizioni fornite dalla direzione dei lavori.

8 ADDESTRAMENTO DELLE MAESTRANZE

La formazione degli operatori è un elemento indispensabile per la buona gestione del cantiere. Tutti gli operatori saranno pertanto edotti preventivamente in merito alle buone pratiche, non solo ai fini della sicurezza personale ma anche ai fini della protezione ambientale con particolare riguardo a: sistema di gestione ambientale, gestione delle polveri, gestione delle acque e gestione dei rifiuti.

L'addestramento sarà programmato e prevederà l'approfondimento delle varie problematiche fin qui esposte: in particolare, verranno organizzati specifici corsi di formazione ed informazione delle maestranze e del personale in generale, comprensivi di prove pratiche da svolgersi in un apposito campo addestramento.

Inoltre, verranno realizzati schemi grafici che permettano la rapida e intuitiva informazione sul problema da affrontare.