



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 IDRAULICA

Gennaio 2008

COORDINAMENTO	PROGETTAZIONE	
 CONSORZIO VENEZIA NUOVA Ing. JOHANN STOCKER Verif:  Contr: 	 Protecno s.r.l. – Padova Direttori tecnici: Prof. Ing. A. Adami Dott. Ing. C. Gornola  Collaboratori: Dott. Ing. A. Venuti	 STUDIO ALTIERI S.p.A. Responsabile della progettazione: Dott. Ing. Guido Zanovello  Direttore tecnico: Dott. Ing. Everardo Altieri

149023R0104-1ED M0016 EB RLA 0004

RELAZIONE IDRAULICA

INDICE

1	SISTEMA DI DRENAGGIO DELLA FALDA.....	2
1.1	Introduzione	2
1.2	Descrizione dell'impianto di drenaggio.....	3
1.3	Descrizione dell'impianto di trasporto.....	4
1.4	Calcolo della portata di filtrazione	6
1.4.1	Aspetti generali	6
1.4.2	Calcolo della portata dimensionante ai fini idraulici	8
1.4.2.1	Metodo semiempirico secondo la teoria delle trincee drenanti	10
 ALLEGATO: PROGETTO GENERALE DELLE CONDOTTE DEL PROGETTO INTEGRATO FUSINA REALIZZATE DAL MAGISTRATO ALLE ACQUE DI VENEZIA IN ACCORDO AL PROGRAMMA CON LA REGIONE DEL VENETO		16

RELAZIONE IDRAULICA

1 SISTEMA DI DRENAGGIO DELLA FALDA

1.1 Introduzione

Nel prosieguo sono esplicitate per il tratto di sponda sud del Canale Sud, nel tratto prospiciente la proprietà Alcoa, le funzioni del sistema di drenaggio posto dietro il palancolato, la sua tipologia ed il dimensionamento degli elementi che lo compongono.

I dispositivi di drenaggio che il progetto intende realizzare a tergo del perimetro delle opere strutturali hanno la funzione di:

- impedire squilibri piezometrici fra la falda a tergo dell'opera ed il canale antistante che causerebbero ripercussioni negative sulla stabilità dell'opera;
- raccogliere le acque filtrate attraverso gli strati spesso inquinati che costituiscono il riporto superficiale delle aree da conterminare per poi convogliarle agli impianti di depurazione;
- limitare il contatto delle acque potenzialmente aggressive con il palancolato;
- raggiungere uno dei principali obiettivi per i quali opera il Magistrato alle Acque di Venezia, ovvero ottenere di proteggere le acque lagunari dai rilasci inquinati provenienti dalle sponde dei canali industriali di Porto Marghera.

Il modo con il quale si ottiene che tale sistema adempia alle sue funzioni comprende la posa di un tubo microfessurato di diametro e caratteristiche opportune all'interno dello scavo effettuato a tergo dei marginamenti e

RELAZIONE IDRAULICA

L'allontanamento delle acque captate dal dreno che vengono convogliate ad un idoneo sistema di trattamento prima di potere essere rese alla laguna.

1.2 Descrizione dell'impianto di drenaggio

L'impianto di drenaggio previsto a tergo della conterminazione parte dal limite ovest del tratto oggetto di intervento, in corrispondenza del confine con l'area Abibes, e prosegue verso est lungo la sponda, fino al confine con la proprietà Enel.

Questo dispositivo idraulico è necessario per mantenere il livello della quota della falda a monte delle opere di marginamento pari a quello medio della falda indisturbata e quella di valle delle conterminazioni stesse, coincidente col livello di marea, che potrebbe comportare spinte in grado di pregiudicare la stabilità complessiva delle opere in progetto.

L'impianto di drenaggio è costituito da:

- **una tubazione drenante** che corre a tergo della conterminazione in progetto. Per tale tubazione è stato adottato un tubo Ø315 microfessurato: la scelta è stata effettuata, in analogia ad altri progetti di conterminazione di sponde di canali industriali a Porto Marghera, alcuni dei quali già realizzati, in considerazione del fatto che tale diametro fornisce congrue garanzie nei confronti della possibilità di intasamento. La linea drenante è provvista di pozzetti d'ispezione quadrati gettati in opera e previsti ad intervalli di circa 25 m;
- **2 vasche di sfioro** che 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

RELAZIONE IDRAULICA

fatto pari al livello della falda). La portata che sfiora passa quindi al di là del setto per confluire nella porzione di vasca in collegamento con un collettore fognario, collegato col collettore P.I.F.

Il fatto di prevedere che tali soglie sfioranti siano regolabili rende inoltre possibile adeguare il sistema alle effettive condizioni che saranno riscontrate ad opere eseguite: alzando o abbassando il livello delle soglie sarà possibile indurre un minore o maggiore gradiente piezometrico in relazione al quale sarà dunque possibile controllare l'effettivo livello delle falde a tergo dei marginamenti.

E' stata prevista la possibilità di inserire una elettropompa nelle vasche di sfioro dal lato al quale adducono le acque di drenaggio. Tale pompa (non compresa nel progetto) sarà facilmente collegabile all'impianto che il Frontista predisporrà per il reimpiego o la depurazione delle acque di falda. Nel caso tale impianto non venisse utilizzato, le acque di falda saranno comunque sfiorate verso la condotta PIF DN630 mm di adduzione all'impianto VESTA, in modo da non causare aggravii statici al marginamento e consentire un normale uso delle sponde.

1.3 Descrizione dell'impianto di trasporto

L'impianto di trasporto è costituito da due tubazioni P.I.F., che corrono a fianco della tubazione di drenaggio.

Già dall'ottobre del 2002 la Regione del Veneto (RVE) e il Magistrato alle Acque di Venezia (MAV) avevano convenuto di coordinare i rispettivi interventi nell'area di Porto Marghera, in particolare il Progetto Integrato Fusina (PIF) e le opere di marginamento dei canali industriali con i relativi drenaggi di falda.

RELAZIONE IDRAULICA

Il coordinamento si è tradotto in un Accordo di Programma regolante le modalità di attuazione di alcuni interventi di salvaguardia ambientale della laguna da attuarsi a Porto Marghera e in aree lagunari limitrofe; l'Accordo è stato approvato in data 29/12/2004 con delibera della Giunta Regionale n. 4531; esso definisce la ripartizione dei costi delle opere di interesse comune tra la Regione del Veneto e il Magistrato alle Acque.

Fra queste opere sono comprese:

- le condotte di adduzione e invaso dei reflui di origine industriale (reflui tipo B1 e B2) previste lungo la sponda sud del canale industriale Sud;
- le condotte di adduzione e invaso dei reflui di origine industriale previste lungo la sponda sud del canale industriale Ovest e lungo il canale Malamocco-Marghera;
- le condotte di attraversamento del canale industriale Sud.

La relazione del P.I.F. ha avuto per oggetto la progettazione idraulica (livellette, sezioni, tracciato, stazioni di sollevamento) delle condotte di adduzione all'impianto di Fusina dei reflui "B3" (acque di falda drenate dai marginamenti) e dei reflui "B1+B2" (acque industriali di processo e di prima pioggia) lungo la sponda sud del Canale Industriale Sud. Essa costituisce quindi la base di riferimento per la predisposizione della progettazione esecutiva del marginamento e delle condotte.

Le condotte in progetto sono 2, del diametro DN800 mm in PEAD per i reflui "B1+B2" (acque di processo e pioggia) e del diametro DN630 mm per i reflui "B3" (acque di falda).

Le condotte progettate si sviluppano complessivamente per circa 540 m. Hanno inizio in corrispondenza del confine tra l'area Abibes e la proprietà Alcoa, e

RELAZIONE IDRAULICA

terminano circa in corrispondenza del confine tra la proprietà Alcoa e la proprietà Enel.

Il tracciato planimetrico delle condotte segue l'andamento delle sponde, rimanendo ove possibile all'interno dell'area demaniale.

Le condotte corrono parallele e affiancate e il funzionamento idraulico è sostanzialmente il medesimo. Le due linee si differenziano per la geometria della condotta nonché per le portate massime attese.

Il progetto idraulico delle condotte ricalca quanto previsto nel “Progetto generale delle condotte del Progetto Integrato Fusina realizzate dal Magistrato alle Acque di Venezia in accordo al programma con la Regione del Veneto (D.G.R. 4531 del 29/12/2004)”. Per maggiori dettagli si allega al presente documento la Relazione Tecnica del citato progetto.

1.4 Calcolo della portata di filtrazione

1.4.1 Aspetti generali

Le indagini effettuate lungo la sponda sud del Canale Sud hanno consentito di verificare la presenza della freaticimetria tipica dell'area dei canali industriali di Porto Marghera. Le fasce stratigrafiche sede di acquiferi e interessate dalla realizzazione delle opere in progetto sono schematicamente:

- lo strato di riporto superficiale, sede della falda freatica;
- il secondo acquifero, sede della cosiddetta prima falda in pressione;
- il terzo acquifero, sede della cosiddetta seconda falda in pressione.

RELAZIONE IDRAULICA

Le conterminazioni in progetto interferiscono con la seconda falda in pressione ma non ne condizionano il deflusso, grazie alle finestrature ottenute mediante l'applicazione di palancolati "a pettine".

Di conseguenza il dimensionamento dell'impianto di drenaggio e fognatura va effettuato considerando di raccogliere e smaltire le acque derivanti dalla falda superficiale e dalla prima falda in pressione. A partire dal calcolo della portata drenata è stato poi condotto il dimensionamento delle opere idrauliche, sempre nei limiti delle informazioni a disposizione e comunque con atteggiamento cautelativo nelle assunzioni fatte circa le proprietà dei materiali.

In base alle indagini effettuate lungo le sponde soggette ad intervento è stato individuato l'andamento degli orizzonti granulari e coesivi. La stratigrafia è stata schematizzata come formata da seguenti livelli:

- **LIVELLO R**

Questo intervallo è generalmente presente fino a una profondità di 5.0 m da piano campagna. Si tratta di un deposito superficiale di copertura essenzialmente costituito da materiale di riporto. Misto ghiaioso inglobante blocchi di cls in matrice limoso-sabbiosa. Sabbia limosa grigio scura. Argilla limosa marrone rossastra inglobante ciottoli. Alternanze di argilla rossa poco consistente e argilla limosa. Limo grigio scuro compatto.

- **LIVELLO A2**

Questo intervallo è direttamente sottostante al livello R anzi descritto e raggiunge lo spessore medio di 2.5 m. Si tratta di alternanze di **argilla limosa e limo argilloso** molto compatte, caratterizzate dalla presenza di concrezioni e noduli carbonatici di dimensioni centimetriche. E' noto in letteratura come "**Caranto**".

- **LIVELLO A3**

RELAZIONE IDRAULICA

Questo intervallo ha spessore medio di 8.5 m. E' costituito da alternanze da decimetriche a metriche di **limo argilloso** talora debolmente sabbioso. Localmente contiene livelletti centimetrici torbosi o intercalazioni limoso sabbiose.

- **LIVELLO B3**

Questo livello presenta spessore medio pari a 5.0 m. La composizione litologica predominante è data da alternanze di **sabbia medio fine limosa e limo con sabbia**. Sono talora presenti orizzonti decimetrici di limo sabbioso e di limo debolmente sabbioso.

Ipotizzando che gli orizzonti granulari individuati siano la sede degli acquiferi presenti nel sottosuolo, è possibile valutare l'effettiva interferenza delle opere in progetto con le falde presenti ed effettuare un calcolo delle portate fluenti intercettate dalle opere e per le quali quindi è necessario predisporre l'impianto di drenaggio e di fognatura.

1.4.2 Calcolo della portata dimensionante ai fini idraulici

Il dreno perimetrale posto a tergo del marginamento ha il compito di raccogliere l'acqua di falda e di trasferirla ai collettori a gravità che a loro volta la inviano a depurazione; la quantità d'acqua da drenare deve garantire che la falda a tergo non subisca alterazioni a causa dell'impermeabilizzazione che il marginamento comporta.

La quantificazione dei flussi d'acqua che è necessario allontanare per garantire di conservare quella quota è cosa complessa. Infatti, stabilire quali siano i flussi che giungono al dreno dipende da fattori tipicamente molto variabili dal punto di vista spaziale e legati a circostanze mutevoli anche nel tempo.

RELAZIONE IDRAULICA

Solo per menzionare gli aspetti più rilevanti che comportano la difficoltà di stabilire con grande precisione l'entità delle portate drenate, si citano le seguenti grandezze:

- la permeabilità del mezzo poroso attraverso il quale scorre la falda è legata al modo con cui i terreni ed i riporti sono stati depositati, erosi e nuovamente accumulati ed è quindi mutevole da zona a zona anche per più di un ordine di grandezza;
- lo spessore, la continuità e la profondità dei livelli granulari sede delle falde hanno anch'essi andamento variabile;
- il verso e l'entità dei gradienti idraulici sono variabili localmente e nel tempo;
- il tipo di regime idraulico nei terreni considerati è variabile fra artesiani, freatici e sospesi, e ciò comporta una schematizzazione certamente non scontata;

Per il calcolo della portata di progetto da utilizzare nel dimensionamento dei tubi di drenaggio si considera il valore massimo di portata di filtrazione recapitabile dal mezzo poroso sul perimetro dell'intervento di conterminazione: tale impostazione è giustificata dall'esigenza che i dreni siano in grado di garantire, anche per eventi meteorici intensi, che la falda a tergo non subisca alterazioni a causa dell'impermeabilizzazione che il marginamento comporta.

Il metodo individuato per procedere alla stima delle portate drenate è quello semiempirico secondo la teoria delle trincee drenanti, un metodo semplificato (ma non per questo meno significativo) che consente una precisione confrontabile con quella delle conoscenze del sistema idrogeologico, e comunque sufficiente per dimensionare il sistema di drenaggio progettato:

RELAZIONE IDRAULICA

1.4.2.1 Metodo semiempirico secondo la teoria delle trincee drenanti

In letteratura sono ben note le relazioni che consentono il calcolo della portata unitaria emunta da una trincea drenante come soluzione integrata delle equazioni di Laplace.

Si è applicato il metodo per le trincee drenanti in falde di tipo freatico in regime stazionario: tale metodo è basato sull'ipotesi che il flusso sia perpendicolare alle sponde e sulle ipotesi di Dupuit–Forcheimer, ovvero che:

- la componente verticale della velocità del flusso è trascurabile, cioè le linee di flusso possono essere ritenute orizzontali;
- la velocità del flusso dipende unicamente dalla permeabilità e dal gradiente idraulico ed è perciò indipendente dalla profondità, cioè le linee equipotenziali possono essere considerate verticali.

Al fine di massimizzare la portata drenata, si è assunto cautelativamente che il livello piezometrico indisturbato coincida con il piano campagna. Per quanto già espresso, il livello piezometrico nella fascia immediatamente a tergo del marginamento è tenuto intorno alla quota media di 0.0 m s.m.m. (pari alla quota media rilevabile *ante operam*), sempre al di sopra della quota di posa del tubo microfessurato.

La portata per unità di lunghezza del dreno, è calcolata con la seguente relazione:

$$q = k \frac{H^2 - h_0^2}{2L} \quad (\text{Dupuit, 1863})$$

nella quale L , la lunghezza di influenza della galleria, si calcola mediante l'espressione:

$$L = C_r (H - h_0) \sqrt{k} \quad (\text{Sichardt, 1930})$$

RELAZIONE IDRAULICA

in cui Cr rappresenta il coefficiente di influenza, variabile tra 1500 e 2000 $(m/s)^{0.5}$:

Si ipotizza altresì che la falda da drenare sia delimitata al di sotto da uno strato impermeabile, orientativamente corrispondente alla quota di fondo scavo e coincidente per la gran parte dei casi con il top dei livelli naturali antecedenti ai riporti dell'epoca industriale: -2.00 m s.m.m..

A riguardo del valore da assegnare al coefficiente di permeabilità, si assume un $k_{s\text{ medio}}$, desunto da prove di laboratorio (in cella edometrica) e di campo (Lefranc).

In definitiva si ha che:

- Cr è il coefficiente di influenza, posto pari a $2000 (s/m)^{0.5}$;
- H è il dislivello fra la quota della falda indisturbata, posta a favore di sicurezza coincidente col piano campagna ($+2.00$ m s.m.m.), e la quota del primo strato coesivo che delimita inferiormente l'acquifero nel riporto: nel caso presente si assume $H=2.5$ m;
- h_0 è la distanza fra il colmo della galleria ed il bottom su cui posa l'acquifero nel riporto, posta nel presente caso pari a 0.5 m, altezza del filtro rovescio previsto attorno alla condotta drenante;
- K è il coefficiente di permeabilità posto per la falda superficiale, pari a 5.5×10^{-6} m/s, rappresentativo delle caratteristiche medie dei terreni che costituiscono il riporto;

Nel caso della sponda Pagnan-Colacem lungo la sponda sud del Canale Sud oggetto del presente intervento, la lunghezza di influenza assume valore pari a:

$$L \cong 9.4m$$

e la portata unitaria è pari a:

$$q = 1.76 \text{ l}/(s \cdot km)$$

RELAZIONE IDRAULICA

Il tratto soggetto ad intervento ha lunghezza complessiva pari a 400 metri; la portata complessiva che verrà drenata corrispondente allo spessore del riporto sarà dunque:

$$Q_1 = 1.76 \times 400 / 1000 = 0.70 \text{ l/s}$$

Per quanto riguarda la prima falda, sulla base delle esperienze maturate nel corso della progettazione di opere analoghe nella laguna di Venezia e delle misurazioni effettuate in seno ai monitoraggi prescritti dall'Accordo per la Chimica a Porto Marghera si può affermare che il gradiente piezometrico medio della prima falda è pari a circa lo 0.04%¹.

Relativamente allo spessore dell'acquifero, variabile fra 2 e 5 metri, si assume che lo spessore attraverso il quale scorre la falda sia pari a 3.5 metri. In tali condizioni, assumendo un coefficiente di permeabilità $k = 8.0 \times 10^{-6} \text{ m/s}$, la velocità di filtrazione risulta essere:

$$v = k \cdot i = 8.0 \times 10^{-6} \times 0.4 \times 10^{-3} = 0.3 \times 10^{-8} \text{ m/s}$$

che per la lunghezza del tratto che interessa la vasca di sollevamento, determina una portata complessiva (per tutta l'altezza della falda, pari a 3.5 m) di:

$$Q_2 = 0.3 \times 10^{-8} \times 3.5 \times 400 = 4.2 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s} = 4.2 \times 10^{-3} \text{ l/s}$$

La portata totale risulta perciò essere pari a:

$$Q_{tot} = 0.71 \text{ l/s}$$

La portata di emungimento del sistema drenante è sufficiente a mantenere il livello di falda a tergo del palancolato costante su quota 0.00 m s.m.m.. Nel caso in cui venisse a mancare l'alimentazione alla falda si giungerebbe alla progressiva attenuazione del gradiente e dunque della portata: per questo il valore ottenuto è

RELAZIONE IDRAULICA

da considerare quale limite superiore, valido cioè fintanto che sia costante il livello di monte.

Come già indicato precedentemente la portata sopra calcolata corrisponde a un valore massimo di portata: si tratta cioè di un valore rappresentativo di periodi in cui si verificano fenomeni di intensa ricarica della falda ed una concomitante bassa evaporazione, come può avvenire nei mesi più piovosi dell'anno; tali riferimenti sono dirimenti per il dimensionamento del sistema di drenaggio.

Per determinare la quantità di acque effettivamente drenate annualmente è necessario conoscere la portata media che perviene alla sponda. La quantificazione di tale portata media si rivela molto articolata in quanto funzione di numerose grandezze fisiche e meteorologiche, variabili nello spazio e a seconda delle stagioni.

L'approccio più articolato e puntuale è quello che fa riferimento alle analisi ed alla modellazione svolta nello “*Studio idrologico del contributo alla ricarica della falda nella zona di Porto Marghera (VE)*”² elaborato per conto del Ministero dell'Ambiente; tale studio si riferisce ad un anno “tipico” di precipitazione e suddivide la zona di Porto Marghera in “macroaree”, caratterizzate da confrontabili parametri fisici e geotecnici. Il modello ha elaborato i dati giornalieri di precipitazione, velocità del vento, umidità e temperatura dell'aria rilevati presso la stazione di Mestre ed è stato applicato in continuo per gli anni dal 1968 al 1998. Lo studio ha valutato il bilancio idrologico complessivo di ciascuna area, determinando l'aliquota della precipitazione insistente sull'area che si infila nel terreno e che si suppone giunga in corrispondenza del perimetro dove viene intercettata dai drenaggi.

¹ Cfr. “*Valutazione del marginamento delle sponde dei canali industriali al fine del confinamento efficace dell'intera area in cui insistono le imprese firmatarie dell'Accordo per la Chimica – Rapporto Finale, giugno 2001*” a cura del Consorzio Venezia Ricerche.

² Responsabile: prof. Andrea Rinaldo, gennaio 2005.

RELAZIONE IDRAULICA

Dai risultati di tale studio (riferiti alla “Macroisola Nuovo Petrolchimico” e sintetizzati in Figura 1) è possibile osservare che l’anno solare è schematizzabile in tre periodi caratterizzati da valori confrontabili del contributo medio mensile di ricarica della falda: con riferimento ad 1 km di conterminazione, si evidenziano i seguenti valori delle portate medie:

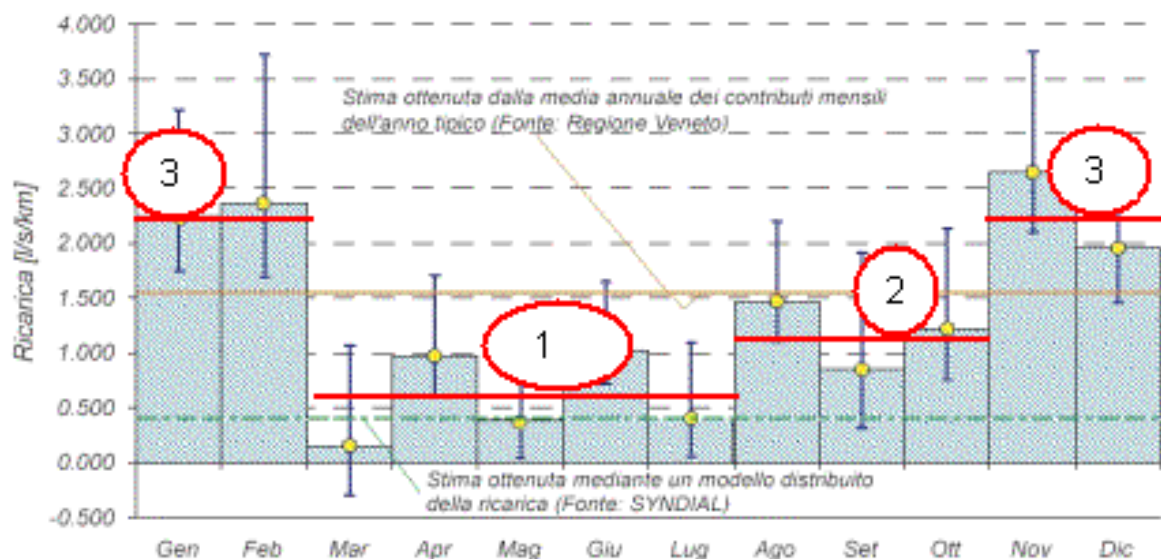
- periodo 1 (marzo, aprile, maggio, giugno, luglio), $q_{1NP} = 0,6$ l/s;
- periodo 2 (agosto, settembre, ottobre), $q_{2NP} = 1,1$ l/s;
- periodo 3 (novembre, dicembre, gennaio, febbraio), $q_{3NP} = 2,2$ l/s.

Ciascuno di questi periodi può essere assimilato ad una particolare situazione climatica: clima caldo-secco (periodo 1), medio-umido (periodo 2) e umido-freddo (periodo 3).

Con riferimento alla portata di picco corrispondente al periodo 3:

- la portata media annua pesata è pari al 57% (esiste dunque un fattore di picco pari a circa 2 fra la portata media annua e quella del periodo piovoso);
- quella del periodo 1 è circa il 27%;
- quella del periodo 2 è circa il 50%.

Figura 1. Contributo medio mensile di ricarica della falda relativo alla “Macroisola del Nuovo Petrolchimico” (tratto da “Studio idrologico del contributo alla ricarica della



RELAZIONE IDRAULICA

falda nella zona di Porto Marghera”).

I risultati appena citati, relativi alla “Macroisola Nuovo Petrolchimico”, rappresentano un significativo punto di partenza per la stima delle analoghe portate caratteristiche dei vari periodi (1, 2 e 3 ossia periodo secco, intermedio, umido).

Ipotizzando che la portata massima q precedentemente determinata per il tratto in progetto sia associabile al periodo 3 di massima infiltrazione, si ritiene ragionevole sostenere che fra le portate dei tre periodi sussistano le stesse relazioni riscontrate nel caso dello studio citato: si assume dunque che zone anche caratterizzate da differenti permeabilità o da diversi coefficienti di evapotraspirazione, per quanto concerne le portate trasferite sul perimetro ai drenaggi rispondano comunque in maniera analoga alla forzante ritenuta principale, costituita dalle precipitazioni.

In definitiva la portata unitaria media per il caso della sponda sud del Canale Industriale Sud varrà:


$$q_{\text{media}} = 1.15 \text{ l/s/km} \times 57\% = 1.0 \text{ l/s/km}.$$

RELAZIONE IDRAULICA


**ALLEGATO: PROGETTO GENERALE DELLE CONDOTTE
DEL PROGETTO INTEGRATO FUSINA REALIZZATE DAL
MAGISTRATO ALLE ACQUE DI VENEZIA IN ACCORDO
AL PROGRAMMA CON LA REGIONE DEL VENETO**

(D.G.R. 4531 del 29/12/2004)

RELAZIONE TECNICA

 STUDIO ALTIERI PROTECNO Protecno s.r.l. - Padova	PROGETTO GENERALE DELLE CONDOTTE DEL PROGETTO INTEGRATO FUSINA REALIZZATE DAL MAGISTRATO ALLE ACQUE DI VENEZIA IN ACCORDO DI PROGRAMMA CON LA REGIONE DEL VENETO (D.G.R. 4531 del 29/12/2004)		rev.	data
	CANALE INDUSTRIALE SUD - SPONDA SUD E DARSENA TERMINALE Relazione tecnica		01	4 Ott-07

1. PREMESSA	2
2. DESCRIZIONE DELLA RETE	4
3. CONSIDERAZIONI SUL DIMENSIONAMENTO DEL COLLETTORE “B1+B2” E “B3”	8
4. STAZIONE DI SOLLEVAMENTO IN AREA 43HA	12
4.1. VERIFICA STRUTTURALE DEL PALANCOLATO	15
4.2. VERIFICA AL GALLEGGIAMENTO	16
4.3. VERIFICA AL SIFONAMENTO DEL FONDO SCAVO	17
4.4. VERIFICHE IDRAULICHE STAZIONE “B1+B2”	18
4.5. VERIFICHE IDRAULICHE STAZIONE “B3”	21
5. STAZIONE DI SOLLEVAMENTO IN AREA “FASSA”	24
5.1. VERIFICA STRUTTURALE DEL PALANCOLATO E DELLE CENTINE.....	28
5.2. VERIFICA SOLLEVAMENTO FONDO SCAVO	32
5.3. VERIFICA GALLEGGIAMENTO.....	34
5.4. VERIFICHE IDRAULICHE STAZIONE “B1+B2”	35
5.5. VERIFICHE IDRAULICHE STAZIONE “B3”	39
ALLEGATO A.1 RELAZIONE ALLEGATA ALLA LETTERA DELLA REGIONE VENETO DEL 26-03-2007 PROT 172656/57.08. “AGGIORNAMENTO DELLE INDICAZIONI PROGETTUALI PER I REFLUI “B1+B2” E “B3” LUNGO LE SPONDE DEI CANALI SUD, OVEST E MALAMOCCO-MARGHERA”	
ALLEGATO A.2 LETTERA DELLA REGIONE VENETO DEL 11-06-2007 PROT 329166/57.08. “PRECISAZIONI ED INTEGRAZIONI ALLA NOTA DEL 26- 03-2007”	
ALLEGATO B ALLEGATO ALLA LETTERA DELLA REGIONE VENETO DEL 11-06-2007 PROT 329166/57.08. “PLANIMETRIA CON INDICAZIONI DELLE CONDUTTURE, PORTATE, DIAMETRI E PROFILI DI POSA”.	
ALLEGATO C “VERIFICA STATICA DELLE CONDOTTE SECONDO IL METODO DI SPANGLER”	

 STUDIO ALTIERI PROTECNO Protecno s.r.l. - Padova	PROGETTO GENERALE DELLE CONDOTTE DEL PROGETTO INTEGRATO FUSINA REALIZZATE DAL MAGISTRATO ALLE ACQUE DI VENEZIA IN ACCORDO DI PROGRAMMA CON LA REGIONE DEL VENETO (D.G.R. 4531 del 29/12/2004) CANALE INDUSTRIALE SUD - SPONDA SUD E DARSENA TERMINALE Relazione tecnica		rev.	data
			01	4 Ott-07

1. PREMESSA

Già dall'ottobre del 2002 la Regione del Veneto (RVE) e il Magistrato alle Acque di Venezia (MAV) avevano convenuto di coordinare i rispettivi interventi nell'area di Porto Marghera, in particolare il Progetto Integrato Fusina (PIF) e le opere di marginamento dei canali industriali con i relativi drenaggi di falda.

Il coordinamento si è tradotto in un Accordo di Programma regolante le modalità di attuazione di alcuni interventi di salvaguardia ambientale della laguna da attuarsi a Porto Marghera e in aree lagunari limitrofe; l'Accordo è stato approvato in data 29/12/2004 con delibera della Giunta Regionale n. 4531; esso definisce la ripartizione dei costi delle opere di interesse comune tra la Regione del Veneto e il Magistrato alle Acque.

Fra queste opere sono comprese:


- le condotte di adduzione e invaso dei reflui di origine industriale (reflui tipo B1 e B2) previste lungo la sponda sud del canale industriale Sud
- le condotte di adduzione e invaso dei reflui di origine industriale previste lungo la sponda sud del canale industriale Ovest e lungo il canale Malamocco-Marghera
- le condotte di attraversamento del canale industriale Sud.

In data 30 dicembre 2006 è stato presentato il progetto esecutivo PIF completo di validazione. Le attività propedeutiche sono iniziate già dall'ottobre 2006; l'inizio ufficiale dei lavori è avvenuto il 2 aprile 2007 per l'impianto di depurazione di Fusina e il suo marginamento, nonché per l'area di fitodepurazione in cassa A. Per quanto riguarda le condotte a terra e lo scarico a mare, sono ancora in corso le pratiche per ottenere la consegna delle aree.

A distanza di circa quattro anni, alla luce dell'evoluzione del PIF e delle opere di marginamento, in fase di avanzata esecuzione, la Regione Veneto – Direzione Progetto Venezia ha inviato al Magistrato alle Acque una relazione tecnica, una planimetria delle condotte con indicati diametri dei collettori, quote, pendenze, portate e stazioni di sollevamento che definiscono/revisionano parzialmente le indicazioni progettuali del 2002.

La presente relazione ha per oggetto la progettazione idraulica (livellette, sezioni, tracciato, stazioni di sollevamento) delle condotte di adduzione all'impianto di Fusina dei reflui "B3" (acque di falda drenate dai marginamenti) e dei reflui "B1+B2" (acque industriali di processo e di 1a pioggia) lungo la sponda sud del Canale Industriale Sud.

Il presente documento costituisce quindi la base di riferimento per la predisposizione:


	PROGETTO GENERALE DELLE CONDOTTE DEL PROGETTO INTEGRATO FUSINA REALIZZATE DAL MAGISTRATO ALLE ACQUE DI VENEZIA IN ACCORDO DI PROGRAMMA CON LA REGIONE DEL VENETO (D.G.R. 4531 del 29/12/2004) CANALE INDUSTRIALE SUD - SPONDA SUD E DARSENA TERMINALE Relazione tecnica		rev.	data
			01	4 Ott-07

- a) delle perizie di variante per le condotte nei singoli lotti di marginamento dove i lavori sono già in esecuzione (4 cantieri a settembre 2007: San Marco Petroli, Pagnan, 43ha, Fassa);
- b) della progettazione esecutiva del marginamento e delle condotte in quei tratti di marginamento dove la progettazione del marginamento è ancora in corso (Decal, Vesta, Enel e Alcoa). In questi tratti la poligonale esecutiva del marginamento può ancora subire modificazioni per richieste dei frontisti e dell'Autorità Portuale.

In considerazione del fatto che in alcuni tratti di sponda il marginamento non è ancora definito, è evidente che il presente documento dovrà essere regolarmente aggiornato.

Se da una parte la progettazione dell'intero tratto permette di affrontare il problema idraulico in modo compiuto, dall'altra l'esecuzione delle opere PIF assieme ai singoli stralci di marginamento offre evidenti sinergie organizzative ed economiche.

Per le due stazioni di sollevamento è stato effettuato anche il dimensionamento statico. L'attraversamento dell'opera di presa Enel (con pozzo in palancole/centine/rivestimento e microtunneling) può essere assunto infine come riferimento per l'attraversamento anche delle opera di presa Edison e Alcoa in quanto le dimensioni delle tubazioni sono le medesime. Cambia evidentemente la profondità da superare e quindi la lunghezza del palancole (funzione strutturale e antisifonamento).

 PROTECNO Protecno s.r.l. - Padova	PROGETTO GENERALE DELLE CONDOTTE DEL PROGETTO INTEGRATO FUSINA REALIZZATE DAL MAGISTRATO ALLE ACQUE DI VENEZIA IN ACCORDO DI PROGRAMMA CON LA REGIONE DEL VENETO (D.G.R. 4531 del 29/12/2004)		rev.	data
	CANALE INDUSTRIALE SUD - SPONDA SUD E DARSENA TERMINALE Relazione tecnica		01	4 Ott-07

2. DESCRIZIONE DELLA RETE

Le condotte progettate sono 2, del diametro DN800 in PEAD per i reflui “B1+B2” (acque di processo e pioggia) e del diametro DN630 per i reflui “B3” (acque di falda).

Le condotte progettate si sviluppano complessivamente per circa 4150m. Hanno inizio dalla darsena terminale del canale sud (area Nuova Sirma) e terminano pressappoco in corrispondenza del ponte tubi esistente nel canale sud congiungendosi con le condotte che la regione ha progettato lungo il marginamento dell’impianto di depurazione VESTA.

Il tracciato planimetrico delle condotte segue l’andamento delle sponde, rimanendo ove possibile all’interno dell’area demaniale. Localmente tuttavia le condotte entrano in proprietà privata, ma sempre in presenza di grossi sottoservizi da attraversare, per esempio l’opera di presa Enel, il metanodotto Decal, etc..).

Le condotte corrono parallele e affiancate e il funzionamento idraulico è sostanzialmente il medesimo. Le due linee si differenziano per la geometria della condotta nonché per le portate massime attese.

Il profilo altimetrico delle condotte segue le indicazioni della Regione ed è costituito da tre tratti.


Due tratti sono a gravità con pendenza dello 0.5‰ e terminano ciascuno con una stazione di sollevamento dimensionata per le massime portate attese e per i livelli piezometrici attesi a monte e a valle. Dati geometrici e portate sono indicati dalla Regione Veneto (Allegato B).

Il terzo tratto è invece a debole pressione e adduce le acque direttamente all’invaso nelle vasche dell’impianto senza passare per ulteriori sollevamenti. Per entrambe le linee (“B1+B2” e “B3”) l’arrivo in impianto avviene nella cameretta di mandata della stazione di sollevamento recentemente progettata dal Magistrato alle Acque nell’ambito dell’attraversamento del Canale Industriale Sud (in teleguidata, anch’esso facente parte degli interventi PIF in accordo di programma con la Regione del Veneto).

Le stazioni di sollevamento qui progettate sono quattro (due per ciascuna linea) e sono provviste di pompe a bassa prevalenza.

Il primo tratto, lungo circa 1'700 m, termina in corrispondenza del confine tra area 43ha e Decal dove (in area 43 ha) è situata la prima stazione di sollevamento.

Le portate massime attese dei reflui “B3” e “B1+B2” alla sezione di chiusura del tratto sono indicate dalla Regione (Allegato B) e valgono, rispettivamente, circa 15 l/s e circa 150 l/s.

	PROGETTO GENERALE DELLE CONDOTTE DEL PROGETTO INTEGRATO FUSINA REALIZZATE DAL MAGISTRATO ALLE ACQUE DI VENEZIA IN ACCORDO DI PROGRAMMA CON LA REGIONE DEL VENETO (D.G.R. 4531 del 29/12/2004) CANALE INDUSTRIALE SUD - SPONDA SUD E DARSENA TERMINALE Relazione tecnica		rev.	data
			01	4 Ott-07

Il secondo tratto ha inizio dalla stazione di sollevamento “43ha” e si estende fino all’opera di presa ENEL, superandola a sifone. Subito a valle della proprietà ENEL è prevista in area Fassa la seconda stazione di sollevamento. La lunghezza di tale tratto è di circa 1930 m.

Le portate massime attese dei reflui “B3” e “B1+B2” alle stazioni di sollevamento sono indicate dalla Regione (Allegato B) e valgono, rispettivamente, circa 22 l/s e circa 240 l/s.

L’ultimo tratto si sviluppa per circa 510 m dalla stazione di sollevamento “Fassa” fino alle condotte PIF in realizzazione dalla Regione lungo il marginamento. Le condotte PIF di competenza della Regione a cui le condotte PIF di competenza MAV devono collegarsi sono state progettate per funzionamento in pressione con piano di posa a quota di +0.00 m s.m.m. . Sono previste in PEAD liscio PE100 PN6 di diametro DN800 e DN450 rispettivamente per i reflui “B1+B2” e “B3”.

Al confine di proprietà Syndial-Polimeri e Vesta (che coincide con il limite di competenza per le condotte PIF della Regione e del Magistrato alle Acque) la condotta “B1+B2” riceve l’immissione della linea “B1+B2” di Via dell’Elettronica a servizio principalmente di Enel e Alcoa (DN630 in pressione). La portata massima attesa dal questo ramo è di 240 l/s.

La portata massima attesa “B1+B2” lungo il marginamento dell’impianto (L=350m, cioè nel tratto immediatamente a monte delle vasche di accumulo da 75'000 m³) è quindi di 240 l/s+240 l/s= 480 l/s .

La portata massima attesa “B3” lungo il marginamento dell’impianto è invece quella sollevata dalla stazione Fassa (22 l/s) a cui si aggiunge quella drenata dalla sponda di Syndial-Polimeri e Fassa (L=510 m). La portata può essere assunta pari a circa 25 l/s, ovviamente dimensionando in modo opportuno il piccolo impianto di sollevamento necessario al drenaggio del marginamento di Syndial-Polimeri.

Con linee separate arrivano all’impianto i reflui “B1+B2” e “B3” provenienti da Porto Marghera nord (attraversamento in teleguidata del canale sud e uscita direttamente nella stazione di sollevamento dedicata, cfr. Progetto esecutivo dell’attraversamento).

Per il dimensionamento della stazione di sollevamento “43ha” è sufficiente conoscere la portata di dimensionamento, la prevalenza geodetica e la geometria delle condotte di mandata. Le linee a monte e a valle sono a gravità. Per approssimazioni successive si ottiene il punto di lavoro della pompa tenendo conto delle perdite di carico continue e concentrate che avvengono nella mandata.

Sia la stazione “B1+B2” che quella “B3” sono progettate in modo da garantire il bypass manuale (panconi) e/o automatico (sfiori) del sollevamento in caso di malfunzionamenti delle pompe ovvero la continuità del flusso verso valle sia pur in condizioni di rigurgito e a portata ridotta.

 PROTECNO Protecno s.r.l. - Padova	PROGETTO GENERALE DELLE CONDOTTE DEL PROGETTO INTEGRATO FUSINA REALIZZATE DAL MAGISTRATO ALLE ACQUE DI VENEZIA IN ACCORDO DI PROGRAMMA CON LA REGIONE DEL VENETO (D.G.R. 4531 del 29/12/2004) CANALE INDUSTRIALE SUD - SPONDA SUD E DARSENA TERMINALE Relazione tecnica		rev.	data
			01	4 Ott-07

Le stazioni di sollevamento sono state verificate al galleggiamento e, a favore di sicurezza, il volume della vasca dimensionato/verificato in relazione al numero massimo di attacchi/stacchi consentito dalle pompe.

Si è detto a favore di sicurezza in quanto le stazioni di sollevamento sono provviste di telecontrollo e regolazione dei giri delle pompe mediante quadri elettrici provvisti di inverter.

Per il dimensionamento della stazione di sollevamento in area Fassa è stato necessario valutare le perdite di carico che si producono nel tratto di valle (dal sollevamento fino in impianto). E' necessario conoscere inoltre il livello idrico di riferimento di valle.

A questo proposito, il livello massimo nelle vasche di accumulo in impianto (75'000 m³ in vari settori) è pari a +0.50 m s.m.m.. Il livello massimo atteso nelle due camerette di carico alle vasche (poste a valle del sollevamento MAV progettato nell'ambito dell'attraversamento in teleguidata del Canale Industriale Sud e a cui arrivano anche le condotte "B1+B2" e "B3" di cui il presente progetto) è pari a +1.0 m s.m.m.

Si ricava quindi che la quota piezometrica a valle delle stazioni di sollevamento "Fassa" è pari a (tabelle seguenti):

- +1.00m s.m.m. + 0.08m \cong 1.1 m s.m.m. per la condotta DN450 dei reflui "B3" (ridotta rispetto al DN 630)
- +1.00m s.m.m. + 0.79m \cong 1.8 m s.m.m. per la condotta DN800 dei reflui "B1+B2"

reflui B3

TRATTO FASSA - SYNDIAL

L	530 m		
DN	450 mm		
D _i	422.8 mm	A	0.14 m ²
ks	85 m ^{1/3} s ⁻¹		
Q	25 l/s	V	0.18 m/s
□H	0.05 m	v ² /2g	0.002 m

TRATTO SYNDIAL - IMPIANTO

L	350 m		
DN	450 mm		
D _i	422.8 mm	A	0.14 m ²
ks	85 m ^{1/3} s ⁻¹		
Q	25 l/s	V	0.18 m/s
□H	0.03 m	v ² /2g	0.002 m

totale 0.08 m

	PROGETTO GENERALE DELLE CONDOTTE DEL PROGETTO INTEGRATO FUSINA REALIZZATE DAL MAGISTRATO ALLE ACQUE DI VENEZIA IN ACCORDO DI PROGRAMMA CON LA REGIONE DEL VENETO (D.G.R. 4531 del 29/12/2004) CANALE INDUSTRIALE SUD - SPONDA SUD E DARSENA TERMINALE Relazione tecnica		rev.	data
			01	4 Ott-07

reflui B1+B2

TRATTO FASSA - SYNDIAL			
L	510 m		
DN	800 mm		
D _i	738.8 mm	A	0.43 m ²
ks	85 m ^{1/3} s ⁻¹		
Q	240 l/s	V	0.56 m/s
ΔH	0.21 m	v ² /2g	0.02 m

TRATTO SYNDIAL - IMPIANTO			
L	350 m		
DN	800 mm		
D _i	738.8 mm	A	0.43 m ²
ks	85 m ^{1/3} s ⁻¹		
Q	480 l/s	V	1.12 m/s
ΔH	0.58 m	v ² /2g	0.06 m

totale 0.79 m

	PROGETTO GENERALE DELLE CONDOTTE DEL PROGETTO INTEGRATO FUSINA REALIZZATE DAL MAGISTRATO ALLE ACQUE DI VENEZIA IN ACCORDO DI PROGRAMMA CON LA REGIONE DEL VENETO (D.G.R. 4531 del 29/12/2004) CANALE INDUSTRIALE SUD - SPONDA SUD E DARSENA TERMINALE Relazione tecnica		rev.	data
			01	4 Ott-07

3. CONSIDERAZIONI SUL DIMENSIONAMENTO DEL COLLETTORE “B1+B2” E “B3”

Il primo aspetto da evidenziare è che il collettore “B1+B2” è un collettore per le acque di processo e, solo a seguito di una prescrizione della Commissione VIA, ha assunto la funzione di inviare a trattamento una prefissata portata di acque di pioggia dalle industrie presenti lungo la sponda del Canale Industriale Sud.


Ciò premesso, il dimensionamento del collettore “B1+B2” (acque di processo e di pioggia) è stato effettuato dalla Regione del Veneto ed è contenuto nella nota riportata in allegato A.1.

La portata di progetto del collettore deriva da un censimento delle acque di processo che oggi i frontisti scaricano nel collettore comunale di Vesta (fognatura civile) che corre a sud del Canale Industriale Sud lungo via dell'Elettronica.

Per i frontisti che non hanno risposto alla richiesta di dati è stato assunto un contributo proporzionale alla superficie dell'area degli stessi.

<i>Frontisti</i>	<i>Superfici (ha)</i>	<i>Acque di processo (B1) m³/anno</i>
Nuova Sirma	26.6	318'744
S.Marco Petroli	0.5	6'351
Alles S.r.l	4.0	
Guardie ai Fuochi	0.5	6'351
Pagnan	8.9	107'007
Area 43 ha	23.0	275'605
Decal AM/	18.0	
Italcementi	2.3	27'561
Vesta - AM	13.1	0
Ex Abibe	14.3	
Alcoa	70.8	
Enel Centrale I	45.3	
Fassa Ex Edison	5.9	70'459
Syndial	1.8	21'569
Polimeri Eur		
totale B1 (m³/anno)	238.9	2'862'462

La Commissione VIA con parere n. 30 del 01/07/2002 ha approvato il progetto preliminare generale e ha prescritto che nella condotta delle acque di processo (reflui “B1”) potessero venire convogliate acque di pioggia di dilavamento “B2” (prima pioggia da mandare a trattamento), fino ad una portata massima pari al 30% di quella “B1”. Da qui il nome della condotta “B1+B2”.

 STUDIO ALTIERI PROTECNO Protecno s.r.l. - Padova	PROGETTO GENERALE DELLE CONDOTTE DEL PROGETTO INTEGRATO FUSINA REALIZZATE DAL MAGISTRATO ALLE ACQUE DI VENEZIA IN ACCORDO DI PROGRAMMA CON LA REGIONE DEL VENETO (D.G.R. 4531 del 29/12/2004)		rev.	data
	CANALE INDUSTRIALE SUD - SPONDA SUD E DARSENA TERMINALE Relazione tecnica		01	4 Ott-07

Per valutare la portata di picco con cui dimensionare il diametro è stata quindi applicata alla portata media annua un coefficiente pari a 2, ottenendo nella sezione di chiusura la portata di circa 240 l/s.

Di questa portata il 30% può essere acqua di pioggia, cioè circa 70 l/s.

Ad oggi i frontisti titolari di scarico autorizzato in laguna delle acque di seconda pioggia (dal Magistrato alle Acque) sono provvisti di vasche di prima pioggia dimensionate per invasare e mandare a trattamento (oggi tramite la condotta civile Vesta, domani attraverso la condotta industriale PIF) i primi 5 mm di pioggia caduta sulle aree impermeabili.

Alcuni frontisti (Enel, Alcoa, Decal) hanno l'obbligo di invasare maggiormente in relazione alle lavorazioni industriali che svolgono. Alcuni frontisti inoltre riciclano le acque raccolte.

Le aree impermeabili nella macroisola di Fusina (da studio Centro Internazionale di Idrologia "Dino Tonini", 2005) oggi sono circa il 35% della superficie totale (circa 410 ha). In considerazione delle prossime iniziative in area 43 ha, ex-Abibes e Fassa, la superficie impermeabile sarà a breve tempo pari al 50% della superficie totale, cioè 200 ha.


Se si continua a considerare prima pioggia i primi 5 mm caduti uniformemente sulle aree impermeabili, il volume di prima pioggia ammonta a 10'000 m³. Il vuotamento delle vasche in 2 giorni produce un flusso continuo di circa 60 l/s.

Per mandare a trattamento volumi di prima pioggia maggiori (ciò presumibilmente avverrà solo a seguito di specifiche disposizioni normative) è necessario che i frontisti incrementino i volumi di invaso disponibili nelle proprie aree.

Il Master Plan delle Bonifiche di Porto Marghera (redatto nel 2004 dalla Regione e dal Comune di Venezia con la collaborazione di tutti gli enti competenti in laguna) prevedeva di dimensionare gli invasi con riferimento all'anno tipico degli ultimi 30 anni permettendo nell'anno un numero limitato di sfiori (n. 5).

Indagini preliminari condotte nell'ambito del Progetto Integrato Fusina per verificare l'impatto di tale prescrizione del Master Plan avevano condotto a verificare che tale prescrizione era pressappoco equivalente a predisporre invasi per 25 mm (50'000 m³) e quindi ad incrementare il volume d'invaso (40'000 m³) per consentire lo svasso in un tempo più lungo e mantenere libero del volume per gli eventi che potevano (anno tipico) verificarsi prima del completo vuotamento delle vasche. Ovviamente tutto con riferimento all'anno tipico della serie storica 1968-1998, che è l'anno 1982.

Ciò tuttavia esula forse un po' dagli scopi del presente documento. E' certo però che, visti i recenti eventi che hanno interessato le aree del mestrino e di Porto Marghera, l'argomento degli invasi per le acque di pioggia (prima e seconda) verrà presto affrontato dalla Regione.

 PROTECNO Protecno s.r.l. - Padova	PROGETTO GENERALE DELLE CONDOTTE DEL PROGETTO INTEGRATO FUSINA REALIZZATE DAL MAGISTRATO ALLE ACQUE DI VENEZIA IN ACCORDO DI PROGRAMMA CON LA REGIONE DEL VENETO (D.G.R. 4531 del 29/12/2004) CANALE INDUSTRIALE SUD - SPONDA SUD E DARSENA TERMINALE Relazione tecnica		rev.	data
			01	4 Ott-07

E' da evidenziare tuttavia che la prescrizione della commissione VIA sul collettore "B1+B2" (che limita le acque di pioggia al 30% delle acque di processo) definisce in modo univoco il dimensionamento del collettore e la portata di pioggia che può esservi scaricata una volta nota la portata di acque di processo. Il dimensionamento è quindi indipendente dall'entità dei volumi di invaso delle acque di pioggia che i frontisti già possiedono e che eventualmente dovranno incrementare. Rimane fissata (stante l'attuale prescrizione della Commissione VIA) la portata massima di scarico delle vasche di pioggia.

Si evidenzia infine che il collettore in questione del diametro esterno di 800 mm garantisce ampia flessibilità di funzionamento alla rete. Basti solo pensare al funzionamento a debole pressione di tutta la rete e all'utilizzo della pompa di riserva come pompa di emergenza.

Un'ultima considerazione circa la pendenza (0.5‰, cioè 0.5 m in 1000 m) delle 2 livellette a gravità. La scelta della Regione deriva dalla necessità/opportunità di limitare la profondità di scavo e quindi ridurre il numero complessivo delle stazioni di sollevamento della linea (n. 2).


Per le portate di dimensionamento della stazione di sollevamento ($Q=150$ l/s e $Q=240$ l/s), assumendo $K_s=85 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$, la velocità a moto uniforme è rispettivamente pari a circa 0.5 m/s e circa 0.7 m/s, cioè valori importanti in grado di movimentare particelle (solide e/o sospese) immerse lungo la linea. Utilizzando l'espressione per lo sforzo tangenziale al fondo $\tau = \gamma \cdot i_f \cdot R_H$ si ricavano rispettivamente valori prossimi a 0.8 e 1.1 Pa.

Si ritengono tali valori compatibili per il fatto che:

- le acque nella tubazione sono principalmente e per la maggior parte del tempo di processo e quindi controllate;
- la tubazione non ha caditoie da cui possono entrare gli inerti che tipicamente entrano nelle fognature urbane;
- le immissioni di acque di pioggia (dilavamento dei piazzali) sono modulate dalle vasche di invaso dove sedimentano le particelle più grossolane.

Per quanto riguarda la condotta "B3" le acque immerse sono limpide in quanto provengono dalle vasche di sfioro dove i solidi più grossolani che eventualmente dovessero entrare nella tubazione di drenaggio microfessurata sedimentano. Le portate di dimensionamento sono quelle calcolate per le macroisole di Fusina e Malcontenta nell'ambito dello studio del Centro Internazionale di Idrologia "Dino Tonini" condotto nel 2005. Alle portate medie calcolate (Tabella 1) è stato applicato coefficiente di punta prudenziale pari a 2.

Quelle drenate lungo le sponde dove viene posata la rete di drenaggio sono:

	PROGETTO GENERALE DELLE CONDOTTE DEL PROGETTO INTEGRATO FUSINA REALIZZATE DAL MAGISTRATO ALLE ACQUE DI VENEZIA IN ACCORDO DI PROGRAMMA CON LA REGIONE DEL VENETO (D.G.R. 4531 del 29/12/2004) CANALE INDUSTRIALE SUD - SPONDA SUD E DARSENA TERMINALE Relazione tecnica			rev.	data
				01	4 Ott-07


- 5.8 l/s dalla darsena terminale del Canale Industriale Sud – Macroisola di Malcontenta;
- 6.7 l/s dalla sponda sud del Canale Sud – Macroisola Fusina.

La portata totale in chiusura è quindi pari a circa 12 l/s che con coefficiente di punta 2 fa circa 25 l/s.

Con riferimento alle portate con cui dimensionare le stazioni di sollevamento, in considerazione del periodo transitorio che vi sarà fra la posa della rete di drenaggio e il completamento dell'intera linea fino all'impianto di depurazione, la condotta "B3" è stata dimensionata per garantire l'invaso di due giorni. Da qui la scelta di utilizzare una condotta DN630.

	Ricarica [l/s]			Ricarica [l/s/km]
	Verde	Suolo	Totale	Totale
Macroisola				
FUSINA	9.52	6.16	15.68	1.58
MALCONTENTA	3.39	2.42	5.81	1.20
NUOVO PETROLCHIMICO	5.62	7.96	13.58	1.31
VECCHIO PETROLCHIMICO	0.68	1.34	2.03	0.36
SERBATOI	1.11	0.38	1.49	0.54
PORTUALE	1.00	3.41	4.41	0.41
PRIMA ZONA	0.87	1.46	2.33	0.42
NORD	4.99	4.33	9.31	0.56
RAFFINERIE	2.63	1.65	4.28	0.59
AREE AGRICOLE	17.20	15.43	32.64	2.62
CAMPALTO OSELLINO	1.60	1.54	3.13	0.59
PASSO CAMPALTO	0.40	1.07	1.47	0.55
SAN GIULIANO	0.88	5.44	6.32	1.29
FORTE MARGHERA	1.26	0.12	1.38	0.38
ISOLA DELLE TRESSE	0.41	0.34	0.74	0.19

Tabella 1: valori di ricarica giornaliera per ciascuna macroisola determinati come valori medi su base annuale (da Studio idrologico del contributo alla ricarica della falda nella zona di Porto Marghera - Centro Internazionale di Idrologia "Dino Tonini", 2005)

 PROTECNO Protecno s.r.l. - Padova	PROGETTO GENERALE DELLE CONDOTTE DEL PROGETTO INTEGRATO FUSINA REALIZZATE DAL MAGISTRATO ALLE ACQUE DI VENEZIA IN ACCORDO DI PROGRAMMA CON LA REGIONE DEL VENETO (D.G.R. 4531 del 29/12/2004)		rev.	data
	CANALE INDUSTRIALE SUD - SPONDA SUD E DARSENA TERMINALE Relazione tecnica		01	4 Ott-07

4. STAZIONE DI SOLLEVAMENTO IN AREA 43HA

Le stazioni di sollevamento “B1+B2” e “B3” sono contigue e poste al confine tra il lotto 43ha e Decal (Figura 1), al di sotto della strada di accesso alla sponda.

Le pareti esterne sono comuni e sono realizzate con palancole infisse a perdere e successiva rifodera (rivestimento) in cls armato. Il palancoleato ha funzione strutturale e di sostegno dello scavo. E’ costituito da profili tipo Larssen 605 (139 kg/mq) da 12m infissi lungo un rettangolo di dimensioni circa 9.5x3.8m. La quota di fondo scavo è a - 3.5m.

Un getto di magrone e una soletta strutturale da 60 cm costituiscono il fondo delle vasche di sollevamento.

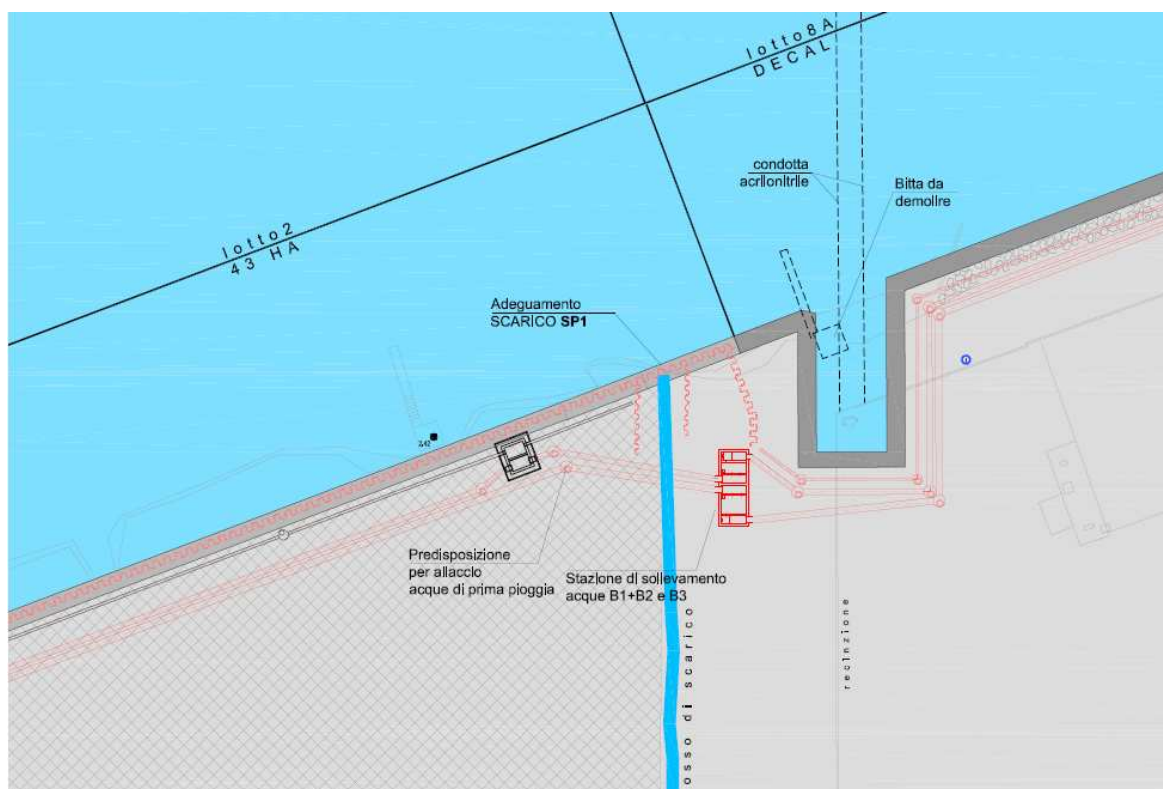


Figura 1: ubicazione della stazione di sollevamento “43 ha”



PROTECNO
Protecno s.r.l. - Padova

**PROGETTO GENERALE DELLE CONDOTTE DEL PROGETTO
INTEGRATO FUSINA REALIZZATE DAL MAGISTRATO ALLE
ACQUE DI VENEZIA IN ACCORDO DI PROGRAMMA CON LA
REGIONE DEL VENETO (D.G.R. 4531 del 29/12/2004)**

**CANALE INDUSTRIALE SUD - SPONDA SUD E DARSENA
TERMINALE
Relazione tecnica**

rev.	data
01	4 Ott-07

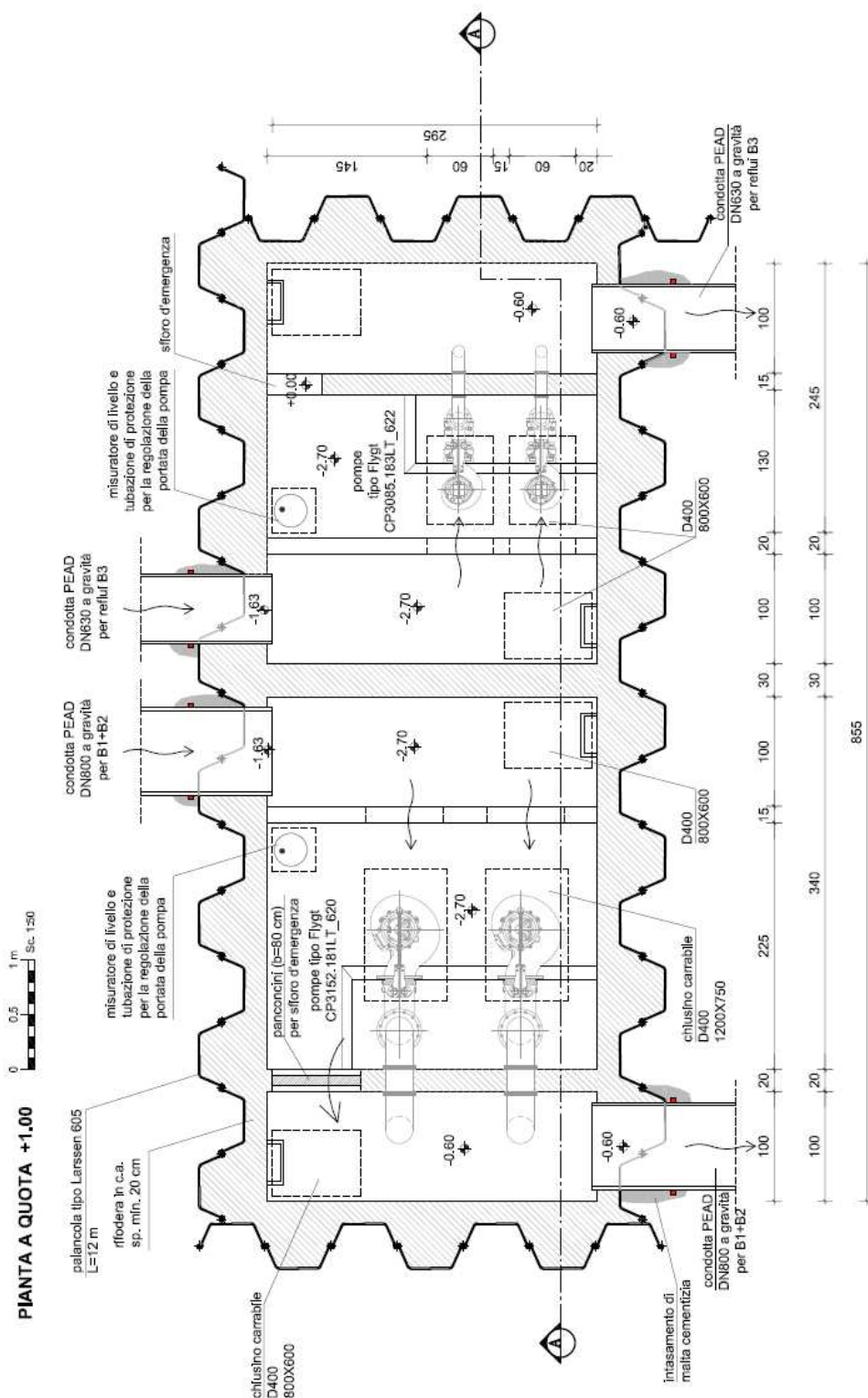


Figura 2: pianta della stazione di sollevamento "43 ha"

**PROGETTO GENERALE DELLE CONDOTTE DEL PROGETTO
INTEGRATO FUSINA REALIZZATE DAL MAGISTRATO ALLE
ACQUE DI VENEZIA IN ACCORDO DI PROGRAMMA CON LA
REGIONE DEL VENETO (D.G.R. 4531 del 29/12/2004)**

**CANALE INDUSTRIALE SUD - SPONDA SUD E DARSENA
TERMINALE
Relazione tecnica**

rev.	data
01	4 Ott-07

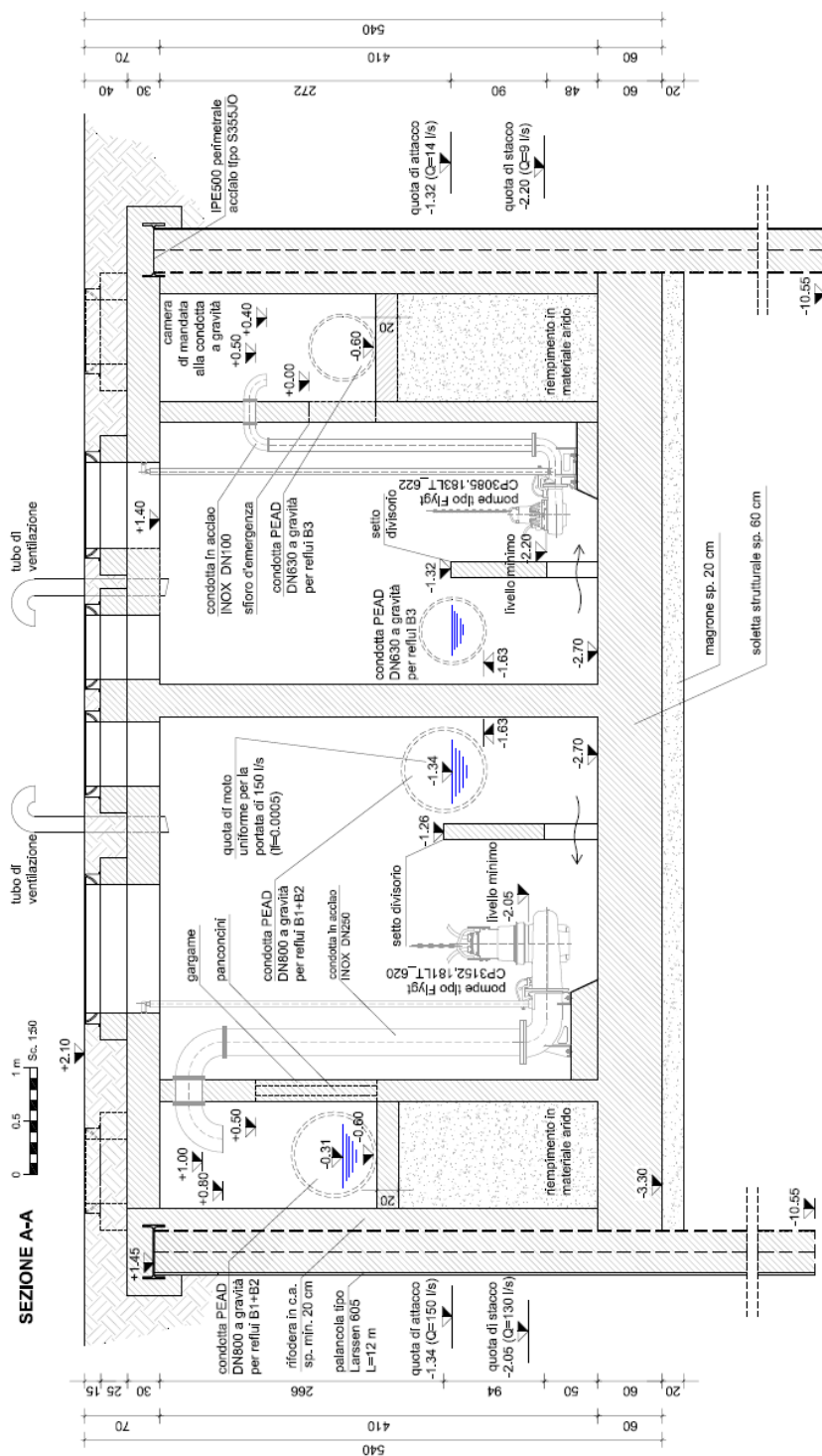



Figura 3: sezione della stazione di sollevamento “43 ha”

 STUDIO ALTIERI PROTECNO Protecno s.r.l. - Padova	PROGETTO GENERALE DELLE CONDOTTE DEL PROGETTO INTEGRATO FUSINA REALIZZATE DAL MAGISTRATO ALLE ACQUE DI VENEZIA IN ACCORDO DI PROGRAMMA CON LA REGIONE DEL VENETO (D.G.R. 4531 del 29/12/2004)		rev.	data
	CANALE INDUSTRIALE SUD - SPONDA SUD E DARSENA TERMINALE Relazione tecnica		01	4 Ott-07

4.1. VERIFICA STRUTTURALE DEL PALANCOLATO

Le verifiche statiche del palancolato sono state condotte ipotizzando le seguenti fasi:

- Piano campagna a +2.10 e scavo propedeutico a +1.00;
- Infissione delle palancole da +1.45 a -10.55;
- Falda esterna a +0.00;
- Scavo a -3.5 m s.m.m. e aggotamento all'interno del palancolato;
- Realizzazione del tappo di fondo strutturale e ancoraggio al palancolato.

Assumendo per il terreno le seguenti caratteristiche:

$$\gamma = 18 \text{ kN/m}^2$$

$$\gamma' = 8.5 \text{ kN/m}^2$$


$$\phi = 25^\circ$$

$$K_a = 0.40$$

Si ricava attraverso il codice di calcolo Paratie (Figura 4) un momento massimo (scavo a -3.5 avvenuto) pari a circa 450 kNm/m. L'acciaio è del tipo S355GP, caratterizzato quindi da una $\sigma_{amm} = 240 \text{ N/mm}^2$. Si ottiene per la sezione L605:

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{450 \times 10^3 \times 10^{-3}}{\times 10^{-3}} \sim 223 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{amm}$$

Lo spostamento massimo vale 83 mm e si verifica a quota -4.55 m s.m.m.m.

 PROTECNO Protecno s.r.l. - Padova	PROGETTO GENERALE DELLE CONDOTTE DEL PROGETTO INTEGRATO FUSINA REALIZZATE DAL MAGISTRATO ALLE ACQUE DI VENEZIA IN ACCORDO DI PROGRAMMA CON LA REGIONE DEL VENETO (D.G.R. 4531 del 29/12/2004)		rev.	data
	CANALE INDUSTRIALE SUD - SPONDA SUD E DARSENA TERMINALE Relazione tecnica		01	4 Ott-07

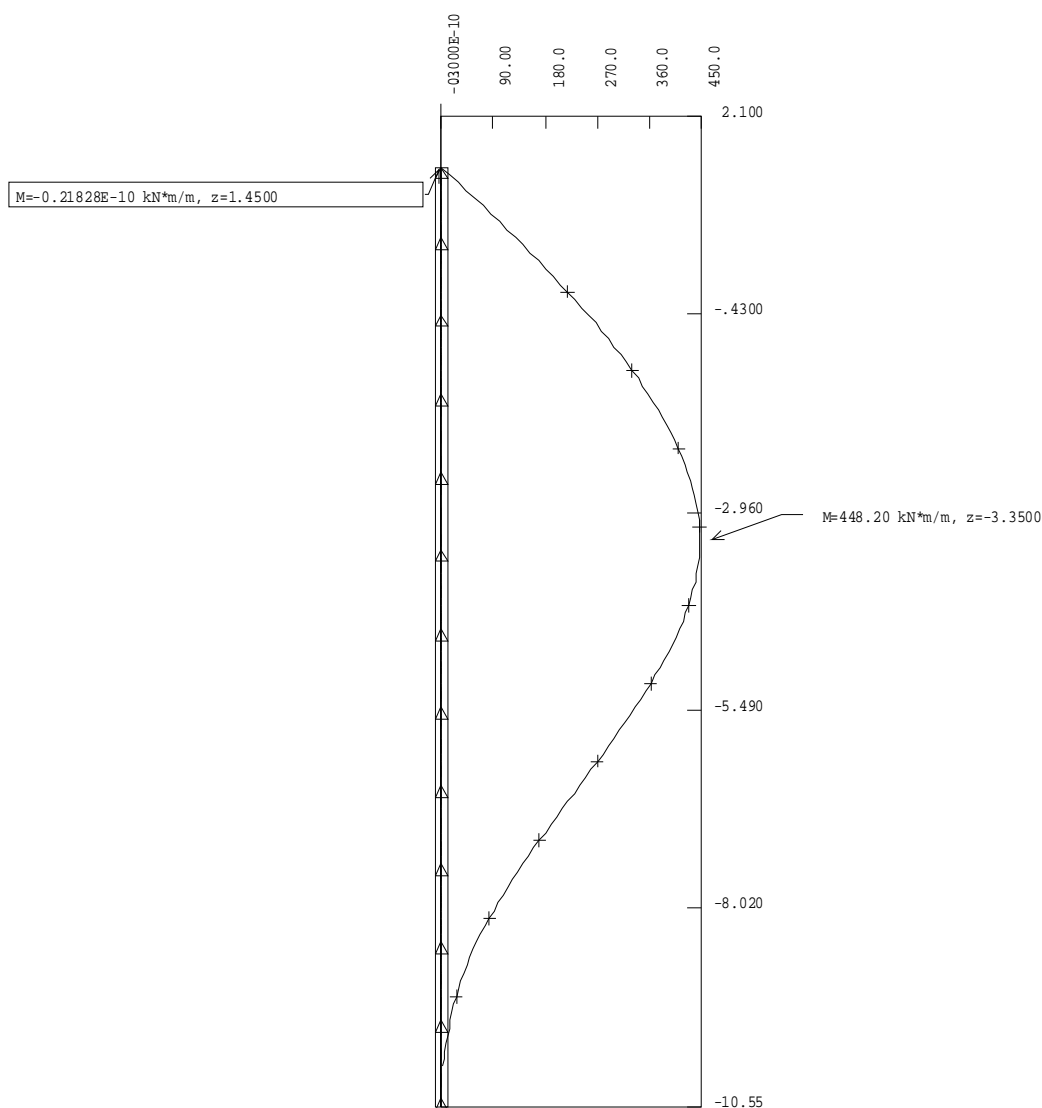


Figura 4: andamento dei momenti sul palancoato della vasca "43 ha"

4.2. VERIFICA AL GALLEGGIAMENTO

La configurazione di carico che massimizza la sottospinta idraulica è quella in cui la falda esterna si alza fino a +2.1 m s.m.m.

Le azioni destabilizzanti sono riassunte dalla sottospinta idraulica U, calcolata come:

 STUDIO ALTIERI PROTECNO Protecno s.r.l. - Padova	PROGETTO GENERALE DELLE CONDOTTE DEL PROGETTO INTEGRATO FUSINA REALIZZATE DAL MAGISTRATO ALLE ACQUE DI VENEZIA IN ACCORDO DI PROGRAMMA CON LA REGIONE DEL VENETO (D.G.R. 4531 del 29/12/2004)		rev.	data
	CANALE INDUSTRIALE SUD - SPONDA SUD E DARSENA TERMINALE Relazione tecnica		01	4 Ott-07

$$U = \gamma_w \times h \times a \times b = \gamma_w \times 5.4m \times 9.37m \times 3.84m = 1'943 \text{ kN}$$

avendo indicato con h il dislivello idrico, a e b le dimensioni in pianta della soletta di fondo (misurate dalla linea che passa tra i gargami del palancoato perimetrale).

Le azioni stabilizzanti sono rappresentate da:

Peso soletta superiore: $25 \times 0.4 \times 9.37 \times 3.84 = 359.8 \text{ kN}$

Peso rifodera palancoato perimetrale: $25 \times 0.4 \times 4.75 \times 26.42 = 1254.9 \text{ kN}$

Peso soletta inferiore: $25 \times 0.6 \times 9.37 \times 3.84 = 539.7 \text{ kN}$

Peso palanca Larssen 605 (139 kg/m² di parete): $139 \times 10 \times 26.42 \times 12 = 440.7 \text{ kN}$

Peso profilo IPE 500 sopra palanca: $90.7 \times 10 \times 26.42 = 23.9 \text{ kN}$

Peso magrone di fondo: si trascura a favore di sicurezza

Peso del muretto interno: si trascura a favore di sicurezza

Peso terreno sovrastante soletta: si trascura a favore di sicurezza

Peso terreno sovrastante muri laterali: si trascura a favore di sicurezza

Attrito laterale si trascura a favore di sicurezza

– **Totale: 2'619 kN**


Il coefficiente di sicurezza così calcolato risulta pari a:

$$F_s = \frac{\text{Azioni stabilizzanti}}{\text{Azioni instabilizzanti}} = \frac{2'619 \text{ kN}}{1'943 \text{ kN}} = 1.35 > 1.20$$

4.3. VERIFICA AL SIFONAMENTO DEL FONDO SCAVO

Il carico da dissipare è Dh=3.5m. La lunghezza del percorso di filtrazione è cautelativamente posta pari alla lunghezza del palancoato (L=10.55+(10.55-3.5)=17.6m). Il gradiente medio è quindi pari a 0.2, con coefficiente di sicurezza rispetto al valore critico pari a 5.

E' evidente che in cantiere si verificherà se, anziché mantenere la falda esterna a +0.0, non sia il caso di abbassarla di almeno 1 m per maggiore sicurezza.

 STUDIO ALTIERI P R O T E C N O Protecno s.r.l. - Padova	PROGETTO GENERALE DELLE CONDOTTE DEL PROGETTO INTEGRATO FUSINA REALIZZATE DAL MAGISTRATO ALLE ACQUE DI VENEZIA IN ACCORDO DI PROGRAMMA CON LA REGIONE DEL VENETO (D.G.R. 4531 del 29/12/2004) CANALE INDUSTRIALE SUD - SPONDA SUD E DARSENA TERMINALE Relazione tecnica		rev.	data
			01	4 Ott-07

4.4. VERIFICHE IDRAULICHE STAZIONE “B1+B2”

Dimensioni interne: 3.40x3.00

Quota calpestio interna: -2.70

Quota tubazione arrivo: -1.63 m s.m.m.

Quota di attacco pompa: -1.34 m s.m.m.

Quota stacco pompa: -2.05 m s.m.m.

Prevalenza geodetica: 2.14/2.85m (attacco/stacco)

Prevalenza totale: 3.00/3.50 m (attacco/stacco)

Portata: 150/130 l/s (attacco-stacco)

1+1 pompa tipo Flygt Cp3152.181LT (codice girante 620) da 8.8 kW

Dispositivo di by-pass del sollevamento costituito da luce panconata (b=80 cm).

Assumendo cautelativamente 12 attacchi/ora (anziché i 15 nominali), il volume necessario ad una pompa da 150 l/s è di 10.5 mc.

Il volume della vasca compreso tra le quote di attacco e stacco è di 7 mc (3.40x3.00x0.71). Il rimanente volume (3.5 mc) può essere considerato fornito dal vuotamento della tubazione in arrivo alla vasca.

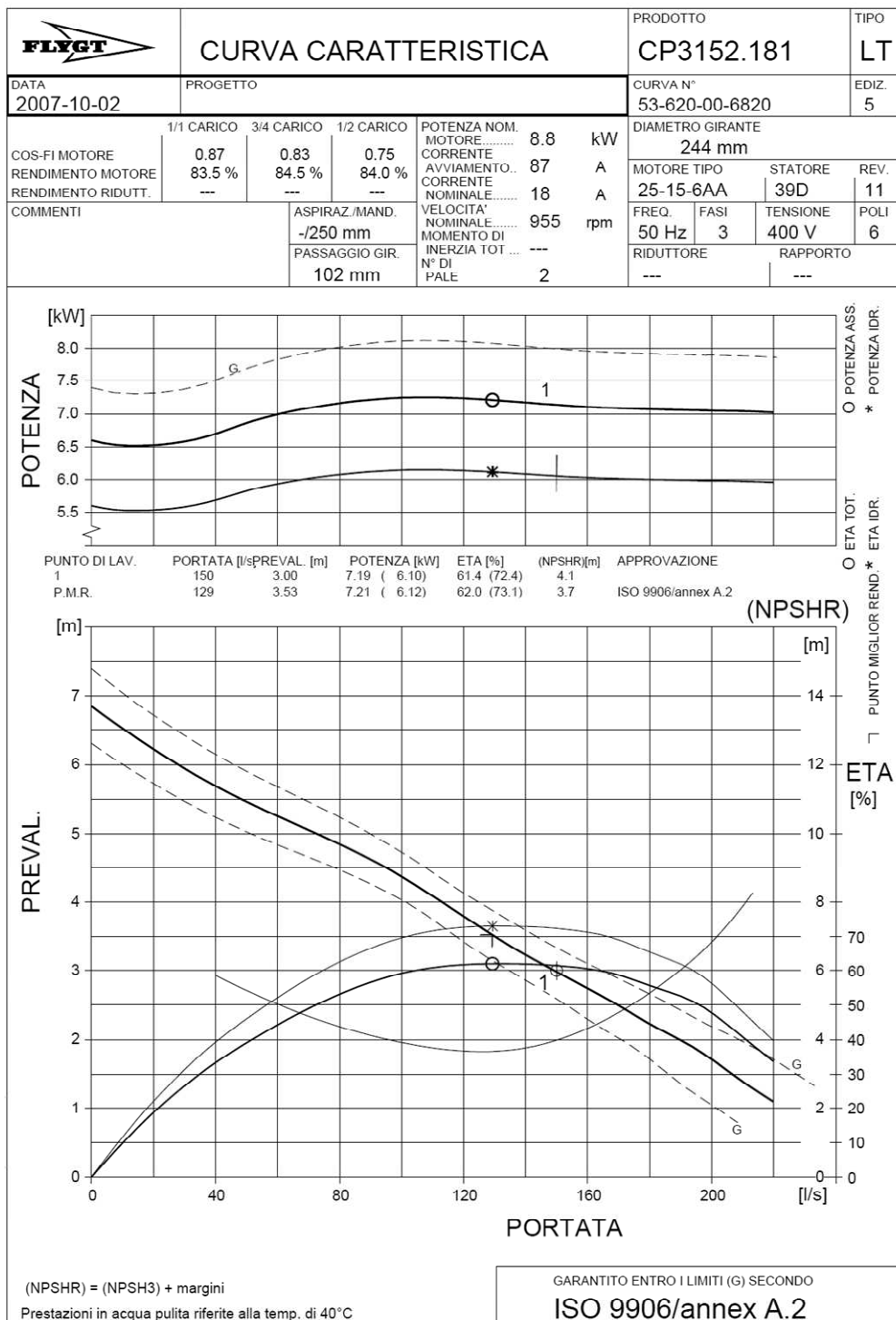


PROTECNO
Protecno s.r.l. - Padova

**PROGETTO GENERALE DELLE CONDOTTE DEL PROGETTO
INTEGRATO FUSINA REALIZZATE DAL MAGISTRATO ALLE
ACQUE DI VENEZIA IN ACCORDO DI PROGRAMMA CON LA
REGIONE DEL VENETO (D.G.R. 4531 del 29/12/2004)**

**CANALE INDUSTRIALE SUD - SPONDA SUD E DARSENA
TERMINALE
Relazione tecnica**

rev.	data
01	4 Ott-07



attacco

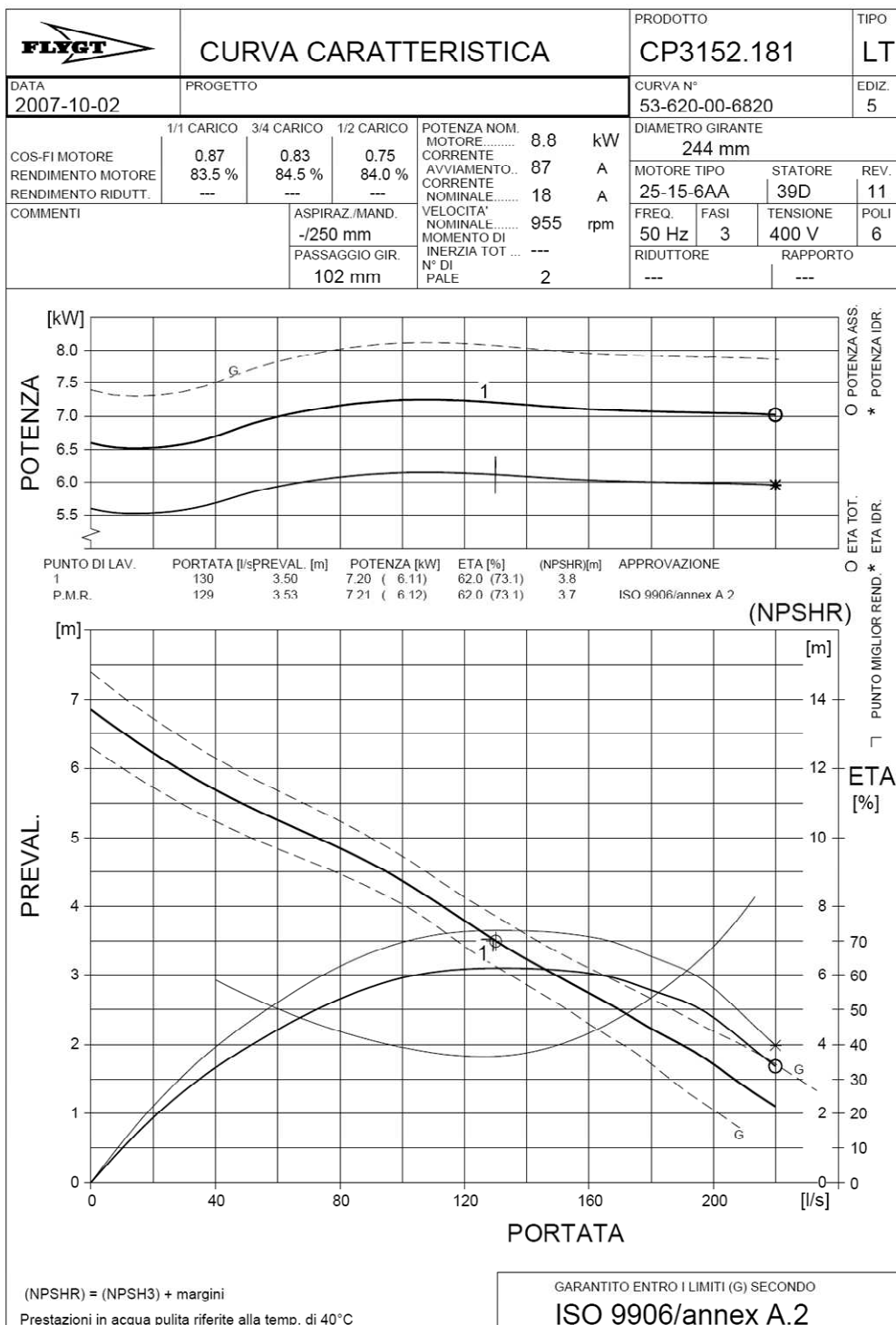


PROTECNO
Protecno s.r.l. - Padova

**PROGETTO GENERALE DELLE CONDOTTE DEL PROGETTO
INTEGRATO FUSINA REALIZZATE DAL MAGISTRATO ALLE
ACQUE DI VENEZIA IN ACCORDO DI PROGRAMMA CON LA
REGIONE DEL VENETO (D.G.R. 4531 del 29/12/2004)**

**CANALE INDUSTRIALE SUD - SPONDA SUD E DARSENA
TERMINALE
Relazione tecnica**

rev.	data
01	4 Ott-07



stacco

 PROTECNO Protecno s.r.l. - Padova	PROGETTO GENERALE DELLE CONDOTTE DEL PROGETTO INTEGRATO FUSINA REALIZZATE DAL MAGISTRATO ALLE ACQUE DI VENEZIA IN ACCORDO DI PROGRAMMA CON LA REGIONE DEL VENETO (D.G.R. 4531 del 29/12/2004) CANALE INDUSTRIALE SUD - SPONDA SUD E DARSENA TERMINALE Relazione tecnica		rev.	data
			01	4 Ott-07

4.5. VERIFICHE IDRAULICHE STAZIONE “B3”

Dimensioni interne: 2.50x3.00

Quota tubazione arrivo: -1.63 m s.m.m.

Quota di attacco pompa: -1.32 m s.m.m.

Quota stacco pompa: -2.20 m s.m.m.

Prevalenza geodetica: 1.72/2.60m (attacco/stacco)



Prevalenza totale: 2.10/2.80 m (attacco/stacco)

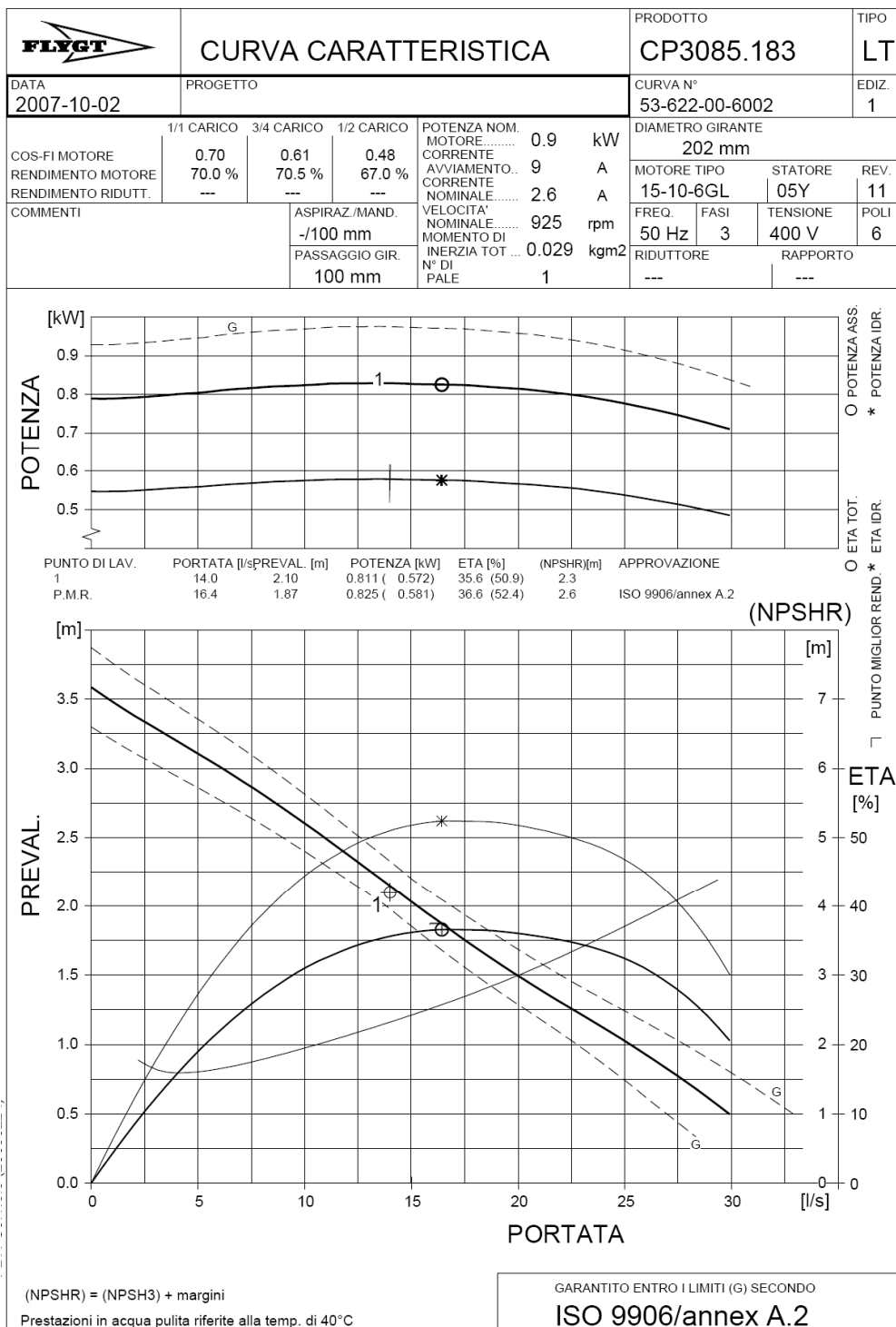
1+1 pompa tipo Flygt Cp3085.183LT (codice girante 622) da 0.9 kW

Portata: 15/9 l/s (attacco/stacco)

Dispositivo di by-pass del sollevamento costituito da soglia libera sfiorante (b=50 cm).


La verifica del volume necessario alla pompa (15 l/s) non è qui necessaria in quanto chiaramente disponibile e nella vasca e nella tubazione

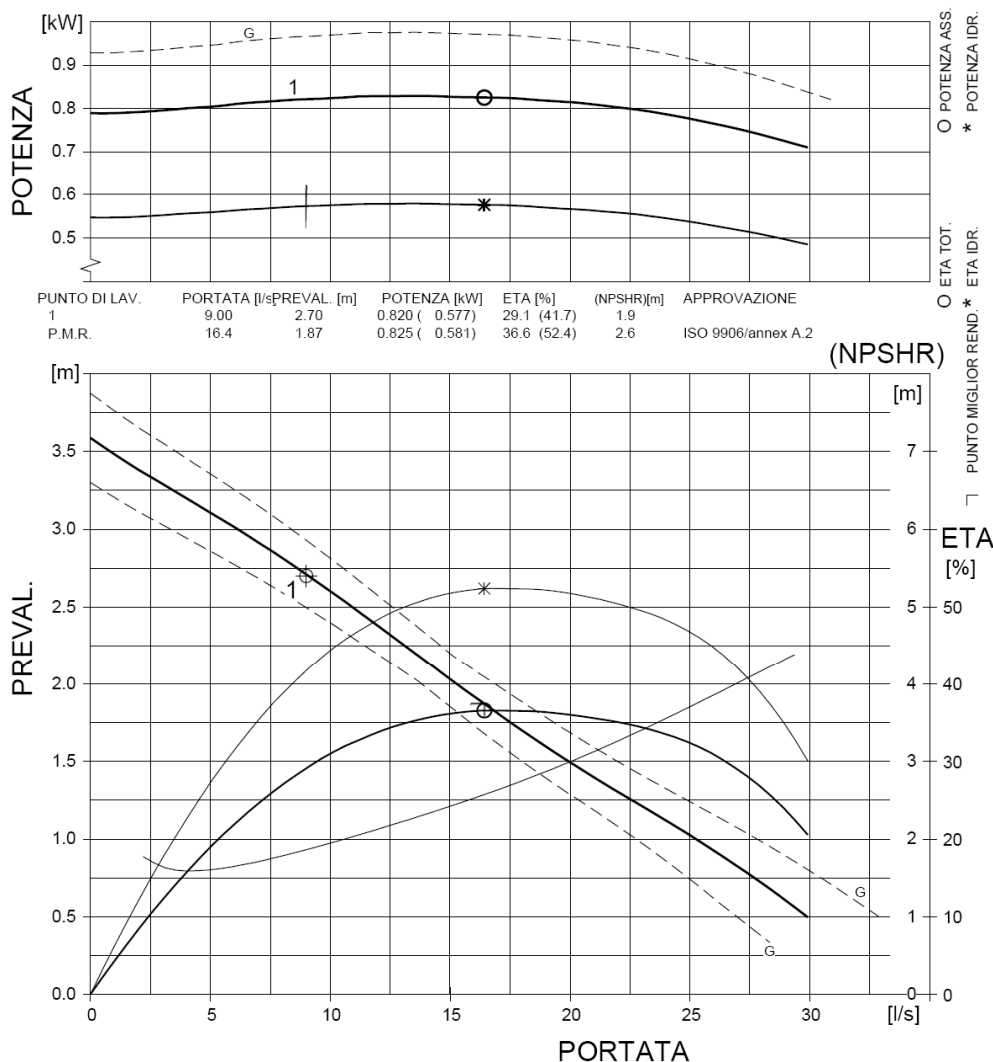
 STUDIO ALTIERI  Protecno s.r.l. - Padova	PROGETTO GENERALE DELLE CONDOTTE DEL PROGETTO INTEGRATO FUSINA REALIZZATE DAL MAGISTRATO ALLE ACQUE DI VENEZIA IN ACCORDO DI PROGRAMMA CON LA REGIONE DEL VENETO (D.G.R. 4531 del 29/12/2004) CANALE INDUSTRIALE SUD - SPONDA SUD E DARSENA TERMINALE Relazione tecnica	rev.	data
		01	4 Ott-07



attacco

rev.	data
01	4 Ott-07

		CURVA CARATTERISTICA				PRODOTTO CP3085.183		TIPO LT		
DATA 2007-10-02		PROGETTO				CURVA N° 53-622-00-6002		EDIZ. 1		
		1/1 CARICO	3/4 CARICO	1/2 CARICO	POTENZA NOM. MOTORE.....	0.9	kW		DIAMETRO GIRANTE 202 mm	
COS-FI MOTORE		0.70	0.61	0.48	CORRENTE.....	9	A		MOTORE TIPO STATORE REV.	
RENDIMENTO MOTORE		70.0 %	70.5 %	67.0 %	CORRENTE.....	2.6	A		15-10-6GL 05Y 11	
RENDIMENTO RIDUTT.		---	---	---	NOMINALE.....				FREQ. FASI TENSIONE POLI	
COMMENTS		ASPIRAZ./MAND. -/100 mm		VELOCITA' NOMINALE.....		925	rpm		50 Hz 3 400 V 6	
		PASSAGGIO GIR. 100 mm		INERZIA TOT ...		0.029	kgm2		RIDUTTORE RAPPORTO	
				N° DI PAI F		1			---	


$$(NPSHR) = (NPSH3) + \text{margin}$$

Prestazioni in acqua pulita riferite alla temp. di 40°C

GARANTITO ENTRO I LIMITI (G) SECONDO

ISO 9906/annex A.2

stacco

 PROTECNO Protecno s.r.l. - Padova	PROGETTO GENERALE DELLE CONDOTTE DEL PROGETTO INTEGRATO FUSINA REALIZZATE DAL MAGISTRATO ALLE ACQUE DI VENEZIA IN ACCORDO DI PROGRAMMA CON LA REGIONE DEL VENETO (D.G.R. 4531 del 29/12/2004)		rev.	data
	CANALE INDUSTRIALE SUD - SPONDA SUD E DARSENA TERMINALE		01	4 Ott-07
	Relazione tecnica			

5. STAZIONE DI SOLLEVAMENTO IN AREA “FASSA”

Le stazioni di sollevamento “B1+B2” e “B3” sono contigue e realizzate all’interno del pozzo est dell’attraversamento in microtunneling dell’opera di presa della centrale Enel Fusina.

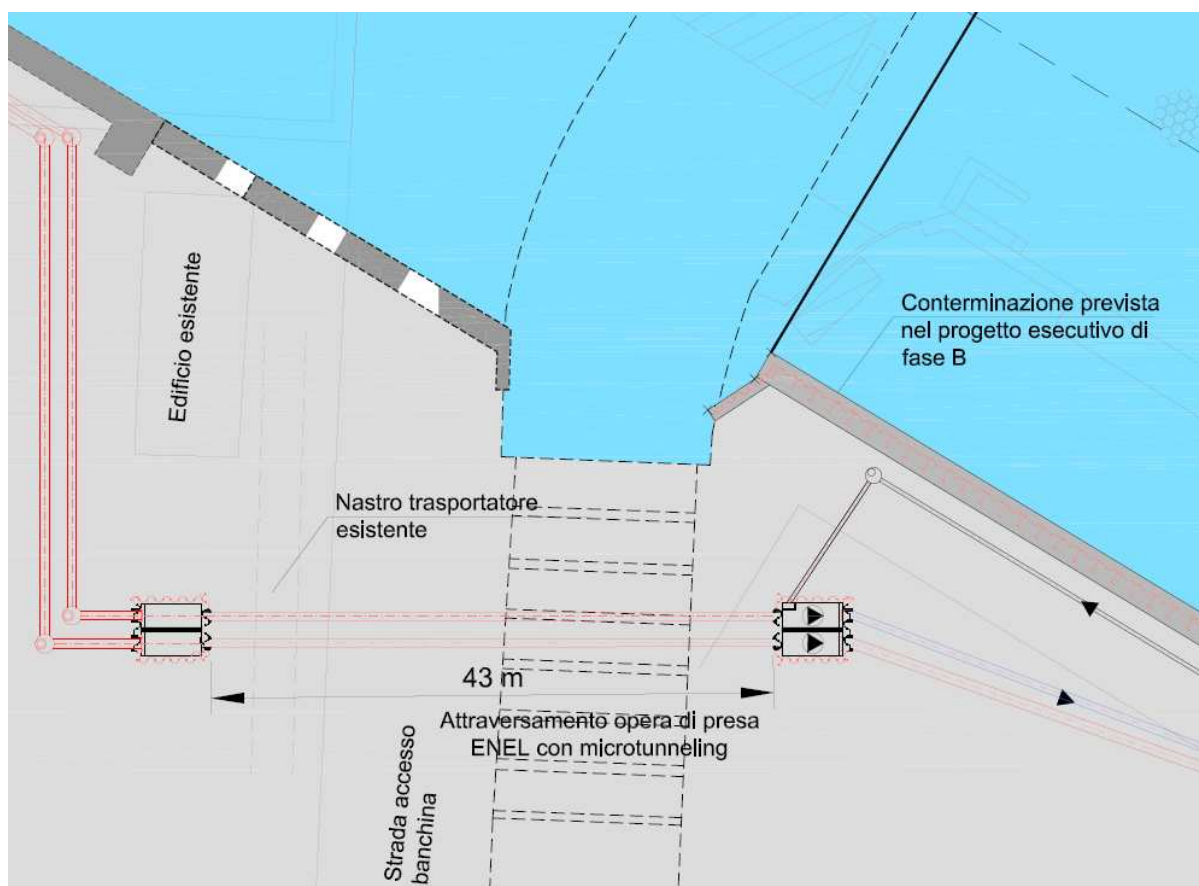



Figura 5: ubicazione del microtunneling e della stazione di sollevamento “Fassa”.

L’attraversamento dal basso dell’opera di presa (qui come a valle per l’opera di presa ex Edison) è necessario per consentire il bypass dei sollevamenti. Da questa considerazione deriva l’indicazione della Regione Veneto riportata nella planimetria dell’allegato B.

Il palancolato è infisso su un rettangolo di dimensioni 5x5.5 m. Le palancole sono costituite da profili tipo Larssen 606 (157 kg/mq) da 18 m. Man mano che procede lo scavo si procede a irrigidire il palancolato con centine metalliche. Ne sono previsti quattro ordini. Uno di testa (+1.70 m s.m.m.), uno a quota di -1.0 m e uno a quota -3. L’ultimo irrigidimento del palancolato è costituito dal puntone in magrone armato gettato a fondo scavo (-7.80 m s.m.m.) prima di metterlo all’asciutto.

 PROTECNO Protecno s.r.l. - Padova	PROGETTO GENERALE DELLE CONDOTTE DEL PROGETTO INTEGRATO FUSINA REALIZZATE DAL MAGISTRATO ALLE ACQUE DI VENEZIA IN ACCORDO DI PROGRAMMA CON LA REGIONE DEL VENETO (D.G.R. 4531 del 29/12/2004)	
	rev.	data
	01	4 Ott-07
CANALE INDUSTRIALE SUD - SPONDA SUD E DARSENA TERMINALE		
Relazione tecnica		

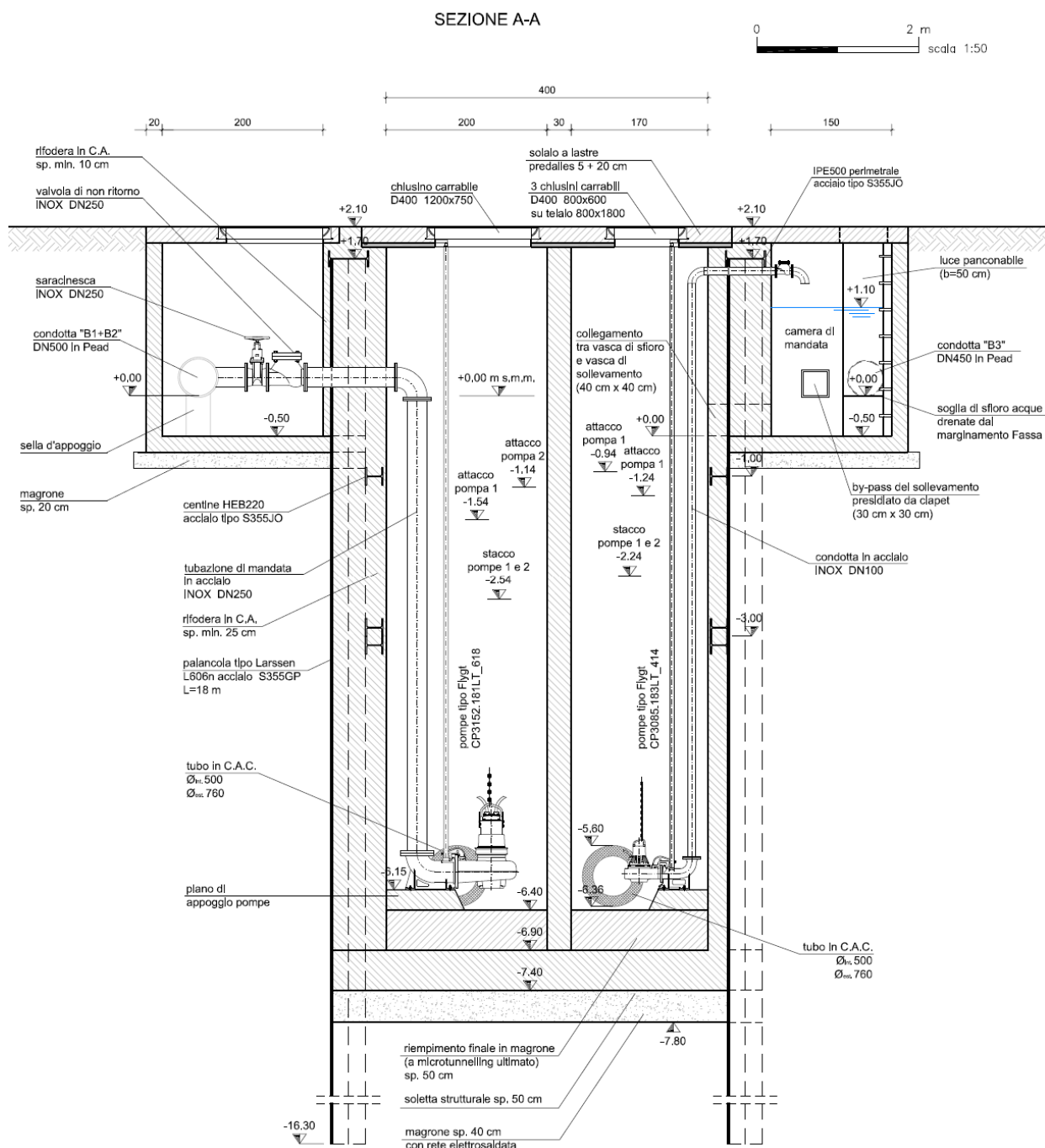




Figura 7: sezione A-A della stazione di sollevamento "Fassa"

  Protecno s.r.l. - Padova	PROGETTO GENERALE DELLE CONDOTTE DEL PROGETTO INTEGRATO FUSINA REALIZZATE DAL MAGISTRATO ALLE ACQUE DI VENEZIA IN ACCORDO DI PROGRAMMA CON LA REGIONE DEL VENETO (D.G.R. 4531 del 29/12/2004)		rev.	data
			01	4 Ott-07
CANALE INDUSTRIALE SUD - SPONDA SUD E DARSENA TERMINALE Relazione tecnica				

5.1. VERIFICA STRUTTURALE DEL PALANCOLATO E DELLE CENTINE

GEOTECNICA DI RIFERIMENTO

Il profilo stratigrafico di riferimento e' quello alla base delle verifiche strutturali del marginamento in area Fassa.

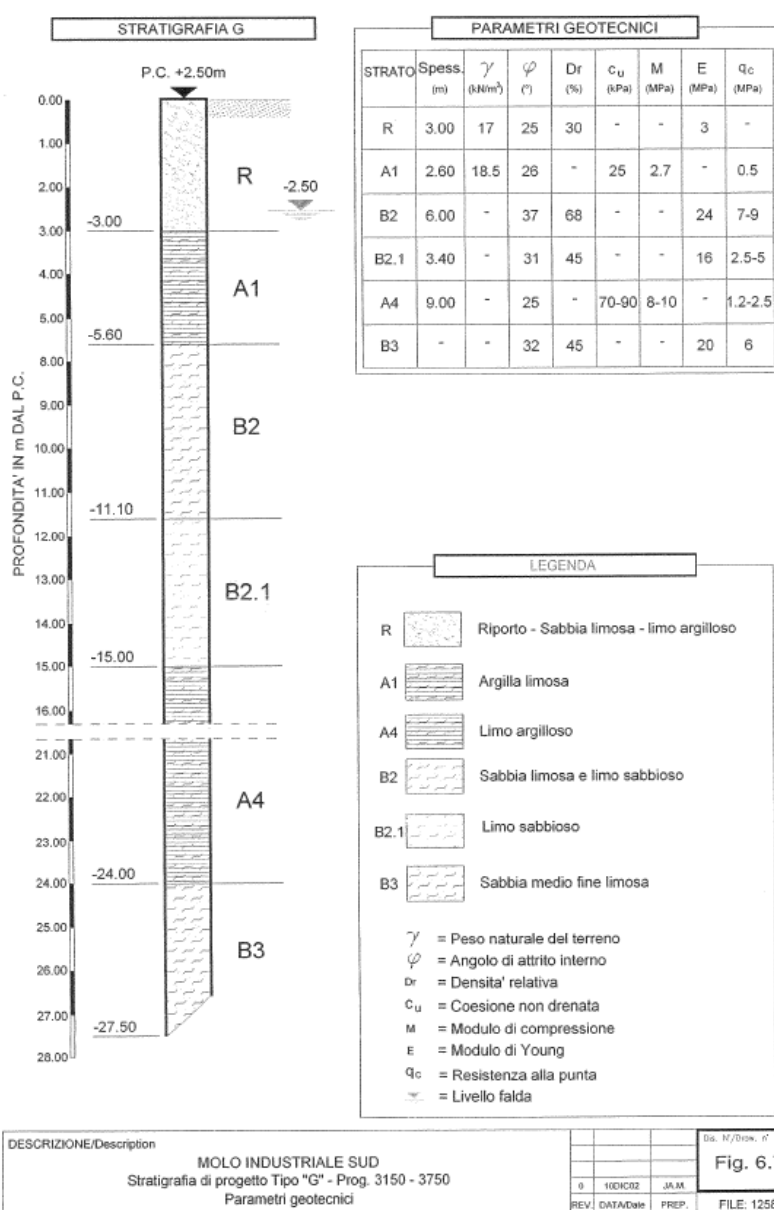


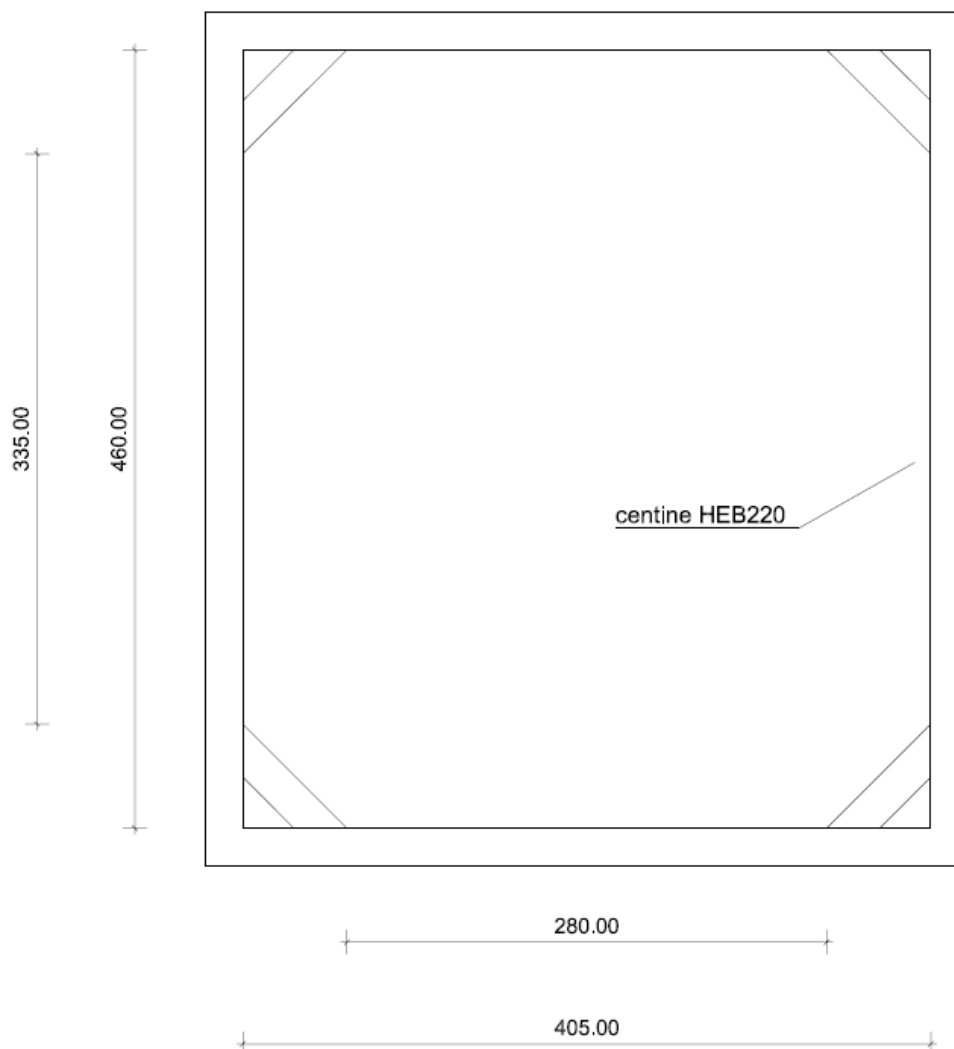
Figura 9: profilo stratigrafico di riferimento

 PROTECNO Protecno s.r.l. - Padova	PROGETTO GENERALE DELLE CONDOTTE DEL PROGETTO INTEGRATO FUSINA REALIZZATE DAL MAGISTRATO ALLE ACQUE DI VENEZIA IN ACCORDO DI PROGRAMMA CON LA REGIONE DEL VENETO (D.G.R. 4531 del 29/12/2004)		rev.	data
	CANALE INDUSTRIALE SUD - SPONDA SUD E DARSENA TERMINALE		01	4 Ott-07
	Relazione tecnica			

CENTINE DI IRRIGIDIMENTO

Ve ne sono di quattro ordini.

- a quota +1.70 per vincolare in testa in palancolato L606 (profilo IPE500)
- a quota -1.0 costituite da profilo HEB 220 ($J=8091 \text{ cm}^4$)
- a quota -3.0 costituite da doppio profilo HEB 220 ($J=2*8091 \text{ cm}^4$)
- sul fondo del pozzo mediante getto in acqua di magrone armato



Fissata cautelativamente la luce della centina pari a 4.60 m, si ricava che la rigidezza assiale della molla di Winkler “equivalente” (su una striscia unitaria di palancolato) è

$$\text{pari } k = \frac{384}{5} \frac{EJ}{l^4} \text{ [N/m}^2\text{]}.$$

 PROTECNO Protecno s.r.l. - Padova	PROGETTO GENERALE DELLE CONDOTTE DEL PROGETTO INTEGRATO FUSINA REALIZZATE DAL MAGISTRATO ALLE ACQUE DI VENEZIA IN ACCORDO DI PROGRAMMA CON LA REGIONE DEL VENETO (D.G.R. 4531 del 29/12/2004)		rev.	data
	CANALE INDUSTRIALE SUD - SPONDA SUD E DARSENA TERMINALE Relazione tecnica		01	4 Ott-07

Nelle verifiche del palancolato si è quindi assunto:

- per le centine in testa, $K=\infty$ (appoggio fisso);
- per le centine a -1.0 m s.m.m., $K=2917 \text{ kN/m}^2$;
- per le centine a -3.0 m s.m.m., $K=5835 \text{ kN/m}^2$;
- per il puntone di fondo costituito da 40 cm di cls armato gettato in acqua ($R_{ck}=25\text{MPa}$), $K=\frac{E \cdot s}{4.05}=2.8 \cdot 10^7 \text{ kN/m}^2$.

VERIFICHE DEL PALANCOLATO

Le verifiche statiche del palancolato sono state condotte con il codice di calcolo Paratie sulla base delle seguenti fasi

1. piano campagna a +2.10 m s.m.m.; falda a +0.0; infissione palancolato L606 da 18m da +1.70 a -16.30 m s.m.m.
2. realizzazione centina di testa con IPE500;
3. scavo a -2 all'interno del pozzo mantenendo all'interno e all'esterno la falda la quota di -2 (non è possibile eccedere per presenza nelle vicinanze di strutture industriali);
4. realizzazione centina a -1;
5. scavo a -4 all'interno del pozzo mantenendo falda esterna a -2 e falda interna a -4;
6. realizzazione centina a -3;
7. falda esterna a -2, acqua interna a -2, scavo in acqua a -7.8;
8. tappo di fondo armato gettato in acqua per puntellare il fondo scavo ($s=0.4 \text{ m}$ tra le quote di -7.8 e -7.4); messa all'asciutto del pozzo aggottando internamente a -7.0;
9. realizzazione soletta strutturale armata da 60 cm con piano finito a -6.90;

Per il controllo della falda internamente ed esternamente al palancolato si considerano:

- 2 pozzi esterni $L=10 \text{ m}$ (+2/-8) $\phi=40 \text{ cm}$ costituiti da tubo micro fessurato finestrato a tutta altezza;
- 1 pozzo interno $L=14 \text{ m}$ (+2/-12) $\phi=40 \text{ cm}$ costituito da tubo in acciaio finestrato sugli ultimi 2m;



PROTECNO
Protecno s.r.l. - Padova

**PROGETTO GENERALE DELLE CONDOTTE DEL PROGETTO
INTEGRATO FUSINA REALIZZATE DAL MAGISTRATO ALLE
ACQUE DI VENEZIA IN ACCORDO DI PROGRAMMA CON LA
REGIONE DEL VENETO (D.G.R. 4531 del 29/12/2004)**

**CANALE INDUSTRIALE SUD - SPONDA SUD E DARSENA
TERMINALE**

Relazione tecnica

rev.	data
01	4 Ott-07

Assumendo per il terreno le seguenti caratteristiche (cautelative):

$$\gamma = 18 \text{ kN/m}^3 \quad \gamma' = 8 \text{ kN/m}^3$$

$$\phi = 25^\circ$$

$$K_a = 0.40$$

La distribuzione del momento nelle varie fasi è illustrato nella figura seguente.

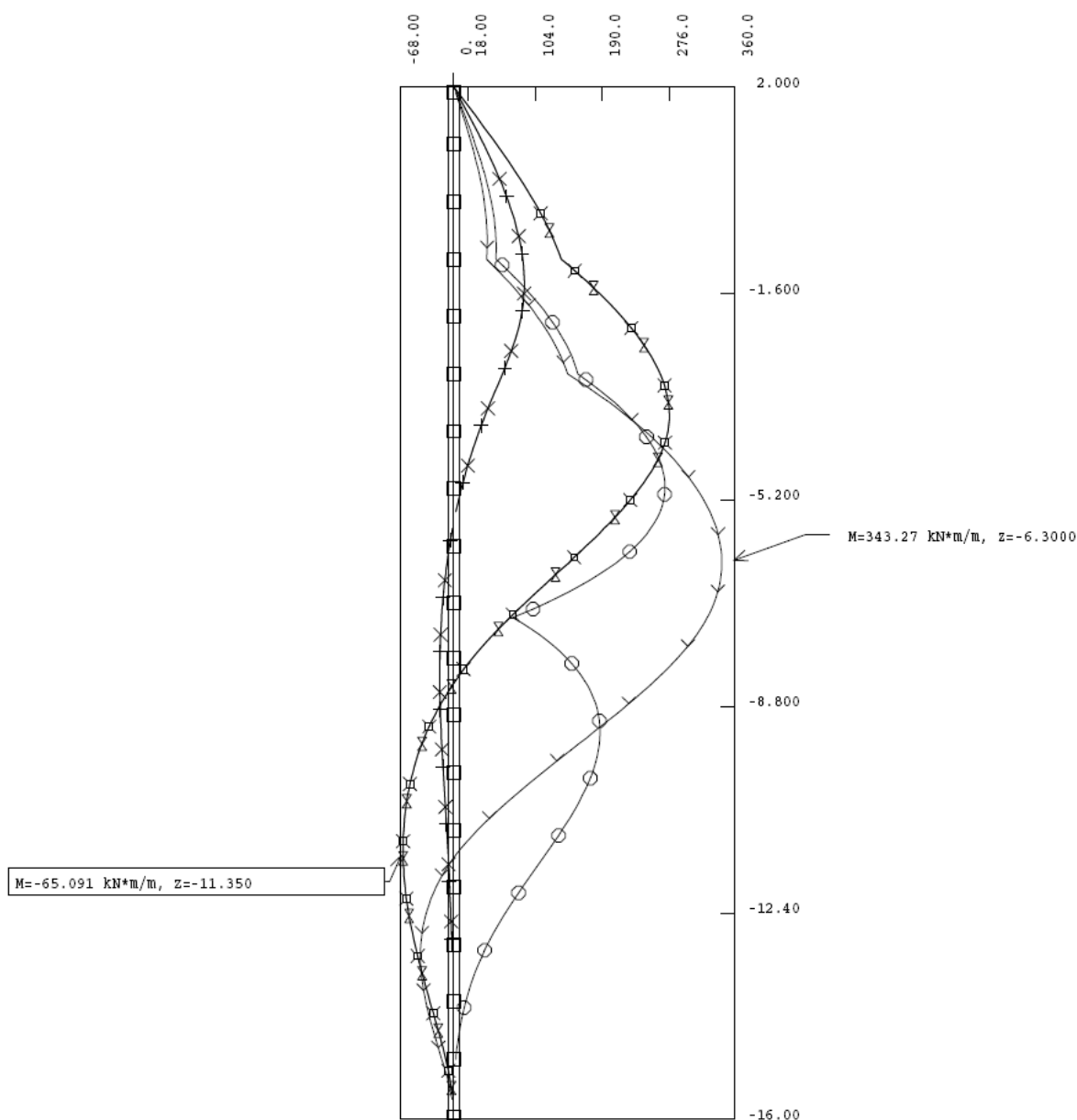



Figura 10: andamento dei momenti sul palancolato del pozzo "Fassa"

 PROTECNO Protecno s.r.l. - Padova	PROGETTO GENERALE DELLE CONDOTTE DEL PROGETTO INTEGRATO FUSINA REALIZZATE DAL MAGISTRATO ALLE ACQUE DI VENEZIA IN ACCORDO DI PROGRAMMA CON LA REGIONE DEL VENETO (D.G.R. 4531 del 29/12/2004) CANALE INDUSTRIALE SUD - SPONDA SUD E DARSENA TERMINALE Relazione tecnica		rev.	data
			01	4 Ott-07

Il momento massimo vale circa 340 kNm/m e si verifica nella fase 8 alla quota di - 6.3 m. L'acciaio è del tipo S355GP, caratterizzato quindi da una $\sigma_{amm} = 240 \text{ N/mm}^2$. Si ottiene per la sezione L606:

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{340 \times 10^3 \times 10^{-3}}{\times -3} \sim 136 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{amm}$$

Lo spostamento massimo vale 75 mm e si verifica alla quota di -6.40m s.m.m.

Le reazioni sulle centine sono rispettivamente di:

centina a -1 m s.m.m. R=82 kN/m

centina a -3 m s.m.m. R=90 kN/m

tappo di fondo s=40 cm: 305 kN/m

VERIFICHE DELLE CENTINE E DEL MAGRONE

Calcolato il momento massimo sulle centine con lo schema di trave su due appoggi (L=4.6m), si ottiene:

$$\text{centina a -1m s.m.m. : } M = \frac{1}{8} Rl^2 = 216 \text{ kNm/m}$$

$$\text{centina a -3m s.m.m.: } M = \frac{1}{8} Rl^2 = 238 \text{ kNm/m}$$

La tensione massima per la centina a -1 vale:

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{216 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm}}{735 \cdot 10^3 \text{ mm}^3} = 298 \text{ MPa, maggiore di quella ammissibile (240 MPa per Fe 510).}$$

La tensione massima per la centina a -3 vale:

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{238 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm}}{2 \cdot 735 \cdot 10^3 \text{ mm}^3} = 162 \text{ MPa, inferiore a quella ammissibile (240 MPa per Fe 510).}$$


E' necessario quindi raddoppiare la centina anche alla quota di -1.0.

Per quanto riguarda il puntone in cls armato, la tensione massima è pari a:

$$\sigma = \frac{N}{A} = \frac{305 \cdot 10^3 \text{ N}}{400 \cdot 1000 \text{ mm}^2} = 0.76 \text{ MPa}$$

5.2. VERIFICA SOLLEVAMENTO FONDO SCAVO

Le palancole da 18 m sono immorsate dalla quota di -12.50 m s.m.m. alla quota del piede -16.30 m s.m.m. entro uno strato di argilla compatta (Cu=70-90 KPa). Si verifica

 PROTECNO Protecno s.r.l. - Padova	PROGETTO GENERALE DELLE CONDOTTE DEL PROGETTO INTEGRATO FUSINA REALIZZATE DAL MAGISTRATO ALLE ACQUE DI VENEZIA IN ACCORDO DI PROGRAMMA CON LA REGIONE DEL VENETO (D.G.R. 4531 del 29/12/2004)		rev.	data
	CANALE INDUSTRIALE SUD - SPONDA SUD E DARSENA TERMINALE Relazione tecnica		01	4 Ott-07

quindi il sollevamento del fondo scavo, piuttosto che il sifonamento, quando viene messo all'asciutto lo scavo e drenato internamente fino alla quota di -7 (step 8).

La falda esternamente è sempre mantenuta a -2 m s.m.m. . Il carico da dissipare è quindi di 5 m. Lo spessore su cui si dissipa è cautelativamente posto pari al solo spessore argilloso tra -12.50 e -16.30 m.

Il gradiente medio è quindi pari a $i = 5 \text{ m}/(3.80 \times 2) = 0.66 \text{ m/m}$

Ne segue che alla quota di -16.30 m s.m.m. la pressione è pari a:

$$10 \cdot (16.30 - 2.00) - 10 \cdot i \cdot (16.30 - 12.50) = 143 - 0.66 \cdot 3.80 = 143 - 25 = 118 \text{ kPa.}$$

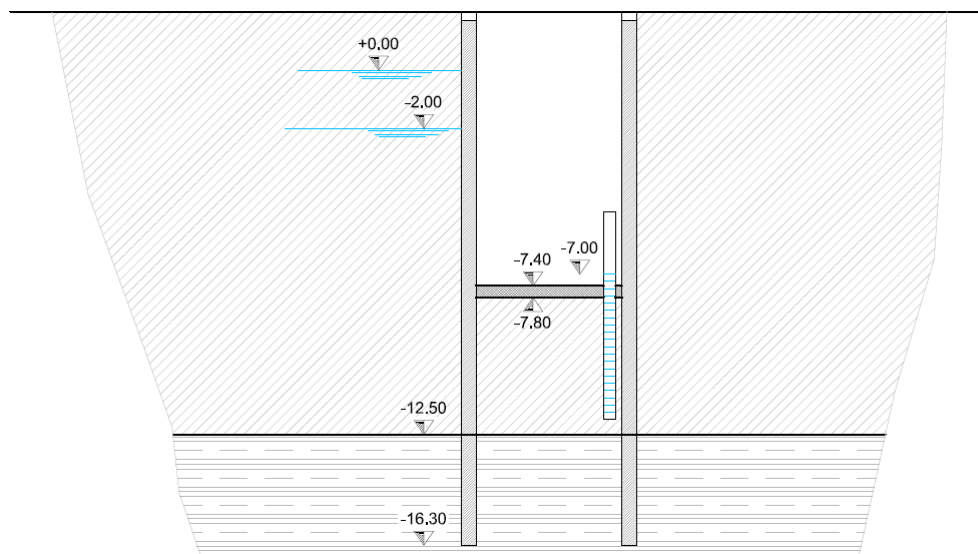
Se l'area del fondo è pari a $5 \times 5.5 = 27.5 \text{ m}^2$, la spinta di sollevamento sul tappo di argilla delimitato dal palancolato a quota di -16.30 m s.m.m. è pari a $118 \cdot 27.5 = 3245 \text{ kN}$


Il peso proprio del volume del tappo è dato da:

- magrone: $27.5 \cdot 23 \cdot 0.4 = 253 \text{ kN}$
- terreno sabbioso tra -7.80 m e 12.50 m: $27.5 \cdot 18 \cdot 4.70 = 2326 \text{ kN}$
- terreno argilloso tra -12.50 m e -16.30 m: $17.5 \cdot 18 \cdot 3.80 = 1197 \text{ kN}$
- attrito laterale palancola terreno: trascurato a favore di sicurezza

Il coefficiente di sicurezza al sollevamento del fondo scavo è quindi pari a $\frac{3776}{3245} = 1.16$.

E' del tutto evidente che inserendo nella verifica anche il contributo dell'attrito laterale la verifica è ampiamente soddisfatta.



 PROTECNO Protecno s.r.l. - Padova	PROGETTO GENERALE DELLE CONDOTTE DEL PROGETTO INTEGRATO FUSINA REALIZZATE DAL MAGISTRATO ALLE ACQUE DI VENEZIA IN ACCORDO DI PROGRAMMA CON LA REGIONE DEL VENETO (D.G.R. 4531 del 29/12/2004)		rev.	data
	CANALE INDUSTRIALE SUD - SPONDA SUD E DARSENA TERMINALE Relazione tecnica		01	4 Ott-07

5.3. VERIFICA GALLEGGIAMENTO

E' opportuno verificare il galleggiamento del manufatto una volta realizzata la soletta strutturale.

Si assume la falda a piano campagna e il pozzo vuoto.

La sottospinta idraulica a -7.40 è pari a $10 \cdot (2.1 + 7.40) \cdot 27.5 = 2612 \text{ kN}$

Le forze stabilizzanti sono:

- Peso soletta: $24 \cdot 0.5 \cdot 27.5 = 330 \text{ kN}$ (solo 50 cm perché il magrone superiore di riempimento viene realizzato a microtunneling eseguito);
- Peso palancolato: $1.57 \cdot (5 + 5 + 5.5 + 5.5) \cdot 18 = 622 \text{ kN}$;
- Rifodera: non ancora presente;
- Parete interna: non ancora presente;
- Soletta superiore: non ancora presente;
- Per quanto riguarda l'attrito laterale (T) si calcola:
 - $\sigma_v^i(z = -16.3) = 156 \text{ kPa}$
 - $\sigma_h^i(z = -16.3) = Ka \cdot \sigma_v^i = 0.4 \cdot 156 = 62 \text{ kPa}$
 - $R = 62 \cdot 18 \cdot (5 + 5 + 5.5 + 5.5) / 2 = 11718 \text{ kN}$ (risultante tensioni orizzontali)
 - $T = R \cdot \tan(\phi/3) = 11718 \cdot 0.15 = 1758 \text{ kN}$

La sommatoria delle forze stabilizzanti ammonta a 2710 kN.

In queste condizioni il coefficiente di sicurezza al galleggiamento vale 1.03.

E' opportuno quindi una volta realizzata la soletta strutturale (con falda esterna a -2 e interna a -7) mantenere attivato il drenaggio esterno per conservare la falda a +0.0.

Cambiando solamente il valore della sottospinta idraulica da 2612 kN (valore della sottospinta con falda a +2.10) a 2035 kN (valore della sottospinta con falda a +0.0) il coefficiente di sicurezza vale 1.50.

 PROTECNO Protecno s.r.l. - Padova	PROGETTO GENERALE DELLE CONDOTTE DEL PROGETTO INTEGRATO FUSINA REALIZZATE DAL MAGISTRATO ALLE ACQUE DI VENEZIA IN ACCORDO DI PROGRAMMA CON LA REGIONE DEL VENETO (D.G.R. 4531 del 29/12/2004) CANALE INDUSTRIALE SUD - SPONDA SUD E DARSENA TERMINALE Relazione tecnica		rev.	data
			01	4 Ott-07

5.4. VERIFICHE IDRAULICHE STAZIONE “B1+B2”

Quota di attacco pompa 1: -1.54 m s.m.m.

Quota di attacco pompa 2: -1.14 m s.m.m.

Quota stacco pompe 1 e 2: -2.54 m s.m.m.

Piezometrica di arrivo: +1.80 m s.m.m.

Lunghezza mandata DN250: 8.6 m

Prevalenza geodetica: 3.34 m/2.94 m/4.34 m (attacco1/attacco2/stacco)

2+1 pompa tipo Flygt Cp3152.181LT (codice girante 618) da 8.8 kW

Portata: 125/135/105 l/s

Prevalenza totale: 4.30/4.00/4.90 m (attacco1/attacco2/stacco)

$$\text{Volume necessario alla pompa 1: } V_1 = \frac{Q_1 \cdot T_c}{4} = \frac{0.135 \cdot 3600/12}{4} = 10 \text{ m}^3$$


$$\text{Volume necessario alla pompa 2: } V_2 = 0.4 \cdot V_1 = 4 \text{ m}^3$$

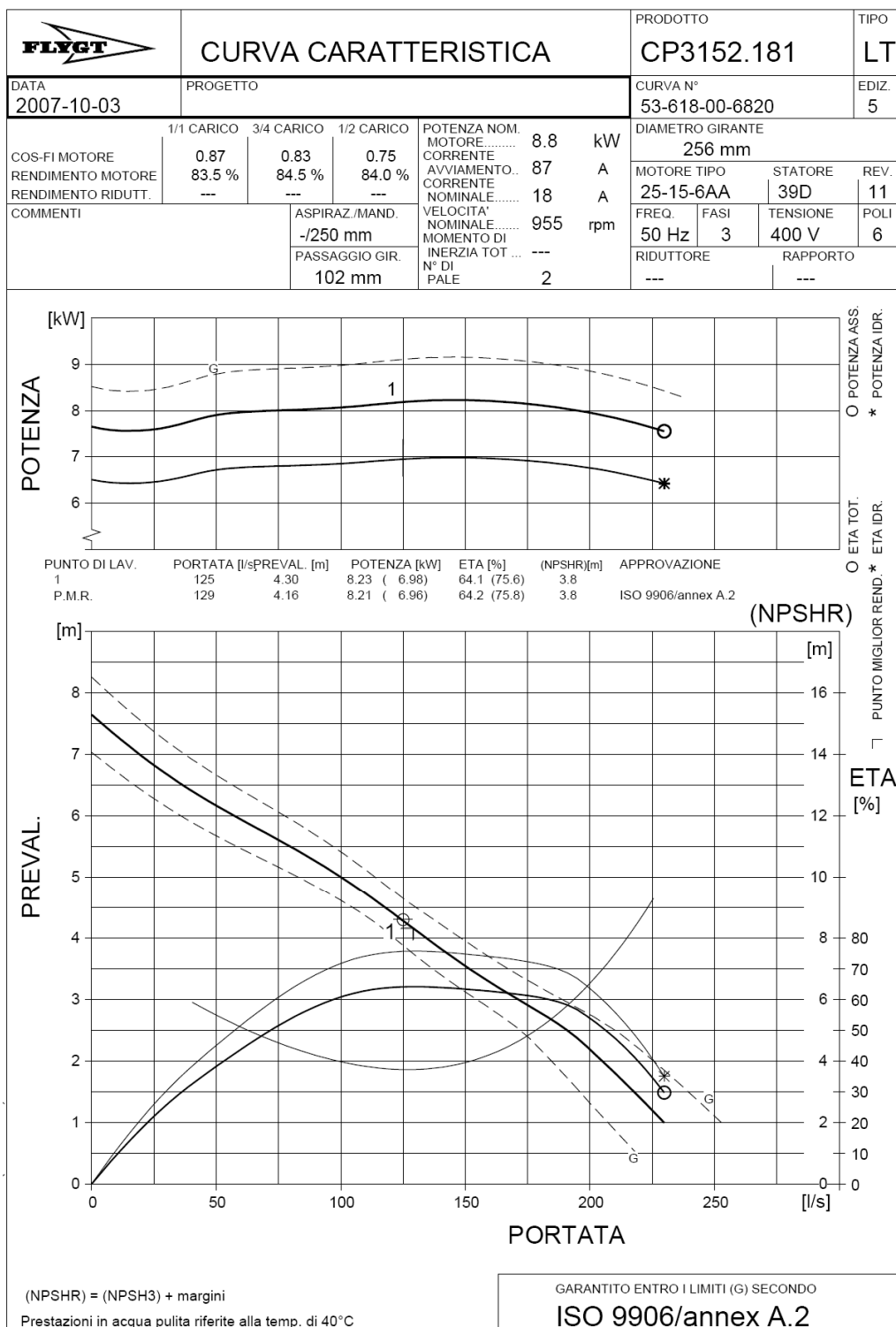
$$\text{Dimensioni interne della vasca: } 2 \cdot 4.50 = 9.0 \text{ m}^2$$

$$\text{Volume nelle due vasche (pozzo sud e nord) a servizio della pompa 1: } 9.0 \cdot 2 \cdot 1 = 18 > 10 \text{ m}^3$$


$$\text{Volume nelle due vasche (pozzo sud e nord) a servizio della pompa 2: } 9 \cdot 2 \cdot 0.4 = 7.2 > 4 \text{ m}^3$$

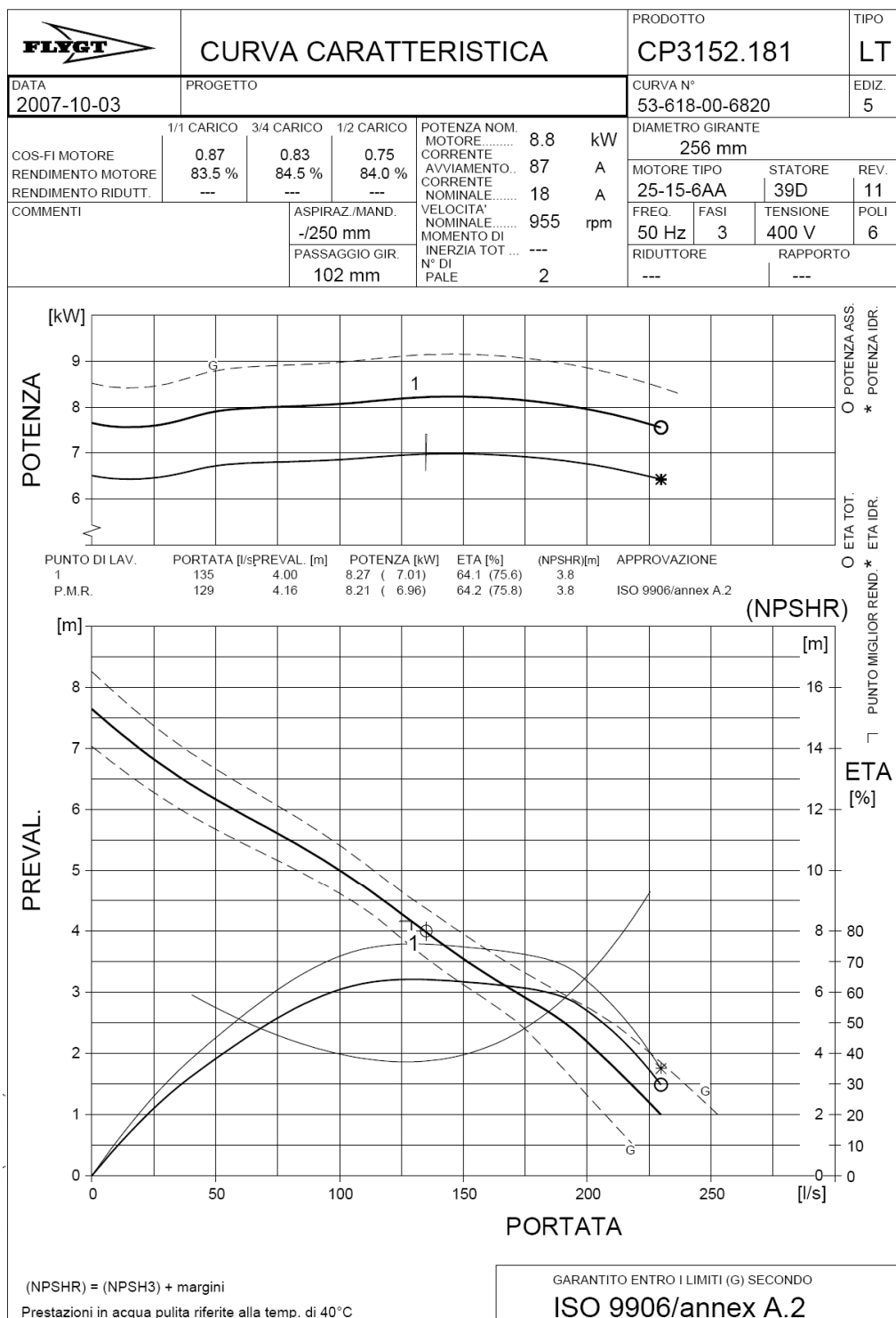
Il dispositivo di bypass è costituito da due tubazioni DN250 provviste di valvola di non ritorno. Il dispositivo è costituito da due tubazioni sia per questioni di ingombro geometrico di tubi e valvole sia per questioni di ridondanza in condizioni di moto vario (controllo della depressione).

 STUDIO ALTIERI PROTECNO Protecno s.r.l. - Padova	PROGETTO GENERALE DELLE CONDOTTE DEL PROGETTO INTEGRATO FUSINA REALIZZATE DAL MAGISTRATO ALLE ACQUE DI VENEZIA IN ACCORDO DI PROGRAMMA CON LA REGIONE DEL VENETO (D.G.R. 4531 del 29/12/2004)		rev.	data
			01	4 Ott-07
	CANALE INDUSTRIALE SUD - SPONDA SUD E DARSENA TERMINALE Relazione tecnica			



attacco 1

 STUDIO ALTIERI PROTECNO Protecno s.r.l. - Padova	PROGETTO GENERALE DELLE CONDOTTE DEL PROGETTO INTEGRATO FUSINA REALIZZATE DAL MAGISTRATO ALLE ACQUE DI VENEZIA IN ACCORDO DI PROGRAMMA CON LA REGIONE DEL VENETO (D.G.R. 4531 del 29/12/2004)		rev.	data
			01	4 Ott-07
	CANALE INDUSTRIALE SUD - SPONDA SUD E DARSENA TERMINALE Relazione tecnica			

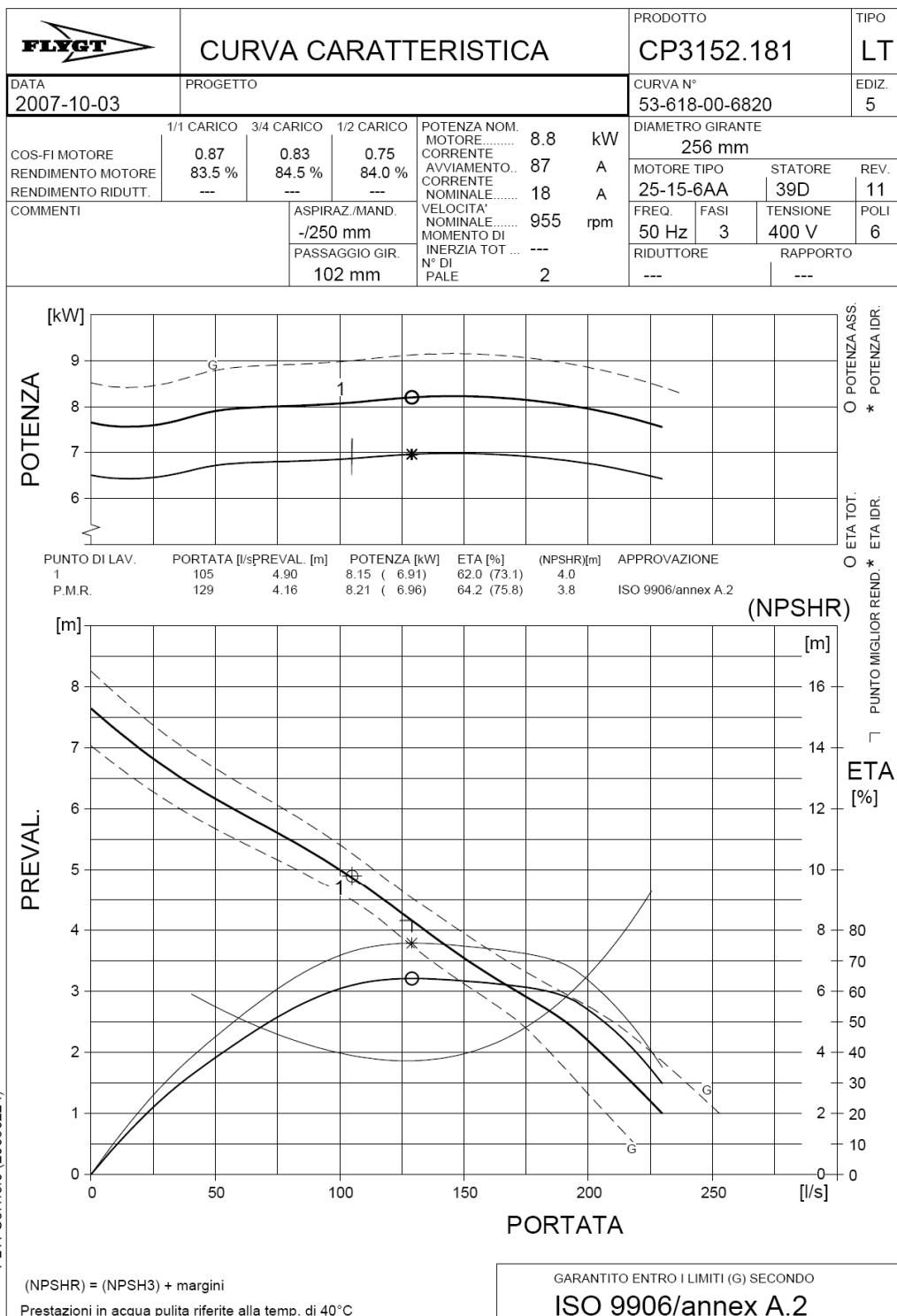


attacco 2


**PROGETTO GENERALE DELLE CONDOTTE DEL PROGETTO
INTEGRATO FUSINA REALIZZATE DAL MAGISTRATO ALLE
ACQUE DI VENEZIA IN ACCORDO DI PROGRAMMA CON LA
REGIONE DEL VENETO (D.G.R. 4531 del 29/12/2004)**

**CANALE INDUSTRIALE SUD - SPONDA SUD E DARSENA
TERMINALE
Relazione tecnica**

rev.	data
01	4 Ott-07



stacco

	PROGETTO GENERALE DELLE CONDOTTE DEL PROGETTO INTEGRATO FUSINA REALIZZATE DAL MAGISTRATO ALLE ACQUE DI VENEZIA IN ACCORDO DI PROGRAMMA CON LA REGIONE DEL VENETO (D.G.R. 4531 del 29/12/2004) CANALE INDUSTRIALE SUD - SPONDA SUD E DARSENA TERMINALE Relazione tecnica		rev.	data
			01	4 Ott-07

5.5. VERIFICHE IDRAULICHE STAZIONE “B3”

Quota di attacco pompa 1: -1.24 m s.m.m.

Quota di attacco pompa 2: -0.94 m s.m.m.

Quota stacco pompe 1 e 2: -2.54 m s.m.m.

Piezometrica di camera di mandata: +1.40 m s.m.m.

Lunghezza mandata DN100: 9.0 m

Prevalenza geodetica: 2.64 m/2.34 m/3.64 m (attacco1/attacco2/stacco)

2+1 pompa tipo Flygt Cp3085.183LT (codice girante 414) da 1.3 kW

Portata: 16/17/12 l/s

Prevalenza totale: 3.30/3.10/4.10 m (attacco1/attacco2/stacco)

$$\text{Volume necessario alla pompa 1: } V_1 = \frac{Q_1 \cdot T_c}{4} = \frac{0.016 \cdot 3600 / 12}{4} = 1.2 \text{ m}^3$$


$$\text{Volume necessario alla pompa 2: } V_2 = 0.4 \cdot V_1 = 0.5 \text{ m}^3$$

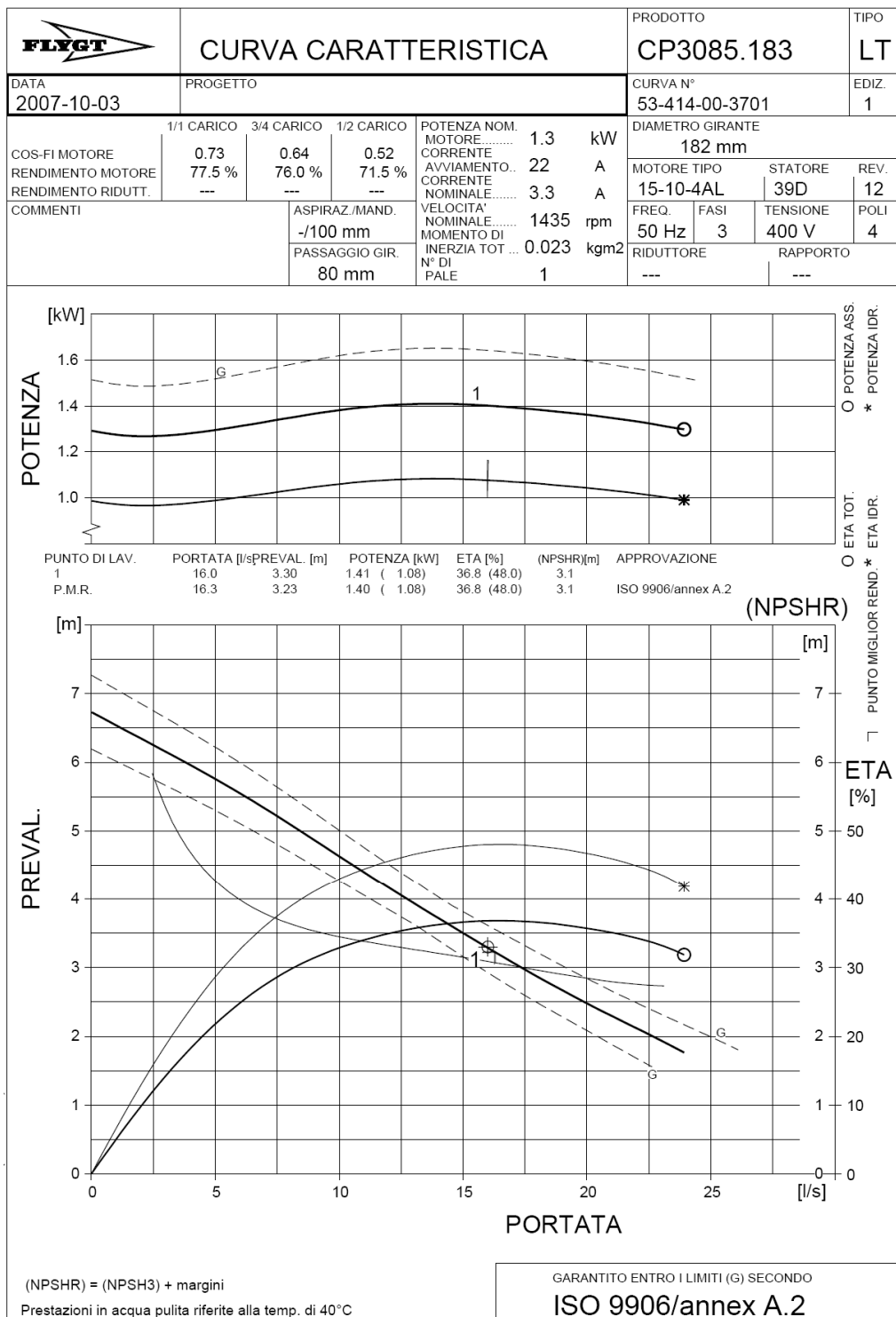
$$\text{Dimensioni interne della vasca: } 1.70 \cdot 4.50 = 7.6 \text{ m}^2$$

$$\text{Volume nelle due vasche (pozzo sud e nord) a servizio della pompa 1: } 7.6 \cdot 2 \cdot 1.3 = 20 > 1.2 \text{ m}^3$$


$$\text{Volume nelle due vasche (pozzo sud e nord) a servizio della pompa 2: } 7.6 \cdot 2 \cdot 0.3 = 4.5 > 0.5 \text{ m}^3$$

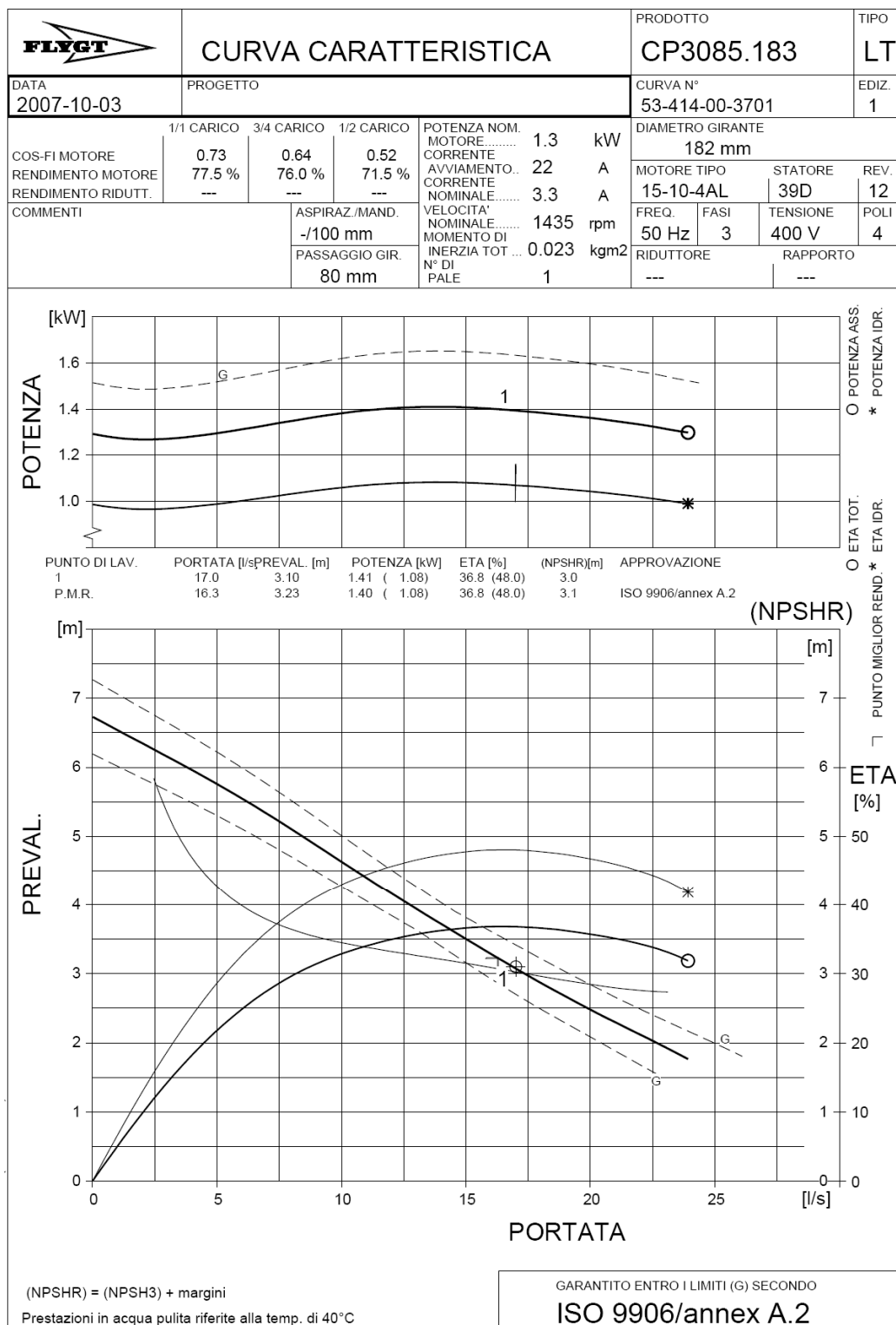
Dispositivo di bypass è qui costituito da luce panconata e da clapet (30x30).

 PROTECNO Protecno s.r.l. - Padova	PROGETTO GENERALE DELLE CONDOTTE DEL PROGETTO INTEGRATO FUSINA REALIZZATE DAL MAGISTRATO ALLE ACQUE DI VENEZIA IN ACCORDO DI PROGRAMMA CON LA REGIONE DEL VENETO (D.G.R. 4531 del 29/12/2004)		rev.	data
	CANALE INDUSTRIALE SUD - SPONDA SUD E DARSENA TERMINALE		01	4 Ott-07
	Relazione tecnica			




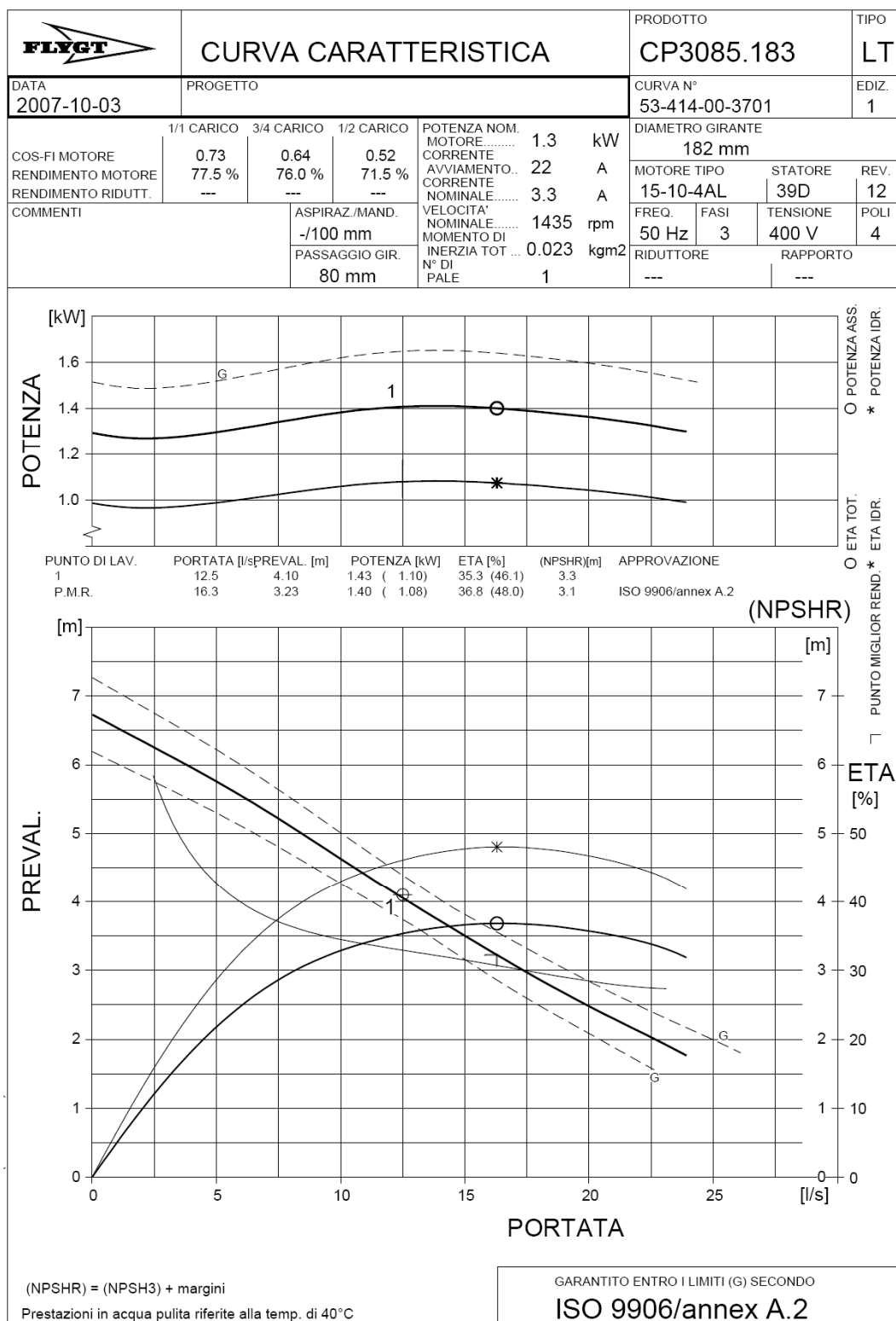
attacco 1

 STUDIO ALTIERI PROTECNO Protecno s.r.l. - Padova	PROGETTO GENERALE DELLE CONDOTTE DEL PROGETTO INTEGRATO FUSINA REALIZZATE DAL MAGISTRATO ALLE ACQUE DI VENEZIA IN ACCORDO DI PROGRAMMA CON LA REGIONE DEL VENETO (D.G.R. 4531 del 29/12/2004)		rev.	data
	CANALE INDUSTRIALE SUD - SPONDA SUD E DARSENA TERMINALE		01	4 Ott-07
	Relazione tecnica			




attacco 2

 STUDIO ALTIERI PROTECNO Protecno s.r.l. - Padova	PROGETTO GENERALE DELLE CONDOTTE DEL PROGETTO INTEGRATO FUSINA REALIZZATE DAL MAGISTRATO ALLE ACQUE DI VENEZIA IN ACCORDO DI PROGRAMMA CON LA REGIONE DEL VENETO (D.G.R. 4531 del 29/12/2004)		rev.	data
			01	4 Ott-07
CANALE INDUSTRIALE SUD - SPONDA SUD E DARSENA TERMINALE				
Relazione tecnica				



stacco 1 e 2

 PROTECNO Protecno s.r.l. - Padova	PROGETTO GENERALE DELLE CONDOTTE DEL PROGETTO INTEGRATO FUSINA REALIZZATE DAL MAGISTRATO ALLE ACQUE DI VENEZIA IN ACCORDO DI PROGRAMMA CON LA REGIONE DEL VENETO (D.G.R. 4531 del 29/12/2004)		rev.	data
	CANALE INDUSTRIALE SUD - SPONDA SUD E DARSENA TERMINALE Relazione tecnica		01	4 Ott-07


ALLEGATO A.1

**RELAZIONE ALLEGATA ALLA LETTERA DELLA REGIONE VENETO DEL
26-03-2007 PROT. 172656/57.08**

**AGGIORNAMENTO DELLE INDICAZIONI PROGETTUALI PER I REFLUI
“B1+B2” E “B3” LUNGO LE SPONDE DEI CANALI SUD, OVEST E
MALAMOCCO-MARGHERA**



1. PREMESSA	2
2. CONDOTTE LUNGO I MARGINAMENTI	2
2.1. Indicazioni per progettazione condotte per reflui B1+B2 e B3	3
2.2. Definizione delle portate di riferimento per i reflui B1+B2 della macroisola Fusina (sponda sud del canale Sud)	6

	PROGETTO INTEGRATO FUSINA		rev.	data
	Aggiornamento delle indicazioni progettuali sui collettori per reflui B1+B2 e B3 lungo le sponde dei canali industriali Sud, Ovest, Malamocco-Marghera		01	14/03/2007
			02	15/03/2007
			Pagina 2 di 8	

1. PREMESSA

Già dall'ottobre del 2002 la Regione del Veneto (RVE) e il Magistrato alle Acque di Venezia (MAV) avevano convenuto di coordinare i rispettivi interventi nell'area di Porto Marghera, in particolare il Progetto Integrato Fusina (PIF) e le opere di marginamento dei canali industriali con i relativi drenaggi di falda.

Il coordinamento si è tradotto in un Accordo di Programma regolante le modalità di attuazione di alcuni interventi di salvaguardia ambientale della laguna da attuarsi a Porto Marghera e in aree lagunari limitrofe; l'Accordo è stato approvato in data 29/12/2004 con delibera della Giunta Regionale n. 4531; esso definisce la ripartizione dei costi delle opere di interesse comune tra la Regione del Veneto e il Magistrato alle Acque.

Fra queste opere sono comprese:


- le condotte di adduzione e invaso dei reflui di origine industriale (reflui tipo B1 e B2) previste lungo la sponda sud del canale industriale Sud
- le condotte di adduzione e invaso dei reflui di origine industriale previste lungo la sponda sud del canale industriale Ovest e lungo il canale Malamocco-Marghera, compreso l'attraversamento del canale Sud.

In data 30 dicembre 2006 è stato presentato il progetto esecutivo PIF completo di validazione. Le attività propedeutiche sono iniziate già dall'ottobre 2006; l'inizio ufficiale dei lavori è programmato per il 2 aprile 2007.

A distanza di circa quattro anni, alla luce dell'evoluzione del PIF e delle opere di marginamento, in fase di avanzata esecuzione, si prospetta una revisione parziale delle indicazioni progettuali del 2002.

2. CONDOTTE LUNGO I MARGINAMENTI

Il progetto preliminare PIF e la nota della Regione Veneto del 4/10/2002 indicavano lungo i marginamenti dei canali Sud, Ovest e Malamocco-Marghera l'ipotesi di un cunicolo a due canne con funzioni di invaso e trasporto a gravità, con pendenza di fondo di 0,3÷0,5 m/km, di reflui industriali (B1) e acque di prima pioggia (B2) nella prima canna, e di acque di falda (reflui B3) drenate dalle opere MAV nella seconda. All'interno del cunicolo del canale Ovest e Malamocco era alloggiata anche la condotta DN800 di trasporto delle acque destinate al riuso industriale.

	PROGETTO INTEGRATO FUSINA		rev.	data
	Aggiornamento delle indicazioni progettuali sui collettori per reflui B1+B2 e B3 lungo le sponde dei canali industriali Sud, Ovest, Malamocco-Marghera		01	14/03/2007
			02	15/03/2007
			Pagina 3 di 8	


Le seguenti argomentazioni tecniche, che tengono conto dello stato della progettazione PIF e dell'avanzamento della realizzazione delle opere di marginamento, portano a modificare parzialmente tali indicazioni:

- la funzione di invaso dei cunicoli ha oggi una importanza minore, dal momento che la vasca da 75'000 mc progettata per il PIF è suddivisa in settori di adeguato volume di invaso dedicato alle diverse tipologie di refluo (volume molto superiore a quello ottenibile nel cunicolo) e la quota di regolazione all'interno delle vasche è stata abbassata sensibilmente (quota massima +1,00 m s.m.m.) in modo da poter ricevere flussi, sia pur rigurgitati, in condizioni di emergenza anche in assenza di pompaggio;
- lungo parte della sponda sud del canale Ovest è già stata realizzata dal MAV la condotta di trasferimento B3 con diametro 630 mm, adeguato per ricevere i flussi previsti da monte, che è quindi opportuno recuperare nel sistema;
- analogamente lungo la sponda sud del canale Sud il MAV prevede di realizzare condotte DN 630 per collegare i propri sistemi di drenaggio a tergo dei marginamenti; poiché questo diametro è sufficiente per il trasporto a Fusina di tutta l'acqua di falda ammessa a trattamento, appare conveniente utilizzare la condotta stessa, opportunamente rivista per questa funzione, nel sistema integrato;
- lungo la sponda sud del canale Sud, lungo la quale sono attivi diversi cantieri MAV di marginamento di prima fase (infissione palancole per la messa in sicurezza di emergenza), risulta difficoltoso realizzare con continuità un cunicolo a causa delle numerose interferenze dei sottoservizi e delle banchine dei frontisti, per superare le quali sono forse necessari impianti di pompaggio e tratti di condotta in pressione.

2.1. Indicazioni per progettazione condotte per reflui B1+B2 e B3

In relazione alle precedenti considerazioni si ritiene opportuno dare le seguenti nuove indicazioni per la progettazione esecutiva delle condotte attribuite al MAV (sponda sud canale Ovest, sponda ovest canale Malamocco-Marghera, sponda sud canale Sud).

In generale è opportuno mantenere il funzionamento delle condotte a pelo libero per ridurre i costi di trasferimento delle portate e di manutenzione; si considera opportuno verificare i collettori per gradi di riempimento massimo compresi fra 0.7 e 0.8 e pendenze variabili tra 0.3 e 0.5 m/km per i flussi di acque di falda tipo B3 (a basso contenuto di solidi sedimentabili), e non inferiori a 0.5 m/km per i flussi tipo B1+B2 (in considerazione della possibile presenza nelle acque di pioggia (B2) di solidi sedimentabili inorganici).

	PROGETTO INTEGRATO FUSINA		rev.	data
	Aggiornamento delle indicazioni progettuali sui collettori per reflui B1+B2 e B3 lungo le sponde dei canali industriali Sud, Ovest, Malamocco-Marghera		01	14/03/2007
			02	15/03/2007
			Pagina 4 di 8	

Per gli attraversamenti (opere di presa, scarichi e pontili) è accettabile il funzionamento a sifone (spingitubo per tratti di lunghezza ridotta; trivellazione teleguidata o microtunnelling per tratti di lunghezza maggiore).

Per gli attraversamenti con sollevamento si ritiene preferibile, per le condotte di mandata, la tecnica di trivellazione teleguidata o di microtunnelling.

Acque di falda B3

La linea MAV del canale Ovest ha inizio dal pozzo sud dell'attraversamento del Lusore dove sarà installato un sollevamento a servizio delle acque drenate dal Lusore (sponda nord e sponda sud) e dalla Darsena della Rana (sponda nord). Il funzionamento è previsto a pelo libero con una condotta DN 630.

In corrispondenza della banchina Enichem la condotta si innesta a pelo libero nella condotta esistente DN 630 del canale Ovest sponda sud.

Va verificata l'adeguatezza del diametro degli attraversamenti di ostacoli fino al sollevamento esistente in prossimità di Edison.

Dal sollevamento prosegue a pelo libero con diametro orientativo DN 800 lungo la sponda ovest del Malamocco-Marghera ricevendo a gravità i contributi di quel marginamento e si inserisce nell'attraversamento subalveo del canale Sud. In corrispondenza del pozzo sud dell'attraversamento (nodo di Fusina) il flusso viene sollevato alla condotta di trasferimento alla vasca di invaso (realizzata da SIFA).

La linea MAV del canale Sud parte dalla testata della darsena (limite est della proprietà Nuova Sirma) e, con diametro orientativo DN 630, raggiunge il nodo di Fusina innestandosi nella condotta di trasferimento alla vasca di invaso.

Gli ostacoli principali da attraversare sono certamente le opere di presa e gli scarichi di ALCOA, ENEL, EDISON. Sarà da valutare se il funzionamento idraulico più conveniente per questi tratti sia quello a sifone o a pressione previo sollevamento.

Acque industriali B1+B2

Si ritiene opportuno che il flusso di questi reflui sia il più possibile a gravità, almeno fino al sollevamento previsto a valle dell'attraversamento del canale Sud (nodo di Fusina).

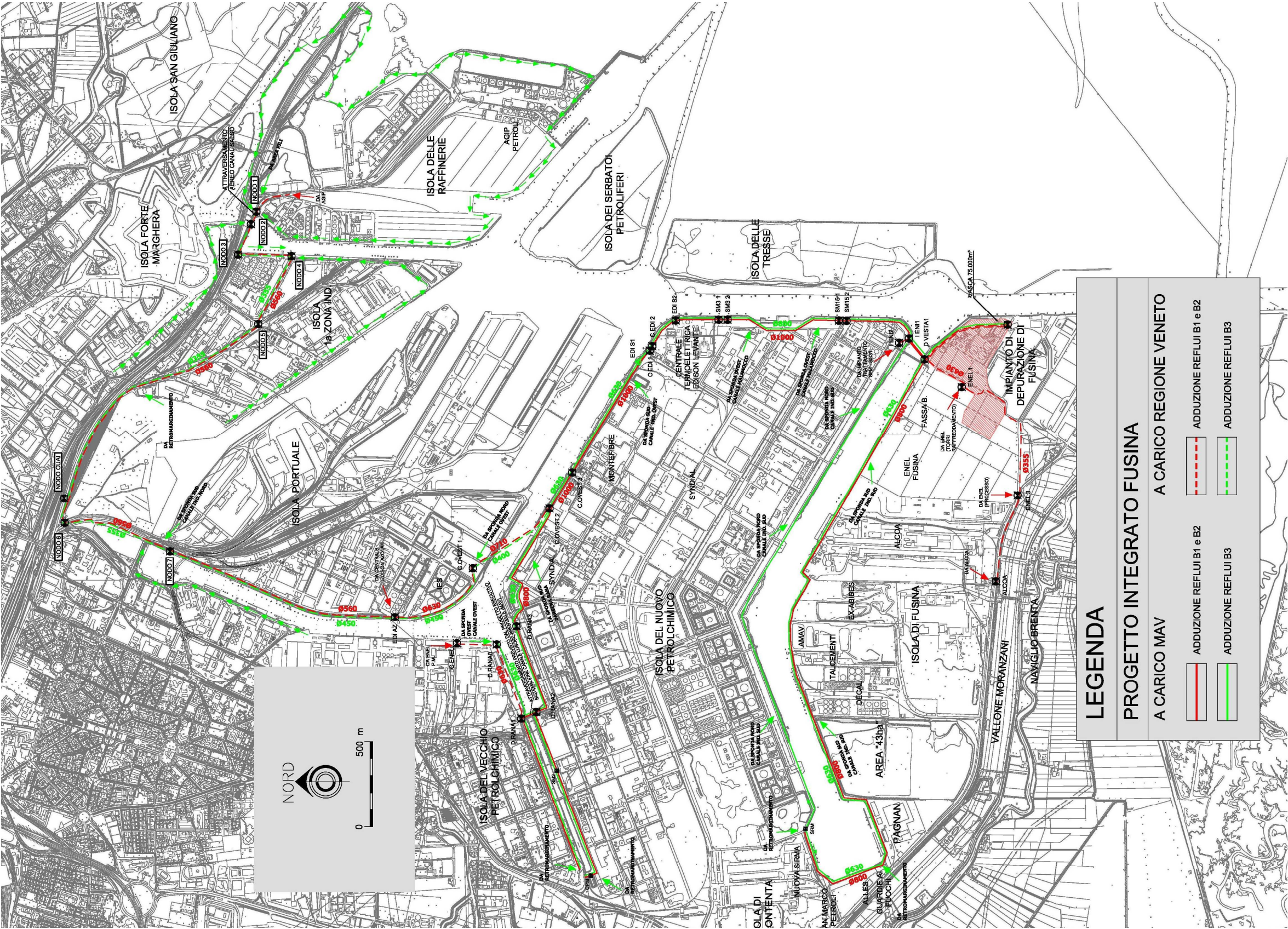
La linea MAV del canale Ovest (orientativamente DN 800) ha inizio dal pozzo sud dell'attraversamento del Lusore con un sollevamento, che limita il flusso di acque di pioggia proveniente dalle condotte in corso di posa lungo le due sponde del Lusore, e segue la sponda sud del canale Ovest.



PROGETTO INTEGRATO FUSINA

Aggiornamento delle indicazioni progettuali sui collettori per reflui B1+B2 e B3 lungo le sponde dei canali industriali Sud, Ovest, Malamocco-Marghera

rev.	data
01	14/03/2007
02	15/03/2007
Pagina 5 di 8	




LEGENDA

PROGETTO INTEGRATO FUSINA

A CARICO MAV A CARICO REGIONE VENETO

ADDUZIONE REFLUI B1 e B2	ADDUZIONE REFLUI B1 e B2
ADDUZIONE REFLUI B3	ADDUZIONE REFLUI B3

	PROGETTO INTEGRATO FUSINA		rev.	data
	Aggiornamento delle indicazioni progettuali sui collettori per reflui B1+B2 e B3 lungo le sponde dei canali industriali Sud, Ovest, Malamocco-Marghera		01	14/03/2007
			02	15/03/2007
			Pagina 6 di 8	

A valle della confluenza della linea PIF proveniente dall'attraversamento dell'Ovest il diametro passa a DN 1000 e prosegue a pelo libero lungo la sponda del Malamocco-Marghera; si inserisce poi nell'attraversamento subalveo del canale Sud.

In corrispondenza del pozzo sud dell'attraversamento (nodo di Fusina) il flusso viene sollevato alla condotta di trasferimento alla vasca di invaso (realizzata da SIFA).

Le portate di dimensionamento sono desumibili dal progetto esecutivo PIF.

Per quanto riguarda la linea MAV del canale Sud, sulla scorta delle precedenti considerazioni, la sezione del collettore dei reflui B1+B2 può essere ridotta rispetto ai 1.7 m² indicati nella nota della Regione Veneto (Prot. 1020 del 04/10/2002), anche se va garantita una elevata elasticità di trasferimento di portata, stante la difficoltà di valutare l'effettiva domanda attuale e futura dell'area sottesa (nel paragrafo seguente si riporta una stima cautelativa delle portate scaricabili potenzialmente nel collettore).

La linea MAV del canale Sud parte dunque dalla testata della darsena in corrispondenza del limite est della proprietà di Nuova Sirma e, con diametro orientativo DN 800, raggiunge il nodo di Fusina innestandosi nella condotta di trasferimento alla vasca di invaso.


Gli ostacoli principali da attraversare sono certamente le opere di presa e gli scarichi di ALCOA, ENEL, EDISON. Sarà da valutare se il funzionamento idraulico più conveniente sia quello a sifone o a pressione previo sollevamento.

2.2. Definizione delle portate di riferimento per i reflui B1+B2 della macroisola Fusina (sponda sud del canale Sud)

Nell'ambito delle verifiche propedeutiche alla redazione del progetto esecutivo del PIF, sono stati perfezionati gli input relativi alle portate di processo (reflui di tipo B1) prodotte dalle diverse aziende insediate a Porto Marghera, mediante il censimento delle portate attuali o previste. Si sono in particolare verificate le portate dei frontisti presenti lungo la sponda sud del canale industriale Sud e della sua darsena terminale (L=4'000m circa).

Sulla base di tali informazioni e delle considerazioni che è possibile fare con riferimento ai dati medi di Porto Marghera è possibile derivare i flussi di reflui B1+B2 (acque di processo + acque di dilavamento dei piazzali) da convogliare nel collettore in questione.

Le Aziende frontiste, che si affacciano sulle sponde del canale industriale Sud e alle quali quindi competono le portate di reflui B1 e B2 che potrebbero essere recapitate nel condotto di adduzione, sono le seguenti:

	PROGETTO INTEGRATO FUSINA		rev.	data
			01	14/03/2007
	Aggiornamento delle indicazioni progettuali sui collettori per reflui B1+B2 e B3 lungo le sponde dei canali industriali Sud, Ovest, Malamocco-Marghera		02	15/03/2007
			Pagina 7 di 8	

- Pagnan e Colacem;
- Area “43 ha”;
- DECAL
- VESTA
- Italcementi;
- ex-ABIBES;
- ALCOA;
- ENEL;
- Fassa ex Edison;
- Syndial e Polimeri Europa;
- depuratore VESTA

Di questi, solo alcuni (indicati in grassetto nella Tabella 1) hanno dichiarato le portate di acque di processo prodotte (per un totale di 1.983.880 mc/anno): per gli altri frontisti le portate sono state determinate ragguagliando la media delle portate note all’area di ciascun frontista dal quale non sia pervenuta alcuna informazione. Tale procedura trova giustificazione nell’opportunità di tenere in considerazione il verosimile sviluppo futuro dell’area e le modificazioni possibili all’attuale sistema insediativo.


Indicando con Q_i le n portate rese note da parte delle aziende frontiste e con S_i le relative aree occupate, si calcolano le portate relative alle aziende “ignote” Q_{xx} di superficie S_{xx} , con la seguente:

$$Q_{xx} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{\sum_{i=1}^n S_i} S_{xx};$$

ottenendo, in definitiva, una portata media annua totale per le acque di processo (B1) pari a circa 2'850'000 m³/anno, superiore del 40% rispetto al totale dichiarato/censito.

<i>Frontisti</i>	<i>Superfici (ha)</i>	<i>Acque di processo (B1) m³/anno</i>
Nuova Sirma	26.6	318'744
S.Marco Petroli	0.5	6'351
Alles S.r.l	4.0	3'000
Guardie ai Fuochi	0.5	6'351
Pagnan	8.9	107'007
Area 43 ha	23.0	275'605
Decal AMAV	18.0	16'000
Italcementi	2.3	27'561
Vesta - AMAV	13.1	0
Ex Abibes	14.3	826'080
Alcoa	70.8	525'600
Enel Centrale Fusina	45.3	613'200
Fassa Ex Edison	5.9	70'459
Syndial	1.8	21'569
Polimeri Europa	3.8	44'936
totale B1 (m³/anno)	238.9	2'862'462

Tabella 1 – Superfici e portate medie di processo prodotte dalle aziende frontiste.

	PROGETTO INTEGRATO FUSINA		rev.	data
	Aggiornamento delle indicazioni progettuali sui collettori per reflui B1+B2 e B3 lungo le sponde dei canali industriali Sud, Ovest, Malamocco-Marghera		01	14/03/2007
			02	15/03/2007
			Pagina 8 di 8	

Per osservare la prescrizione della commissione VIA (2002) di evitare di diluire le portate B1 al trattamento, si deve assumere che le portate di origine meteorica derivanti dal dilavamento di aree industriali e recapitabili in impianto (reflui B2) siano al massimo il 30% delle portate dei B1.

Per questo al valore delle portate di B1 precedentemente determinato occorre aggiungere un 30% di reflui B2, giungendo ad un valore medio di $2'850'000 \times 1.30 = 3'700'000 \text{ m}^3/\text{anno}$ di reflui B1+B2 che devono transitare nel collettore in progetto.

Per fissare il diametro del collettore occorre passare da valori di portata medi a valori di portata di picco: si considera che sia adeguato un coefficiente di picco giornaliero pari a 2. Si ottengono quindi la seguente portata massima di dimensionamento (per la sezione più a valle):

$$Q_{\text{dim}} = 2 \times \frac{3'700'000 \times 1'000}{'400 \times 365} \cong 235 \text{ l/s};$$

Assumendo:

- coefficiente di scabrezza secondo Gauckler-Strickler pari a $k_s = 85 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$, tipico delle condotte in polietilene;
- pendenza nel tratto terminale $i_F = 0,5 \text{ ‰}$;
- grado di riempimento y/D compreso tra 0.70 e 0.80;

si ricava che la condotta in polietilene PN6 DN 800mm (diametro interno 738.8mm) è in grado di trasferire, nel tratto terminale, la portata massima di progetto:

	$y/D=0.70$	$y/D=0.80$
$i_F = 0,5 \text{ ‰}$	221 l/s	258 l/s

Si ritiene opportuno, infine, mantenere tale diametro invariato lungo l'intera sponda.

dott. ing. Guido Zanovello

 PROTECNO Protecno s.r.l. - Padova	PROGETTO GENERALE DELLE CONDOTTE DEL PROGETTO INTEGRATO FUSINA REALIZZATE DAL MAGISTRATO ALLE ACQUE DI VENEZIA IN ACCORDO DI PROGRAMMA CON LA REGIONE DEL VENETO (D.G.R. 4531 del 29/12/2004) CANALE INDUSTRIALE SUD - SPONDA SUD E DARSENA TERMINALE Relazione tecnica		rev.	data
			01	4 Ott-07

ALLEGATO A.2

LETTERA DELLA REGIONE DEL VENETO DEL 11-06-2007 PROT. 329166/57.08

PRECISAZIONI ED INTEGRAZIONI ALLA NOTA DEL 26-03-2007



REGIONE DEL VENETO

giunta regionale

Data

11 GIU 2007

Protocollo N° 329166 / 57.08

Allegati N° 1

Oggetto

Progetto integrato Fusina - Aggiornamento delle indicazioni progettuali er reflui "B1+B2" E "B3" lungo le sponde dei canali industriali Sus, Ovest e Malamocco - Marghera

Al Magistrato alle Acque di Venezia
San Polo 19
30125 Venezia

Al Consorzio Venezia Nuova
San marco 2803
30124 VENEZIA

e, p.c.

Segreteria Regionale
Ambiente e Territorio
Calle Priuli - Cannaregio 99
30121 VENEZIA

A precisazione della nota da noi inviata in data 26 marzo 2007 prot. n. 172656 / 57.08 ed a riscontro della nota di codesto Magistrato alle Acque prot. n.5483 del 14 maggio 2007, si trasmette in allegato (A) la planimetria con indicazione delle condutture del Progetto Integrato Fusina (PIF), che il Magistrato alle Acque dovrà realizzare congiuntamente ai marginamenti di messa in sicurezza come stabilito nell'Accordo di Programma sottoscritto con la Regione del Veneto ed approvato con Deliberazione della Giunta Regionale n.4531 del 29.12.2004. Tale aggiornamento rispetto alle previsioni del progetto definitivo PIF approvato e già trasmesso è conseguenza delle variazioni recentemente intervenute in fase di progetto esecutivo.

La suddetta planimetria include anche le indicazioni richieste circa le tipologie dei manufatti, le portate, i diametri, le pendenze, le coordinate dei punti di immissione principali, dei punti di collegamento intermedi e dei sollevamenti; per quanto riguarda i due sollevamenti di acque di falda B3 del canale Brentella (nodo 1 e nodo 4) vengono precisate le caratteristiche delle pompe da installare a cura del Magistrato alle Acque in relazione alle perdite di carico nella condotta di adduzione realizzata dalla Regione Veneto (vedi anche tabella associata).

Si conferma che non sono più previste connessioni dirette tra la rete delle acque di falda B3 da realizzare lungo i canali portuali e la rete di drenaggio del sistema dei retromarginamenti delle macroisole previsti dal Master Plan per la bonifica dei siti inquinati.

Il MAV potrà naturalmente proporre e concordare con la Regione del Veneto l'eventuale inserimento di questo tipo di connessioni.

Si evidenzia come le condotte seguono gli stessi percorsi già previsti dal Magistrato alle Acque nella versione finale del progetto definitivo del marginamento della sponda sud del Canale Industriale Sud, e dalla Regione Veneto nel progetto definitivo PIF lungo la sponda ovest del canale S. Leonardo - Marghera tra i bacini di evoluzione 3 e 4, la sponda sud del Canale Industriale Ovest e la Darsena della Raha. Peraltro, ad integrazione di quanto inizialmente previsto dal citato Accordo di Programma, si segnala la necessità di realizzare una condotta per reflui B1+B2 parallela alla già prevista condotta reflui B3 anche in corrispondenza della sponda ovest della darsena terminale del Canale Industriale Sud. Questa deve infatti essere posata contestualmente alla realizzazione delle opere di marginamento in occasione delle temporanee dismissioni delle condotte San Marco Petroli che avverranno per consentire la posa delle palancole e dei drenaggi.

L'ipotizzata possibilità di far transitare le portate del sistema di drenaggio della sponda nord del Canale Sud verso ovest e quindi nelle condutture PIF lungo la sponda sud del canale Industriale Sud aumenta la sicurezza e la gestibilità del sistema.

Tale integrazione, assieme ai lavori di posa di condotte effettuate sul canale Brentella, come da nota del Magistrato alle Acque prot. 10312 del 22.11.2005, e a tutte le altre variazioni intervenute,

*Segreteria regionale all'ambiente e territorio
Direzione Progetto Venezia*



REGIONE DEL VENETO

giunta regionale

sarà oggetto di considerazione al momento della verifica dell'equivalenza economica degli interventi realizzati da ciascuna Amministrazione nell'interesse dell'altra, come previsto dall'art. 10 del medesimo Accordo, da realizzare evidentemente a valle della piena operatività dell'accordo di programma "Moranzani", in via di definizione.

Si evidenzia altresì che i manufatti da progettare e costruire (tubi e pozzetti al posto di condotte scatoari) sono ora di più semplice e rapida realizzazione rispetto a quelli previsti dal Magistrato alle Acque nella versione finale del progetto definitivo del marginamento della sponda sud del Canale Sud e dalla Regione Veneto nel progetto definitivo PIF lungo la sponda ovest del canale S. Leonardo - Marghera tra i bacini di evoluzione 3 e 4, la sponda sud del Canale Industriale Ovest e la Darsena della Rana.

Poichè non è più possibile il semplice "alloggiamento" (già previsto a cura del Magistrato alle Acque) della condotta per acque da riuso (fornita dalla Regione Veneto) all'interno del cunicolo si propone, nello spirito dell'Accordo di Programma, che l'onere della posa in opera (negli scavi predisposti per le altre tubazioni) delle condotte delle acque per riuso indicate nella sovraccitata planimetria (allegato A) sia a carico del Magistrato alle Acque, mentre la fornitura delle condotte resta a carico del concessionario della Regione S.I.F.A. S.C.P.A. - Sistema Integrato Fusina Ambiente.

La Regione del Veneto si riserva infine di esaminare, sulla base di stime sviluppate a livello di progettazione esecutiva sui maggiori costi per forniture, scavi e smaltimenti, l'eventualità di posare, in corrispondenza dei tronchi da realizzare in aree di difficile accesso, un tubo di riserva/emergenza in parallelo alle condutture B1+B2 e B3. La ripartizione dei costi relativi dovrà essere condivisa tra Regione del Veneto e Magistrato alle Acque.

Quale utile riferimento generale alle progettazioni ed approvazioni verrà trasmessa nelle prossime settimane, non appena concluse le verifiche di cantierizzazione, una selezione degli elaborati del progetto costruttivo del Progetto Integrato Fusina, riguardanti condotte e opere direttamente o indirettamente collegate alle attività del Magistrato alle Acque.

Si anticipa in proposito che si possono individuare utili sinergie per i lavori del Magistrato alle Acque in corso lungo i marginamenti delle sponde est ed ovest del canale industriale Ovest e della darsena della Rana sponda nord; i tre sollevamenti di acque di falda B3 previsti dal Magistrato lungo la sponda est dell'Ovest possono infatti convergere direttamente nella condotta di trasferimento del progetto PIF che passerà sullo stesso tracciato (senza modificare le caratteristiche delle pompe), evitando al MAV di dover realizzare una condotta dedicata; l'impianto di sollevamento per acque B3 previsto nel nodo fra sponda ovest dell'Ovest e Darsena Rana può essere evitato abbassando la quota di posa della condotta B3 e conflueno all'impianto già previsto a valle dell'attraversamento del Lusore, sempre che l'onere per maggiori scavi e smaltimenti non consigli di mantenere la soluzione del progetto in esecuzione.

Il MAV dovrà sviluppare i progetti dei marginamenti dei tratti della sponda ovest del Canale Industriale Ovest in cui non è previsto il suo intervento per la posa di condutture B1+B2 e B3 della rete PIF, in modo che queste possano eventualmente essere collocate dalla Regione del Veneto in un momento anche successivo alla realizzazione dei marginamenti di messa in sicurezza.

Il MAV dovrà poi trasmettere alla Regione del Veneto i dettagli dei progetti costruttivi delle connessioni con la rete PIF ed i disegni finali "as built" delle opere realizzate e collaudate.


Distinti saluti.

Il Dirigente Regionale

dott. Giovanni Artico

Regione Veneto - Segreteria Regionale Ambiente e Territorio
Direzione Regionale Progetto Venezia
Via della Brenta Vecchia, 8 - Mestre - 30172 Venezia
Tel. 041/ 2795939-41 Fax 041/ 2795944
E-mail: marghera@regione.veneto.it
Web: www.regione.veneto.it/polomarghera
AR/er


*Segreteria regionale all'ambiente e territorio
Direzione Progetto Venezia*

 PROTECNO Protecno s.r.l. - Padova	PROGETTO GENERALE DELLE CONDOTTE DEL PROGETTO INTEGRATO FUSINA REALIZZATE DAL MAGISTRATO ALLE ACQUE DI VENEZIA IN ACCORDO DI PROGRAMMA CON LA REGIONE DEL VENETO (D.G.R. 4531 del 29/12/2004)		rev.	data
			01	4 Ott-07
	CANALE INDUSTRIALE SUD - SPONDA SUD E DARSENA TERMINALE Relazione tecnica			

ALLEGATO B

ALLEGATO ALLA LETTERA DELLA REGIONE DEL VENETO DEL 11-06-2007 PROT. 329166/57.08

PLANIMETRIA CON INDICAZIONE DELLE CONDUTTURE, DIAMETRI E PROFILI DI POSA.

 PROTECNO Protecno s.r.l. - Padova	PROGETTO GENERALE DELLE CONDOTTE DEL PROGETTO INTEGRATO FUSINA REALIZZATE DAL MAGISTRATO ALLE ACQUE DI VENEZIA IN ACCORDO DI PROGRAMMA CON LA REGIONE DEL VENETO (D.G.R. 4531 del 29/12/2004)		rev.	data
			01	4 Ott-07
	CANALE INDUSTRIALE SUD - SPONDA SUD E DARSENA TERMINALE Relazione tecnica			

ALLEGATO C

VERIFICA STATICA DELLE CONDOTTE SECONDO IL METODO DI SPANGLER

(in grassetto i dati che vanno inseriti manualmente)

Calcolo dello schiacciamento di un tubo corrugato (deformazione orizzontale

Verifica dn800 sn8 corrugato_ricoprimento minimo:2m. Ipotesi cautelativa: trincea larga

d ₁	1.5		coefficiente di sicurezza (1.5÷2.0)
	20.0	3	TERRENO
γ _w	10.0	kN/m ³	ACQUA
γ	10.0	3	TERRENO
γ	20.0	3	TERRENO
h ₁	1.00	m	distanza falda-piano campagna
h ₂	1.00	m	distanza tubo-falda
d _N	800	mm	diametro nominale (esterno)
d _N	0.800	m	
P ₀	32.00	kN/m	carico statico del terreno sovrastante e della falda
P ₀	32000	N/m	
P ₁	40	kN/m	sovraccarico da 50 kPa
P ₁	40000	N/m	
P _t	0.00	kN/m	carico dinamico dovuto ai mezzi
P _t	0.00	N/m	
K _x	0.10		costante di fondo di Spangler
SN	8.00	kN/m ²	rigidezza circonferenziale a breve termine
SN ₅₀	3.16	kN/m ²	rigidezza circonferenziale a lungo termine
E'	15.00	N/mm ²	modulo secante del terreno
E'	15000	2	
ΔD _e	11.5	mm	deformazione del diametro esterno
%ΔD _e	1.4	%	deformazione percentuale (deve essere <5%)

(in grassetto i dati che vanno inseriti manualmente)

Calcolo dello schiacciamento di un tubo corrugato (deformazione orizzontale

Verifica dn630 sn8 corrugato_ricoprimento minimo: 2m. Ipotesi cautelativa: trincea larga.

d ₁	1.5		
γ	20.0	coefficiente di sicurezza (1.5÷2.0)	TERRENO
γ _w	10.0		ACQUA
γ'	10.0		TERRENO
γ	20.0		TERRENO
h ₁	1.00	distanza falda-piano campagna	
h ₂	1.00	distanza tubo-falda	
d _N	630	diametro nominale (esterno)	
d _N	0.630		
P ₀	25.20	carico statico del terreno sovrastante e della falda	
P ₀	25200		
P ₁	32	sovraccarico da 50 kPa	
P ₁	31500		
P _t	0.00	carico dinamico dovuto ai mezzi	
P _t	0.00		
K _x	0.10	costante di fondo di Spangler	
SN	8.00	rigidezza circonferenziale a breve termine	
SN ₅₀	3.16	rigidezza circonferenziale a lungo termine	
E'	15.00	modulo secante del terreno	
E'	15000		
ΔD _e	9.0	deformazione del diametro esterno	
%ΔD _e	1.4	deformazione percentuale (deve essere <5%)	

