



MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE

## MAGISTRATO ALLE ACQUE

NUOVI INTERVENTI PER LA SALVAGUARDIA DI VENEZIA

LEGGE 29/11/1984 N. 798

CONVENZIONE REP. 7191 DEL 04.10.1991

ATTI ATTUATIVI 7395 DEL 23.11.1993 E 8149 DEL 10.05.2006

INTERVENTI PER L'ARRESTO E L'INVERSIONE  
DEI PROCESSI DI DEGRADO DELLA LAGUNA



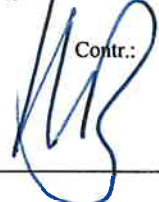



*CONCESSIONARIO: CONSORZIO "VENEZIA NUOVA"*

### INTERVENTI DI SISTEMAZIONE DEL CANALE INDUSTRIALE SUD A PORTO MARGHERA 4° STRALCIO – SPONDA SUD E DARSENA TERMINALE LOTTO 9 (SPONDA ALCOA)

#### PROGETTO ESECUTIVO DI MESSA IN SICUREZZA

#### RELAZIONE GENERALE

Gennaio 2008

COORDINAMENTO	PROGETTAZIONE	
 CONSORZIO VENEZIA NUOVA Ing. JOHANN STOCKER  Verif:  Contr.: 	<b>PROTECNO</b> Protecno s.r.l. – Padova  Direttori tecnici: Ing. Prof. Ing. A. Adam Dott. Ing. C. Comola  Collaboratori: Dott. Ing. A. Venuti	 STUDIO ALTIERI S.p.A. ING. Responsabile della progettazione: Dott. Ing. Guido Zanovello  Direttore tecnico: Dott. Ing. Everardo Altieri

149023R0101-1EM

M0016 EB RLA 0001

## **RELAZIONE TECNICA**

---

### **SOMMARIO**

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>2</b>
1.1	OGGETTO DELL'INTERVENTO .....	2
<b>2</b>	<b>INQUADRAMENTO DELLO STATO DI FATTO .....</b>	<b>5</b>
2.1	UBICAZIONE E CARATTERISTICHE DEL SITO .....	5
2.2	TRATTO AREA "ALCOA" .....	6
<b>3</b>	<b>DESCRIZIONE DEL PROGETTO .....</b>	<b>13</b>
3.1	CRITERI DI PROGETTAZIONE .....	13
3.2	ASPETTI STRUTTURALI.....	15
3.3	DESCRIZIONE DELLE OPERE .....	17
3.3.1	<i>Realizzazione nuovo marginamento area Alcoa</i> .....	17
3.3.2	<i>Intervento 1</i> .....	17
3.3.3	<i>Intervento 2</i> .....	20
3.3.4	<i>Intervento 3</i> .....	21
3.3.5	<i>Intervento 4</i> .....	22
3.4	ASPETTI IDRAULICI .....	23
3.5	NOTA CIRCA L'ESTENSIONE DELLA GUARNIZIONE POLIURETANICA .....	24
3.6	VERIFICHE ANALITICHE SUI MATERIALI DI SCAVO .....	27
3.7	MONITORAGGI E CONTROLLI .....	29
3.7.1	<i>Piezometri</i> .....	29

## **RELAZIONE TECNICA**

---

# **1 PREMESSA**

## **1.1 Oggetto dell'intervento**

L'intervento complessivo sviluppato nel *progetto generale (preliminare)* delle sponde del Canale Industriale Sud, che ha avuto l'approvazione della Commissione per la Salvaguardia di Venezia, e nel *progetto definitivo di 4° stralcio*, che ha avuto l'approvazione della Commissione per la Salvaguardia di Venezia e della Conferenza dei Servizi di Porto Marghera, interessa la darsena terminale e la sponda sud del Canale Industriale Sud. Esso prende il nome di 4° stralcio poiché prosegue quelli già realizzati in tre diversi stralci lungo la sponda nord dello stesso canale.

Il presente progetto esecutivo riguarda la sistemazione di circa 540 m di sponda sud del Canale Industriale Sud, presso l'area di proprietà ALCOA. La sponda non presenta attualmente alcuna conterminazione.

Le opere progettate hanno la finalità di:

- ❖ tutelare la laguna contro i rilasci inquinanti provenienti dalle aree a tergo delle sponde;
- ❖ arrestare i fenomeni erosivi in atto lungo le sponde non protette ed il conseguente progressivo arretramento della linea di riva;
- ❖ recuperare il rispetto dei riferimenti programmatici vigenti in termini di filo sponda e batimetrie;
- ❖ predisporre le opere in modo tale che sia possibile adeguarle nel tempo nel rispetto della pianificazione territoriale e portuale.

Si prevede di sviluppare l'intervento in due fasi, denominate:

fase A – messa in sicurezza ambientale

fase B – completamento a banchina

---

## **RELAZIONE TECNICA**

---

Si sottolinea che la suddivisione in fasi garantirà comunque il rispetto delle stesse condizioni prestazionali e funzionali che hanno portato all'approvazione il progetto definitivo.

Le opere previste in fase A risultano interamente a carico del Magistrato alle Acque per quanto riguarda le sistemazioni strutturali e di salvaguardia ambientale, attraverso:

- l'infissione di un palancolato metallico strutturale composito per circa 455 m di sponda, dove non sono presenti strutture esistenti in interferenza al marginamento;
- l'infissione di un palancolato Larssen 430 per circa 30 m attorno all'opera di presa acqua esistente;
- l'infissione di circa 20 m di micropali in corrispondenza dei due nastri trasportatori del carroponte;
- l'infissione di un palancolato Larssen 605 per circa 30 m a tergo della banchina, in prossimità della cabina elettrica;
- la predisposizione dei tubi guida per i tiranti da realizzare in fase successiva;
- la realizzazione del cordolo sommitale in c.a. e del sistema di drenaggio dell'acqua di falda a tergo;
- le condotte per trasporto reflui tipo B2 e B3 previste dal Progetto Integrato Fusina lungo il tratto di sponda del canale sud di cui si tratta.

Le opere previste in fase B non risultano a carico del Magistrato alle Acque, ma di altri soggetti; tali opere consistono in:

- completamento delle opere di marginamento con la realizzazione del palancolato metallico strutturale composito nei tratti davanti l'opera di presa ed in corrispondenza dei nastri trasportatori a tergo della banchina, per

## **RELAZIONE TECNICA**

---

l'utilizzo della sponda a banchina attraverso la realizzazione del sistema di tiranti di contrasto;

- completamento degli arredi di banchina (bitte di ormeggio e parabordi);
- realizzazione di un piano banchina in stabilizzato esteso in area demaniale.

*La presente relazione generale fa riferimento a quanto previsto in fase A, ovvero l'infissione del palancolato metallico e la realizzazione del diaframma in c.a. costituenti il nuovo marginamento nel tratto di proprietà Alcoa, la realizzazione del cordolo sommitale in c.a. e del sistema di drenaggio e trasporto (condotte P.I.F.) a tergo del palancolato stesso.*

---

**RELAZIONE TECNICA**

---

## **2 INQUADRAMENTO DELLO STATO DI FATTO**

Nei paragrafi seguenti viene fornita una descrizione delle caratteristiche generali del sito e dello stato delle sponde oggetto di intervento.

Si rimanda agli elaborati specifici di progetto (Relazione geotecnica, Caratterizzazione fisico-chimica dei terreni di scavo) per quanto riguarda la caratterizzazione dell'area dal punto di vista geotecnico, idrogeologico e chimico.

### ***2.1 Ubicazione e caratteristiche del sito***

Il Canale Industriale Sud è ubicato a sud dell'area industriale di Porto Marghera (Venezia) e si estende approssimativamente da est verso ovest per circa 3.5 km.

Il canale è composto essenzialmente da due tratti rettilinei raccordati tra loro da una deviazione planimetrica posta circa a metà dello sviluppo del canale.

Ad ovest il canale termina con una darsena d'evoluzione di forma approssimativamente quadrata, mentre ad est s'immerge nel Canale Malamocco-Marghera in corrispondenza del Bacino d'Evoluzione n° 4.

Il Canale Industriale Sud ha una larghezza, misurata da sponda a sponda, mediamente pari a 150 m; il vigente Piano Regolatore Portuale del 1965 prevede una larghezza di cunetta di 120 m e una profondità di 12 m.

Lungo la sponda Sud e la darsena terminale del Canale Industriale Sud sono insediate numerose attività industriali: il modo col quale queste si raccordano alla sponda è fortemente differenziato, da cui consegue che lo stato delle sponde, la loro utilizzazione e le tipologie di protezione esistenti variano in modo rilevante lungo lo sviluppo del canale.

## **RELAZIONE TECNICA**

---



*Figura 1 – Aerofotografia del Servizio Informativo del CVN, volo 1996 - Area industriale e commerciale di Porto Marghera – Canale Industriale Sud.*

### **2.2 Tratto area “Alcoa”**

Sul tratto di sponda in questione si affaccia la proprietà della Alcoa.

L’azienda Frontista dispone di una banchina di circa 170 m, che utilizza per il rifornimento via nave di materie prime e rinfuse per l’approvvigionamento dello stabilimento. La banchina è dotata di carroponete per la movimentazione dei prodotti, collegato agli stabilimenti produttivi tramite due nastri trasportatori che sovrappassano il muro di recinzione.

In acqua si individuano due bitte destinate all’attracco delle navi.

Alcoa inoltre dispone inoltre di una condotta per la presa d’acqua destinata alle proprie lavorazioni (portata media di circa  $0.5 \text{ m}^3/\text{s}$ ), e di una condotta per il suo successivo rilascio in laguna.

## **RELAZIONE TECNICA**

---

Sono presenti, in prossimità della banchina, dei cavidotti elettrici, e degli idranti e dei naspi della linea antincendio.

La sponda non ha attualmente alcuna conterminazione, ma è caratterizzata da una sponda in erosione, in alcuni tratti protetta da un rivestimento di pietrame alla rinfusa. La proprietà dell'azienda Frontista è delimitato da un muro in c.a..



*Figura 2 - Sponda Alcoa  
Tratto a ovest della banchina*



*Figura 3 - Sponda Alcoa  
Tratto a est della banchina*

Nel seguito si descrivono in modo puntuale tutte le strutture presenti lungo la sponda e che costituiscono interferenza con le opere di marginamento da realizzare. Le opere sono descritte a partire dal lato ovest della sponda (confine con l'area di proprietà Abibes) verso est (confine con la proprietà Enel).



## **RELAZIONE TECNICA**

---

1. In prossimità del limite est dell'area di intervento è presente l'opera di presa acqua, costituita da una vasca e da una condotta DN 1200 mm in cls, posata a quota di circa -5.00 m s.m.m.. La condotta è protetta da un palancolato metallico. L'opera di presa è ubicata in interferenza con la linea di conterminazione prevista. In fase A di progetto si intende assicurare la conterminazione aggirando l'opera, per evitarne la sua demolizione e ricostruzione in posizione più arretrata.



*Figura 4 – Opera di presa Alcoa*

2. Procedendo verso est si individua un tubo di scarico in ferro  $\Phi$  150 mm, non autorizzato, che verrà quindi chiuso in fase di intervento.
3. A circa 130 m a est dell'opera di presa vi è una bitta in acqua radicata a terra, costituita da un plinto in cls su pali collegato tramite due travoni disposti tra loro a 90° a due gruppi di pali inclinati.

**RELAZIONE TECNICA**



*Figura 5, Figura 6 – Bitta a ovest della banchina*

4. Procedendo di circa 35 m verso est si individua la condotta di scarico, costituita da una tubazione DN 1600 mm in cls.



*Figura 7 – Condotta di scarico*



***Interventi di sistemazione del Canale Industriale Sud a Porto Marghera***  
***4° stralcio – Sponda Sud e darsena terminale – Lotto 9 (Sponda Alcoa) –***  
***PROGETTO ESECUTIVO di messa in sicurezza***

**RELAZIONE TECNICA**

---

5. A circa 25 m ad est si ha la banchina Alcoa, lunga circa 170 m. Su tale banchina è presente un carroponete, collegato agli stabilimenti tramite due nastri trasportatori che sovrappassano il muro di recinzione in c.a.



*Figura 8 – Banchina – lato acqua*



*Figura 9 – Banchina – lato terra*



*Figura 10 – Particolare della banchina*



*Figura 11 – Nastro trasportatore*

6. A tergo della banchina si ha la presenza di alcuni cavidotti elettrici, di una piccola cabina elettrica e della linea antincendio.

**RELAZIONE TECNICA**

---



*Figura 12 – Linea antincendio a tergo della banchina*



*Figura 13 – Cabina elettrica a tergo della banchina*

7. A circa 17 m oltre il limite est della banchina si è individuato uno scarico non autorizzato, che verrà quindi chiuso in fase di intervento.



## **RELAZIONE TECNICA**

---

8. Procedendo verso est, a circa 60 m dal limite della banchina vi è una bitta del tutto analoga a quella esistente ad ovest della banchina, descritta al punto 3.



*Figura 14 – Bitta ad est della banchina*

---

**RELAZIONE TECNICA**

---

### **3 DESCRIZIONE DEL PROGETTO**

#### **3.1 Criteri di progettazione**

Sii riassumono nel seguito i principali presupposti assunti a base del progetto.

1. Posizione planimetrica del marginamento: è stata individuata in conformità alla poligonale prevista dal progetto definitivo approvato. Lungo tutto la sponda Alcoa il marginamento in progetto prevede la possibilità dragare il fondale a -12.00 m s.m., con l'eccezione del tratto antistante l'opera di presa (dragaggio limitato alla -8.00 m s.m.m.) e del tratto in cui viene mantenuta l'esistente banchina. Si segnala comunque che non sussistono limitazioni alla possibilità di dragare la cunetta navigabile alla profondità prevista dal Piano Regolatore Portuale nei tratti non occupati dalla banchina esistente.
2. Interferenze con le opere e strutture presenti e con le attività della Alcoa: la linea di marginamento prevista da progetto definitivo approvato si presenta in interferenza con l'opera di presa sita al margine ovest dell'intervento e con la relativa opera di scarico sita a circa 170 m verso est da questa. Successivamente passa a tergo della banchina esistente incontrando lungo il percorso i due nastri trasportatori per lo scarico dei materiali dalle navi a terra. Anche le bitte esistenti sono localizzate lungo la linea prevista del marginamento.  
  
Per garantire la continuità di funzionamento dell'opera di presa se ne è previsto l'aggiramento mediante un palancolato tipo Larssen 430. In fase di completamento a banchina delle opere (fase B) sarà possibile salpare tale palancolato che risulta aggettante rispetto all'allineamento della banchina previsto dal progetto definitivo approvato.

---

**RELAZIONE TECNICA**

---

Per quanto riguarda l'opera di scarico, l'interferenza è data dalla sola condotta, che verrà alloggiata nel cordolo del marginamento.

Data la presenza di edifici e strutture a tergo della recinzione esistente si prevede di realizzare il marginamento da acqua nel tratto tra il limite ovest dell'intervento e la banchina esistente, mentre per tutto il restante tratto fino al confine est, compreso a tergo della banchina, i lavori potranno essere eseguiti da terra.

Viene assicurata la continuità delle operazioni di accosto alla banchina da parte dei natanti, prevedendo l'arretramento delle bitte esistenti prima della demolizione di quest'ultime per la realizzazione del marginamento, e assicurando l'operatività dei nastri trasportatori esistenti attraverso la scelta di una tipologia di marginamento (micropali accostati e compenetrati) che non ne richieda l'interruzione in fase di cantiere. Anche il funzionamento dell'opera di presa e della condotta di scarico sono assicurati in modo continuativo, attraverso l'installazione di un sistema di pompaggio provvisorio durante le operazioni di sostituzione delle condotte. Sulla base di quanto esposto, si presuppone di adottare in fase di cantiere i seguenti accorgimenti:

- Arretramento delle due bitte di ormeggio in interferenza con il marginamento preliminarmente alla realizzazione di ogni altra opera, in modo da garantire l'agibilità della banchina in qualsiasi momento. La posizione indicata nel progetto per le nuove bitte dovrà essere presentata, preliminarmente alla realizzazione, alla Capitaneria Portuale per approvazione;
- installazione, preliminarmente alla chiusura provvisoria della condotta DN 1200 mm, di un sistema di pompaggio nella vasca dell'opera di presa, per assicurare l'ingresso della portata media di circa  $0.5 \text{ m}^3/\text{s}$  richiesta dallo stabilimento. Alla conclusione del marginamento

---

**RELAZIONE TECNICA**

---

confinante l'opera di presa verrà ripristinato il normale funzionamento del manufatto;

- installazione, preliminarmente alla chiusura provvisoria della condotta DN 1600 mm, di un sistema di pompaggio in corrispondenza dello scarico, per assicurare il deflusso della portata in uscita. Alla conclusione del marginamento nel tratto verrà ripristinato il normale funzionamento dello scarico;
- in corrispondenza dei nastri trasportatori si prevede la realizzazione di micropali, al fine di non costringere allo smontaggio dei nastri e alla conseguente interruzione della movimentazione di materiale. A proseguire dalla fila di micropali al di sotto del nastro trasportatore ovest per circa 30 m, il marginamento sarà costituito da palancole tipo Larssen 605, in quanto per la presenza di una cabina di alta tensione a ridosso alla recinzione e della banchina dal lato opposto risulta impossibile operare con i mezzi di infissione del palancolato composito;
- le attività di cantiere saranno coordinate con le attività portuali del Frontista in modo da arrecare il minimo disturbo alle stesse. Si potrà eventualmente procedere con le lavorazioni all'esterno degli ormeggi, qualora sia in accosto alla banchina una nave, od all'interno degli ormeggi, qualora la banchina sia sgombra.

### ***3.2 Aspetti strutturali***

La progettazione statica delle palancole tiene conto della quota del fondale in accosto, delle caratteristiche geotecniche dei terreni attraversati dalle strutture e dei sovraccarichi da assumere stante la prevedibile destinazione d'uso della fascia immediatamente a tergo del palancolato. La geometria del fondale in accosto



---

**RELAZIONE TECNICA**

---

dipende a sua volta dalle previsioni del vigente Piano Portuale (quello del 1965 ed il suo aggiornamento del 1999). Questo, lungo la sponda in oggetto, prevede un dragaggio a  $-12.00$  m s.m.m. in funzione della posizione della linea di cunetta prevista dal Piano Regolatore Portuale (il cui limite si localizza a qualche decina di metri dalla nuova linea di riva) e della necessità di ormeggiare i natanti in accosto alla sponda all'esterno del canale navigabile.

Le condizioni di riferimento dal punto di vista della meccanica del terreno e dell'analisi della stabilità del complesso palancole-terreno sono quelle drenate, pur interessando terreni tipicamente di granulometria fine e di bassa permeabilità: tale assunzione è cautelativa ed è legittimata dall'esigenza di garantire la stabilità dell'opera a lungo termine (quando cioè le sovrappressioni interstiziali, derivate da una variazione dei carichi applicati alla struttura, siano state dissipate), stanti sia i carichi distribuiti, sia quelli concentrati.

Per quanto riguarda questi, si è assunto un sovraccarico distribuito lungo la sponda pari a  $50$  kPa e di carichi derivanti dall'utilizzo in sponda di un carroponte tipo Gottwald Mobile Harbour HMK170E.

Ad ulteriore garanzia di sicurezza sono stati effettuati i calcoli strutturali considerando la falda al livello del piano campagna ( $+2.00$  m s.m.m.) in accordo con le indicazioni del Magistrato alle Acque di Venezia e delle vigenti normative in materia di procedure di calcolo di opere strutturali (DM 14/09/05). A fronte dei risultati delle verifiche statiche del palancolato, diffusamente presentati nella relazione di calcolo di progetto, tale condizione è la più gravosa per la struttura in relazione ai carichi prevedibili.

In considerazione del fatto che il presente stralcio esecutivo non include l'allacciamento del sistema di drenaggio a tergo (il quale è rimandato alle fasi successive) si assume che, almeno durante il periodo dei lavori, l'acqua raccolta venga smaltita a depurazione tramite autobotti o natanti.

---

## **RELAZIONE TECNICA**

---

In definitiva l'intervento discusso nel presente progetto conferma i criteri consolidati in altri interventi approvati ed eseguiti e dà corso alle prescrizioni della Conferenza dei Servizi specifiche per questo caso.

### **3.3 Descrizione delle opere**

#### **3.3.1 Realizzazione nuovo marginamento area Alcoa**

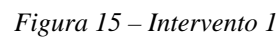
L'intervento si estende per circa 540 m dal margine est della proprietà Abibes, fino al margine ovest della proprietà Enel, e prevede la realizzazione del marginamento secondo quattro sezioni tipo, definite “intervento 1”, “intervento 2”, “intervento 3” e “intervento 4”.

#### **3.3.2 Intervento 1**

Il progetto prevede la realizzazione di un palancoleto continuo di sponda, costituito da palancole strutturali tipo PSP1000 (di altezza pari a 22.30 m) + elementi PZI 675/12 (di altezza pari a 16.40 m). Le palancole metalliche sono munite di apposito giunto impermeabile in modo da garantire la perfetta tenuta idraulica, sia nel tratto fuori terra, che nella parte immersa: questo permette il completo intercettamento dello spessore di riporto e della cosiddetta “prima falda”.

Il cordolo di sommità del palancoleto in c.a. ha una quota sommitale di +2.10 m s.m.m. ed è esteso fino a -2.00 m s.m.m., lato canale, per la necessità di proteggere il palancoleto metallico dalla corrosione dovuta agli agenti esterni; esso presenta una larghezza di 2.20 m ed include al suo interno ad interasse di 0.84 m un tubo strutturale per la predisposizione all'intirantamento della struttura.

## RELAZIONE TECNICA



Per eseguire il getto del cordolo sarà necessario realizzare una doppia tura, una lato mare per separare i lavori dal canale ed una a tergo del palancolato strutturale per il sostegno dello scavo.

---

## **RELAZIONE TECNICA**

---

Il sistema di drenaggio, previsto a tergo del nuovo marginamento, consiste in un tubo drenante microfessurato del diametro di 315 mm posto a tergo del palancoato per tutta l'estesa dell'intervento.

La linea di drenaggio sarà provvista di pozzetti d'ispezione circa ogni 25 m e verrà connessa alla condotta di trasporto per i reflui "B3" (acque di falda) del diametro DN 630 mm, posata in opera con pendenza dello 0.1 %, mediante delle vasche di collegamento. Tali vasche consentono di raccogliere le acque drenate e di mantenere il livello della falda superficiale alla quota desiderata, mediante la regolazione di una soglia sfiorante che separa i due compartimenti in cui ogni vasca è suddivisa. Il tubo di drenaggio confluisce in una metà della vasca che viene riempita fino alla quota fissata dalla soglia sfiorante (di fatto pari al livello medio della falda indisturbata lungo la sponda, ovvero lo zero medio mare). La portata che sfiora passa quindi oltre al setto per confluire nella porzione di vasca in collegamento con il collettore fognario.

Accanto alla condotta diametro 630 mm sarà posata una seconda condotta del diametro DN 800 mm in PEAD per i reflui "B1+B2" (acque di processo e pioggia), come previsto dal progetto generale PIF. Per entrambe le condotte si prevede un pozzetto di ispezione ogni 50 m circa.

Si prevede infine la posa di due cavidotti in HDPE, con pozzetti di ispezione ogni 25 m.

Realizzato il cordolo e posate le condotte si procederà quindi al riempimento dello scavo lato terra a tergo fino alla quota di +2.10 m s.m.m..

I tiranti, previsti in fase B ed esclusi pertanto dal presente progetto, verranno posti ad un interasse di 0.84 m con inclinazione alternativamente di 32° e 40° sull'orizzontale; ogni tirante sarà composto da 5 trefoli viplati in acciaio armonico. Per i tiranti di inclinazione 32° sono previsti 17 m di lunghezza libera ed ancoraggio su bulbo in malta cementizia lungo 15 m, mentre per i tiranti di inclinazione 40° sono previsti 15 m liberi e bulbo lungo 15 m.

## **RELAZIONE TECNICA**

In merito alla tenuta idraulica del marginamento nei confronti degli eventuali rilasci verso la laguna in fase liquida, le palancole danno ottime e comprovate garanzie: l'impermeabilizzazione è data dalla certezza della continuità del fronte strutturale, noto il giunto meccanico che connette due palancole contigue e nota l'interposizione di una guarnizione poliuretanica all'interno dello stesso gargame.

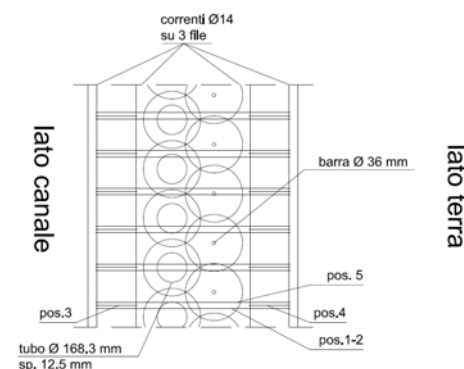
Per garantire la piena funzionalità delle opere nell'assetto finale che prevede il massimo fondale in accosto ed i sovraccarichi di banchina portuale per almeno 50 anni, è prevista anche l'installazione di un impianto di protezione catodica a corrente impressa esteso a tutto il tratto d'intervento; l'impianto verrà realizzato in una fase successiva alla presente (fase B).

### **3.3.3 Intervento 2**

A tergo della banchina esistente, nei due tratti in interferenza con i nastri trasportatori, verranno realizzati dei micropali. In particolare, si prevede una doppia fila di micropali accostati e compenetrati di diametro 300 mm, armati:

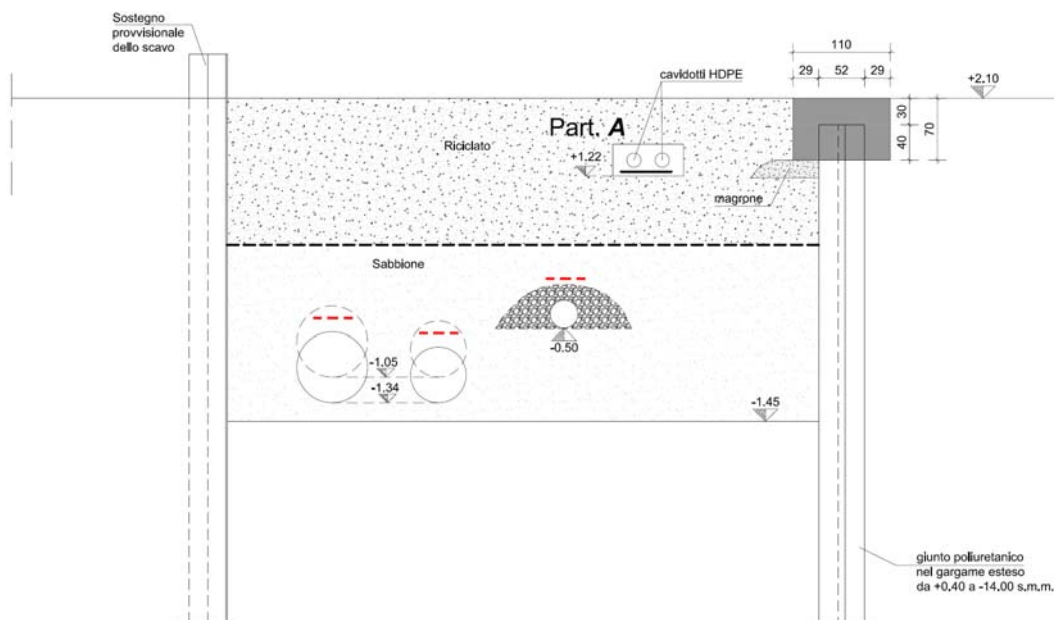
- la fila lato acqua con tubo in acciaio diametro 168.3 mm e spessore 12.5 mm;
- la fila verso terra con tondo pieno in acciaio diametro 36 mm.

I micropali sono lunghi 16 m e sono completati da un cordolo sommitale in c.a. di dimensioni 1.10 m x 0.70 m



*Figura 16 – Intervento 2 - pianta*

## **RELAZIONE TECNICA**



*Figura 17 – Intervento 2 – sezione tipo*

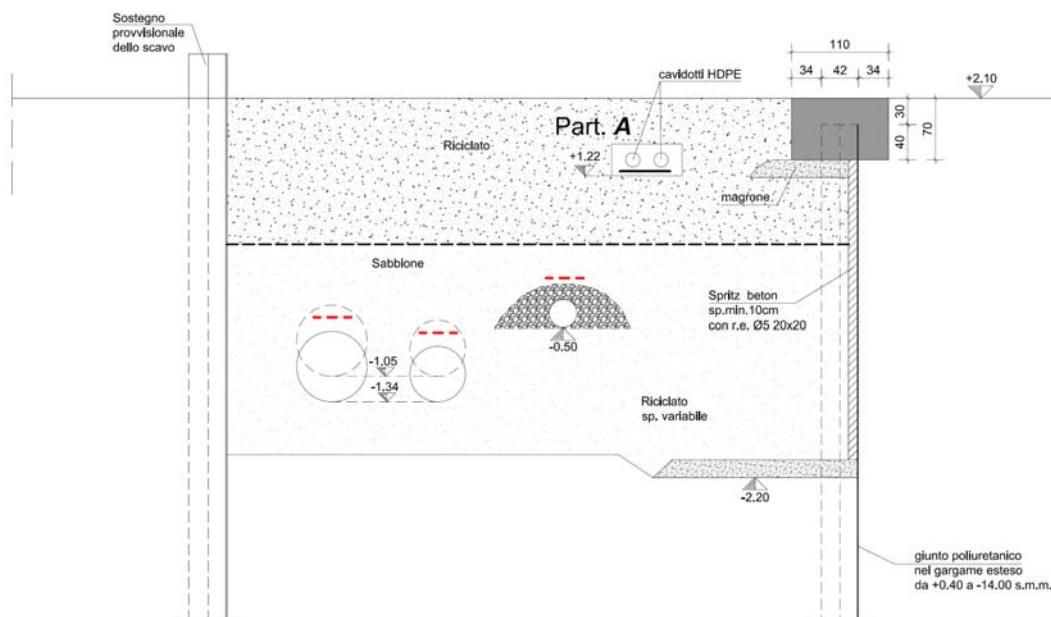
### **3.3.4 Intervento 3**

A proseguire dalla fila di micropali al di sotto del nastro trasportatore ovest per circa 30 m, il marginamento sarà costituito da palancole tipo Larssen 605, in quanto per la presenza di una cabina di alta tensione a ridosso alla recinzione e della banchina dal lato opposto risulta impossibile operare con i mezzi di infissione del palancolato composito. Il marginamento sarà dunque costituito da palancole Larssen 605 di lunghezza 16 m

Il cordolo in c.a. del palancolato ha una quota sommitale di +2.10 m s.m.m. ed è esteso per 0.70 m, fino a quota +1.40 m s.m.m.. Il cordolo, in analogia a quello degli adiacenti micropali, presenta una larghezza di 1.10 m.

***Interventi di sistemazione del Canale Industriale Sud a Porto Marghera***  
***4° stralcio – Sponda Sud e darsena terminale – Lotto 9 (Sponda Alcoa) –***  
***PROGETTO ESECUTIVO di messa in sicurezza***

**RELAZIONE TECNICA**



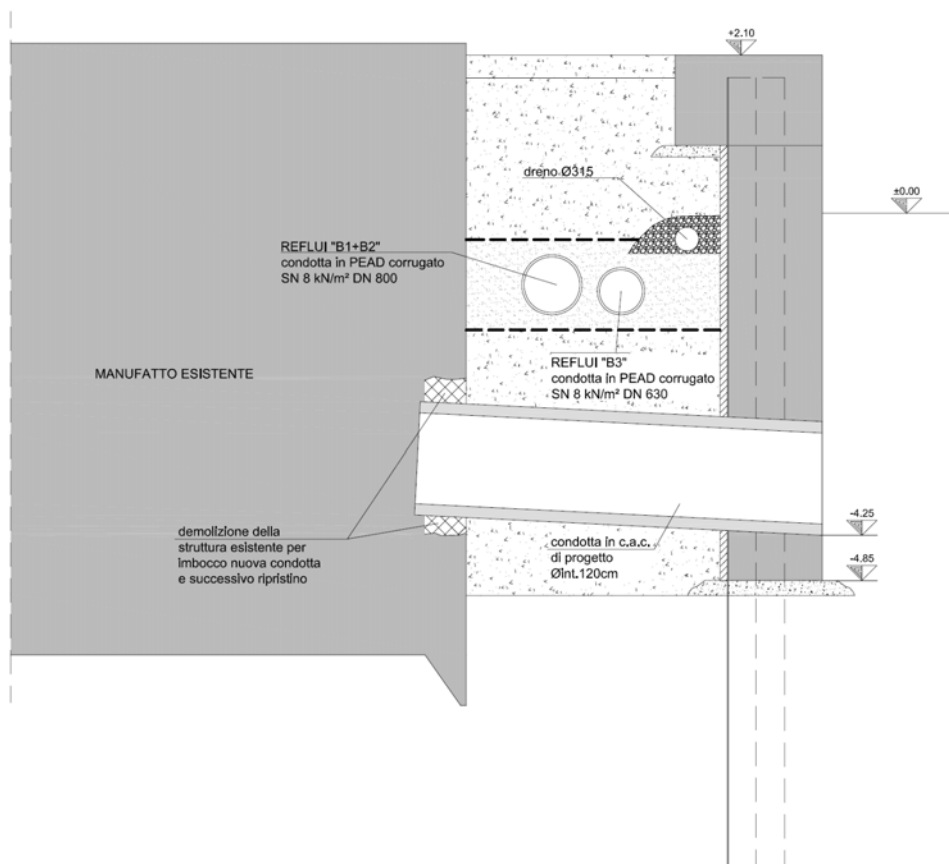
*Figura 18 – Intervento 3*

### 3.3.5 Intervento 4

Per garantire la continuità di funzionamento dell'opera di presa se ne è previsto l'aggiramento mediante palancole tipo Larssen 430, della lunghezza di 16 e 20 m, infisse a pettine.

Il cordolo di sommità del palancole in c.a., di larghezza di 2.20 m, ha una quota sommitale di +2.10 m s.m.m. ed è esteso fino al di sotto della condotta per la presa dell'acqua a -4.85 m s.m.m., lato canale.

## **RELAZIONE TECNICA**



*Figura 19 – Intervento 4 – sezione tipo*

### **3.4 Aspetti idraulici**

I palancolati di marginamento costituiscono un fronte sostanzialmente impermeabile per gli acquiferi ai quali si attribuisce il rischio ambientale per la laguna; l'impermeabilizzazione è data dalla sigillatura del gargame e dall'*ulteriore sistema di garanzia*<sup>1</sup> rappresentato dal getto in c.a. in aderenza al palancolato.

Lo scavo a tergo è invece per realizzare i cordoli in sommità e per posare il sistema di drenaggio necessario al controllo della falda. Il compito di sigillare gli spessori più superficiali e potenzialmente più contaminati del riporto è assolto



---

## **RELAZIONE TECNICA**

---

successivamente dal cordolo stesso e dal getto di sigillatura realizzato in aderenza al palancolato.

Il sistema di drenaggio consiste in una tubazione microfessurata (Ø315) e in un sistema di soglie sfioranti regolabili in altezza che recapitano le acque drenate in vasche di sfioro, in comunicazione con un collettore fognario a gravità (Ø630) che le trasferisce verso il depuratore Vesta di Fusina.

Pur essendo sempre destinate al trattamento presso idoneo impianto le acque saranno gestite in modo diverso a seconda della specifica fase temporale:

- 1) nel periodo di realizzazione e fino all'allaccio al sistema fognario verranno prelevate con bottini e quindi trasportate a trattamento;
- 2) nel lungo termine, quando sarà stata completata la sistemazione della sponda sud del Canale Industriale Sud e quelle del Progetto Integrato Fusina, le acque saranno trattate presso il depuratore VESTA.

Ad evitare conseguenze sulle falde più profonde tutti i palancolati dimensionati per la quota -12.0 m s.m.m. in accosto hanno lunghezze alternate al piede: gli effetti che si prevede di produrre sulla cosiddetta seconda falda in conseguenza dell'infissione delle palancole sono trascurabili. Nel rispetto delle prescrizioni ricevute, il progetto prevede una campagna di monitoraggi atti a verificare le ipotesi qui espresse.

### ***3.5 Nota circa l'estensione della guarnizione poliuretanica***

Si riassumono brevemente i criteri di dimensionamento della guarnizione di tenuta posta in opera durante l'infissione del palancolato.

Nella Conferenza di Servizi del 29 settembre 2003 è stata verbalizzata la prescrizione che “i giunti poliuretanici delle palancole saranno portati alla massima profondità tecnicamente possibile”.

---

<sup>1</sup> si veda in proposito il verbale della conferenza decisoria del 29/09/04

## **RELAZIONE TECNICA**

---

Su tale questione si può dire che la fornitura delle guarnizioni è possibile a tutta lunghezza; l'infissione delle palancole munite di tali giunti è pure tecnicamente possibile, come dimostrato dalla documentazione inerente interventi analoghi, già realizzati in altri paesi.

Uniche pregiudiziali alla scelta della lunghezza della sigillatura a tutta altezza sono la necessità che l'infissione avvenga con la minore resistenza e con la massima continuità possibili: infatti il rallentamento o, peggio ancora, l'arresto delle operazioni di infissione, nonché le azioni volte a recuperare la verticalità delle palancole durante l'avanzamento sono condizioni che aumentano gli attriti tra gargame e guarnizione e che possono surriscaldare e deteriorare quest'ultima fino a vanificarne l'efficienza.

La guarnizione della palancola da infingere scorre nel gargame di quella già infissa per cui maggiore è la lunghezza di scorrimento, maggiore è la probabilità che la guarnizione venga danneggiata.

Sugli attriti, ovvero sulle temperature e sulle pressioni che si generano nel gargame influiscono sostanzialmente due fattori: la stratigrafia e la tecnica di infissione.

La presenza di strati compatti e duri quali il caranto, sabbie dense, trovanti, pietrame, massi e rovinacci, può comportare maggiori resistenze all'infissione. In conseguenza di ciò si generano attriti maggiori o maggiori tempi di infissione e in definitiva crescenti rischi di ridurre la prestazione idraulica della guarnizione.

Per quanto riguarda la tecnica di infissione, salvo singolarità, è sempre possibile trovare una macchina in grado di infingere le palancole con la richiesta continuità, anche se a potenze installate maggiori corrispondono inevitabilmente azioni dinamiche maggiori anche sul gargame e dunque sulla guarnizione.

---

**RELAZIONE TECNICA**

---

Per facilitare l'inserimento di una palancola nel gargame di quella già infissa e per evitare danni alla guarnizione è necessario che questa non interessi il primo tratto di 3÷5 m dal piede della palancola.

Gli spessori più superficiali (estesi tra 0.0 ÷ -5.0 m s.m.m.) sono quelli localmente interessati da fenomeni di inquinamento. Le permeabilità ascrivibili ai modesti orizzonti di sabbie medie limose sono contenute essendo dell'ordine dei  $10^{-5}$  m/s. Nell'eterogenea porzione più vicina al piano campagna si conviene di localizzare l'*acquifero superficiale*.

Con riferimento all'intervento in questione (si veda l'*Elaborato* – Relazione geotecnica) si può osservare che le indagini geognostiche in relazione alle quali è stato sviluppato il progetto esecutivo hanno permesso di evidenziare che fino alla profondità variabile fra -4.0 m s.m.m. e -14.0 m s.m.m. i terreni sono prevalentemente costituiti da alternanze di argille limose, limi argillosi più o meno consistenti. Tale strato definisce quindi un potente confinamento del cosiddetto “primo acquifero” in pressione possibilmente in collegamento con la falda freatica e possibilmente inquinato.

Mediamente oltre i -16 m s.m.m. si sviluppa invece il cosiddetto *secondo acquifero* in sabbie medie e sabbie fini limose con spessori che superano i 10 m e permeabilità dell'ordine dei  $5 \times 10^{-6}$  m/s.

La guarnizione poliuretanica nel gargame prevista in progetto si estenderà fino alla profondità di -14.00 m s.m.m., per una lunghezza media complessiva di 14.40 m.

Quanto sopra ha portato a considerare soddisfatta l'esigenza di impermeabilizzare i primi due acquiferi; adottare guarnizioni più lunghe avrebbe comportato il rischio che l'infissione danneggiasse il giunto e benefici incrementali dubbi. In definitiva il progetto ha adeguatamente considerato:

- l'esigenza di garantire una prestazione idraulica commisurata alle specifiche circostanze;

---

## **RELAZIONE TECNICA**

---

- la consapevolezza che un atteggiamento più cautelativo circa la lunghezza della guarnizione nel gargame avrebbe comportato maggiori costi certi e non altrettanto certi maggiori benefici.

### ***3.6 Verifiche analitiche sui materiali di scavo***

La realizzazione delle opere incluse nel progetto prevede che si proceda allo scavo di determinate quantità dei terreni presenti in sito. La gestione dei materiali di scavo pone il delicato problema della loro qualità, che è determinante per stabilire la possibilità del loro reimpiego nell'ambito di cantiere, o, in caso contrario, le modalità del loro eventuale conferimento in discarica.

I criteri fondamentali in base ai quali è possibile stabilire se sia o meno possibile reimpiegare il materiale scavato per il successivo riempimento dello scavo sono sanciti da:

- D.Lgs. 03/04/06, n.152 *“Norme in materia ambientale”* nel caso di terreni da scavare in aree emerse;
- *“Protocollo recante criteri di sicurezza ambientale per gli interventi di escavazione, trasporto e reimpiego dei fanghi estratti dai canali di Venezia”* del 08/04/1993, nel caso di materiali da scavare al di sotto del pelo libero dell'acqua e, in generale, all'interno del comprensorio lagunare.

Qualora i materiali non possano essere reimpiegati (il che è possibile anche in relazione all'adeguatezza geomeccanica) ma debbano essere smaltiti in discarica o inviati a trattamento i riferimenti di norma sono il D.Lgs. 36/2003 ed il DM 03/08/2005 (entrambi attuativi del D.lgs. 22/97) e, fino al 31/12/05, la DCI 27/07/84 (per la quale è pure previsto il test di cessione in acido acetico).

La distinzione tra terreni da scavare in aree emerse e quelli da scavare sotto il pelo libero dell'acqua è stata effettuata sulla base della linea di medio mare, a prescindere dal fatto che si trovi davanti o dietro al palancoato strutturale

---

**RELAZIONE TECNICA**

---

di progetto, denominando “*terreni*” i materiali presenti sul lato sponda e “*fanghi*” i materiali sul lato canale.

Con qualunque circostanza si abbia a che fare durante i lavori, il monitoraggio deve assicurare la rintracciabilità dei flussi di materiale, ovvero la corretta corrispondenza fra campioni sottoposti ad analisi chimica ed i lotti di materiale scavato e successivamente smaltito o accumulato per il successivo riutilizzo. E’ pur vero che le tecniche di scavo utilizzate durante i lavori difficilmente producono lotti di materiali riconducibili ai campioni caratterizzati (a causa dell’inevitabile rimescolamento dovuto all’escavazione) e per questo è necessario ripetere alcune analisi affinché i campioni sottoposti ad analisi chimica siano effettivamente rappresentativi dei lotti scavati.

Occorre poi evidenziare che ogni scavo rischia di sollevare particelle di materiale e di renderle disponibili sulla colonna d’acqua con possibili conseguenze ambientali negative. A seconda dello stato di contaminazione dei materiali oggetto di scavo o delle necessità o opportunità di cantiere è prevista l’adozione di dispositivi che limitino la diffusione del torbido all’esterno della zona in cui si sta operando e precisamente di tute in palancolato metallico o dispositivi provvisori (panne mobili) in grado di assicurare il necessario grado di protezione.

Nella presente fase, i materiali di scavo potranno essere caratterizzati in apposite aree predisposte nell’ambito del cantiere o, qualora disponibili, in opportune aree di stoccaggio esterne al cantiere.

Sui materiali di scavo sono state previste le indagini da normativa come sopra citato, necessarie ad individuare la destinazione dei materiali stessi, per una trattazione più specifica dell’argomento si rimanda alla relazione “Caratterizzazione chimico-fisica dei materiali di scavo” integrata nel presente progetto.

---

**RELAZIONE TECNICA**

---

### ***3.7 Monitoraggi e controlli***

Nel rispetto delle indicazioni ricevute nel corso delle approvazioni del progetto, si rende necessaria la verifica sul campo di alcune grandezze che siano in grado di appurare il rispetto finale delle prestazioni delle opere progettate nonché il contenimento degli impatti ambientali, con riferimento non solo a quelli che l'intervento intende mitigare ma anche a quelli eventualmente indotti dall'opera medesima.

Tale verifica avviene generalmente in tre fasi distinte: una iniziale *ante operam*, una nel corso dei lavori e una successiva alla loro conclusione. Coi risultati acquisiti, per confronto con le condizioni iniziali, possono essere confermati gli effetti positivi attesi oppure possono essere riscontrati eventuali effetti negativi dovuti alla realizzazione dell'intervento.

Si prevedono pertanto le attività descritte nel seguito.

#### **3.7.1 Piezometri**

Le opere in sponda hanno come loro intrinseca finalità quella di arrestare i flussi idrici dalla terraferma verso il canale nella porzione di acquiferi interessati dall'inquinamento.

Il sistema di drenaggio è progettato per evitare alterazioni della piezometrica a monte (in senso idrogeologico) del palancolato. In questo senso occorre verificare quale sia l'effetto reale delle opere in sponda, al di là delle previsioni del calcolo numerico.

Occorre inoltre verificare l'eventuale interferenza che il palancolato può determinare sui flussi idrogeologici della cosiddetta seconda falda, qualora l'infissione del piede delle palancole penetri in parte o completamente nello strato geologico in cui tale falda è confinata.

---

## **RELAZIONE TECNICA**

---

L'osservazione degli effetti della conterminazione sugli acquiferi deve essere verificata e controllata attraverso dei piezometri. I risultati delle letture devono essere raccolti, elaborati ed analizzati.

In particolare, per quanto riguarda il monitoraggio piezometrico si costruirà un modello concettuale che:

- possa essere calibrato sui dati, noti da studi precedenti, di stratigrafia e piezometria, ed integrato con le informazioni acquisite da sondaggi e piezometri;
- permetta di valutare l'entità della variazione della piezometria delle falde legata alla presenza del palancoato.

Il modello concettuale alla base dell'elaborazione dei dati deve essere costruito in modo da rappresentare la situazione del sistema in tre periodi temporali diversi:

1. prima dei lavori, per poter inquadrare la situazione dello stato di fatto, avvalendosi anche delle informazioni provenienti da studi precedenti;
2. durante i lavori, per valutare le immediate modificazioni che si possono avere mentre viene eseguita l'opera di sistemazione;
3. dopo i lavori, per verificare la situazione a lungo termine.

Operativamente si prevede che la singola stazione di monitoraggio sia costituita da terne di piezometri terebrati ad una profondità tale da avere informazioni sulle falde profonde (prima e seconda), mentre per il monitoraggio della falda nel riporto sarà sufficiente una sola coppia di piezometri. In definitiva si avranno 8 piezometri mediante i quali sarà possibile verificare la quota e l'inclinazione del piano piezometrico passante per i tre punti costituenti ciascuna tripletta.

La zona in cui allestire il campo di misura piezometrica dovrà rispondere, per quanto possibile, alle seguenti caratteristiche:

---

**RELAZIONE TECNICA**

---

- minima interferenza con la zona di cantiere;
- possibilità di disposizione dei piezometri in modo da ottenere, dal monitoraggio, informazioni sia lungo la sponda che in direzione ortogonale ad essa, e a profondità tali da intercettare le tre falde in esame;
- ridotte anormalità stratigrafiche;
- minima interferenza con servizi (impianti, strada e ferrovia) e sottoservizi (cavi e tubazioni);
- rispetto di altri vincoli derivanti dalle procedure di sicurezza e opportunità concesse dai gestori degli impianti.