

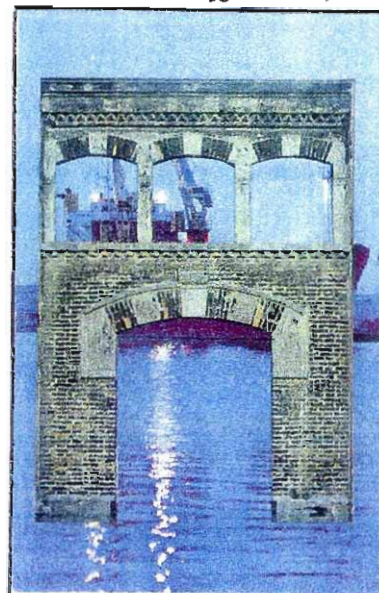


COMUNE DI RAVENNA
PIANO REGOLATORE '93

PROGRAMMA DI RIQUALIFICAZIONE URBANA DELLA DARSENA DI CITTÀ'

(Art. VI 5 P.R.G. '93 ; D.M. LJ PP. 21/12/94

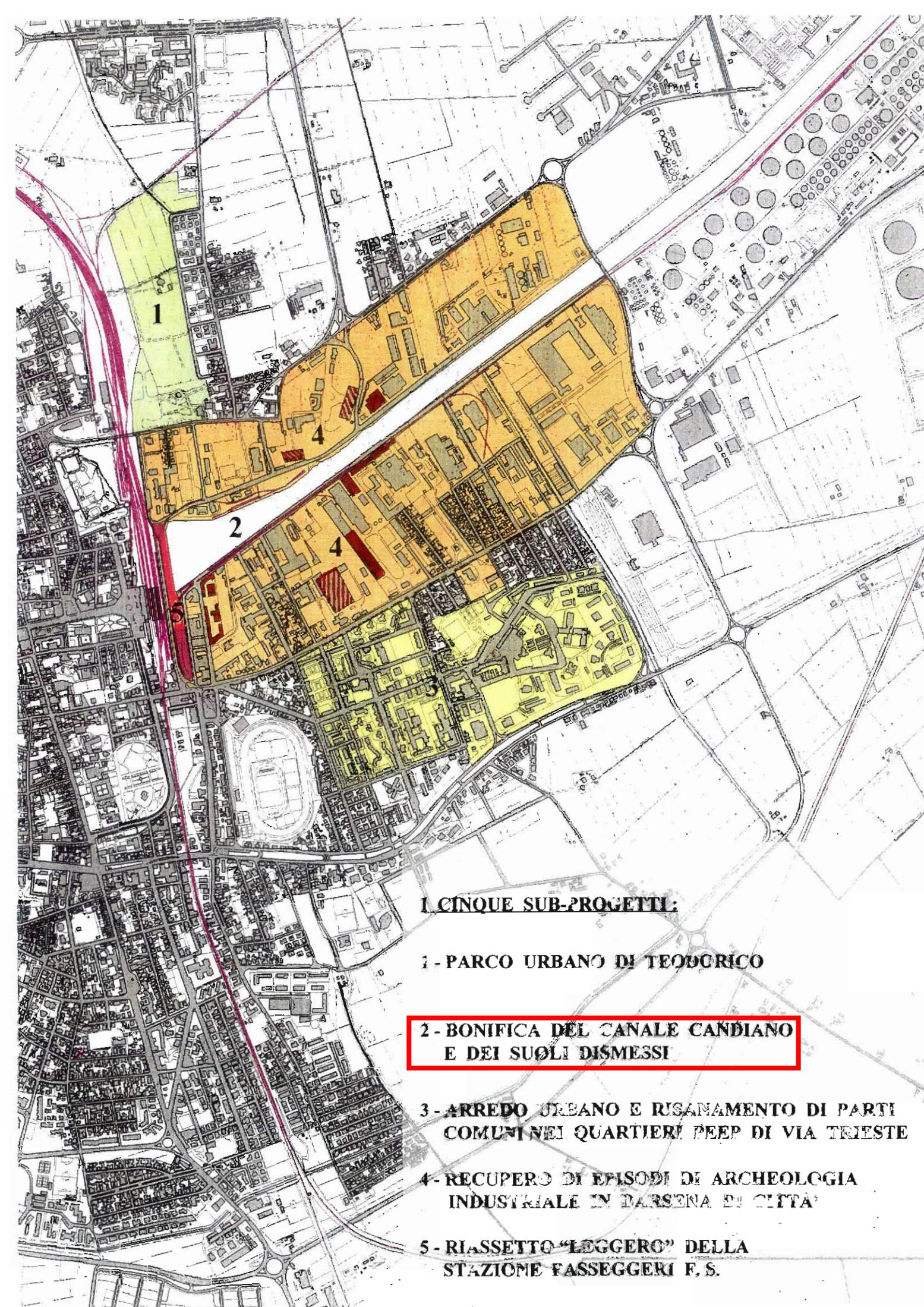
Art. 2 c. 2 Legge 179/92)



DARSENA DI CITTÀ

I Cinque Sub-Progetti

Novembre '95



I CINQUE SUB-PROGETTI:

1 - PARCO URBANO DI TEODORICO

2 - BONIFICA DEL CANALE CANDIANO
E DEI SUOLI DISMESSI

3 - ARREDO URBANO E RISANAMENTO DI PARTI
COMUNI NEI QUARTIERI PEEP DI VIA TRIESTE

4 - RECUPERO DI EPISODI DI ARCHEOLOGIA
INDUSTRIALE IN DARSENA DI CITTÀ'

5 - RIASSETTO "LEGGERO" DELLA
STAZIONE PASSEGGERI F. S.



Sindaco
Segretario Generale
Assessore all'Urbanistica
Capo Settore Casa e Territorio

Dott. Pierpaolo D'Attorre
Dott. Giuseppe Flora
Dott. Alfredo Petrone
Arch. Franco Stringa

Consulente Coordinatore

Ing. Giovanni Crocioni

**SUB-PROGETTO C1
PARCO URBANO DI TEODORICO**

Elaborazione : Ufficio di Piano

Consulenza

Arch. F. Proni
Arch. S. Laghi

Arch. Andreas Kipar
Dott. Antonio Stignani

**SUB-PROGETTO C3
ARREDO URBANO E RISANAMENTO DI PARTI
COMUNI NEI QUARTIERI PEEP DI VIA TRIESTE**

Elaborazione : Servizio Casa e Servizi

IACP

Arch. G. Dradi
Ist.Prog. S.Casavecchia
Ist.Prog. D. Ginanni Corradini

Ing. P.C.Lombardi
Geom. S. Marchini

**SUB-PROGETTO C2
BONIFICA DEL CANALE CANDIANO
E DEI SUOLI DISMESSI**

Elaborazione:
AMA Ravenna

UNIVERSITA' DI BOLOGNA:
Facoltà di Ingegneria

Facoltà di Scienze Ambientali

Ing. R. Tenti
Ing. A. Bazzi

Prof. Ing.G.L.Bragadin
Prof. Ing. M. Mancini

Prof.Dott.P.M.L.Rossi
Prof. Dott. G.Gabbianelli

**SUB-PROGETTO C5
RIASSETTO LEGGERO DELLA STAZIONE
PASSEGGERI F.S.**

Elaborazione : Ufficio di Piano

Ferrovie dello Stato

Arch. F.Stringa
Arch.L.Rossi
Arch.A.Mutti
Ist.Prog. P.Rossi

Ing. R. De Lisotta
Geom. De Benedictis
Sig. R. Salvadeo

Hanno inoltre partecipato alla redazione della presente Monografia :
Ist. Prog. S. Casavecchia - Geom. R. Da Ros - Amm.vo G. Galassi Minguzzi -
Geom. I. Graziani - Arch. S.Laghi - Dott. A. Morini - Amm.vo M..Pasi
- Giorgio Biserni per le riproduzioni fotografiche

I CINQUE SUBPROGETTI:

- | | | |
|---|---|----------|
| 1 | PARCO URBANO DI TEODORICO | pag. 1 |
| 2 | BONIFICA DEL CANALE CANDIANO E DEI SUOLI DISMESSI | pag. 23 |
| 3 | ARREDO URBANO E RISANAMENTO DI PARTI COMUNI NEI QUARTIERI PEEP DI VIA TRIESTE | pag. 53 |
| 4 | RECUPERO DI EPISODI DI ARCHEOLOGIA INDUSTRIALE IN DARSENA DI CITTÀ' | pag. 79 |
| 5 | RIASSETTO "LEGGERO" DELLA STAZIONE PASSEGGERI F.S. | pag. 101 |



COMUNE DI RAVENNA

AMA RAVENNA
UNIVERSITA' DI BOLOGNA
Facoltà di Ingegneria
Facoltà di Scienze

SUB-PROGETTO C2

**BONIFICA DEL CANALE CANDIANO
E DEI SUOLI DISMESSI**



INDICE E ALLEGATI

PROGETTO DI RIQUALIFICAZIONE AMBIENTALE DEL TRATTO URBANO DEL CANALE CANDIANO DALLA TESTATA FINO AL PONTE MOBILE	pag. 25	STUDIO DI FATTIBILITA' PER LA BONIFICA DEI SUOLI NELLE AREE INSERITE NEL PROGETTO DI RIQUALIFICAZIONE AMBIENTALE	pag. 48
Premessa	pag. 25	Premessa e obiettivi	pag. 48
Gli obiettivi	pag. 25	Fasi e modalità della bonifica	pag. 49
Il progetto	pag. 26	Acquisizione dati disponibili e di stima	pag. 49
Descrizione delle opere	pag. 27	Stima costi bonifica suoli: 1° FASE	pag. 51
- Bidente	pag. 27	2° FASE	pag. 52
- Canale Nord	pag. 27		
- Pirano	pag. 27		
- Tura	pag. 27		
- Lo sbarramento	pag. 27		
- La bonifica del fondale	pag. 28		
- L'esecuzione dei lavori di bonifica	pag. 29		
- Quantificazione dei lavori, tempi, costi	pag. 30		
- Opere accessorie	pag. 31		
Dati di progetto	pag. 31		
Stima di massima dei costi	pag. 31		
Rilievi batimetrici e campionature	pag. 32		
2.1 - Deviazione acque bianche - Rilievi batimetrici	pag. 33		
2.2 - Rilievi batimetrici	pag. 34		
2.3 - Carotaggio: D1 - D2 - D3, Analisi chimiche campioni prelevati	pag. 35		
2.4 - Carota D2 - Carota D3	pag. 36		
2.5 - Stato di fatto raccolta acque bianche	pag. 37		
2.6 - Stato di fatto sezioni trasversali	pag. 38		
2.7 - Deviazione acque bianche di progetto: Sezione trasversale tipo Sezione longitudinale tipo	pag. 39		
2.8 - Sezioni trasversali di progetto	pag. 40		
2.9 - Profili deviazione acque bianche	pag. 41		
2.10 - Zona ponte paratoia e sezione di tura - Ponte paratoia: sezioni	pag. 42		
2.11 - Punti di prelievo campioni e settori di lavoro omogenei	pag. 43		
2.12 - Piano di qualità - Trattamento e smaltimento rifiuti	pag. 44		
2.13 - Classificazione dei rifiuti speciali	pag. 45		
Descrizione dell'impianto mobile di trattamento fanghi	pag. 45		

PROGETTO DI RIQUALIFICAZIONE AMBIENTALE DEL TRATTO URBANO DEL CANALE CANDIANO DALLA TESTATA FINO AL PONTE MOBILE

PREMESSA

L'esigenza di una riqualificazione ambientale del tratto di Candiano in epigrafe nasce dalla volontà dell'amministrazione comunale di modificare radicalmente la destinazione della zona circostante ora industriale con vaste zone di degrado; infatti il P.R.G. '93 prevede sull'area in questione di circa 1,7 milioni di mq, la realizzazione di un nuovo quartiere per residenze e destinazioni compatibili.

Si rendono perciò necessarie opere per trasformare radicalmente anche il tratto di canale Candiano interessato, per una lunghezza, dalla testata al ponte mobile, di 1700 m circa.

E' chiaro che non sarà sufficiente rendere il Candiano semplicemente accettabile dai nuovi utenti, in quanto una presenza tanto massiccia dovrà essere trasformata al punto da diventare un luogo di attrazione e piacevole sosta.

L'obbiettivo e' quindi quello di trasformare il tratto di Candiano in un **parco lacustre urbano**.

Molti esempi, tra i quali l'EUR di Roma, ne dimostrano la validità. Nel caso in questione le obbiettive difficoltà consistono nella necessaria preventiva opera di bonifica del fondale e delle acque.

In seguito si dovrà evitare che il fondale e le acque possano deteriorare la loro qualità.

Inoltre la nuova destinazione urbanistica impone criteri di sicurezza contro i possibili concomitanti eventi di acque alte e precipitazioni meteoriche. Per ciò è previsto nel presente progetto di adottare quale quota fissa del piano campagna di tutto il comprensorio il livello di 2,50 m sul medio mare. Ciò permetterà di dimensionare condotte ed idrovore.

GLI OBIETTIVI

In base a quanto esposto gli obbiettivi che si intendono raggiungere, esposti nell'ordine di realizzazione, sono:

1. Non consentire ad acque dolci o salmastre, inquinate o con possibilità di inquinamento, di accedere allo specchio d'acqua.

Gruppo di Progettazione :

Coordinatore del Gruppo
e Responsabile per gli aspetti Tecnico-Progettuali:
Dr. Ing. Riccardo Tenti

Direttore Ama Ravenna

Responsabile per gli aspetti inerenti la bonifica del fondale:
Dr. Ing. Andrea Bazzi

Resp. Serv. Qualità Ama Ravenna

Responsabili per gli aspetti Idraulici:
Prof. Ing. Gianni Luigi Bragadin
Prof. Ing. Maurizio Mancini

Università di Bologna Fac. Ingegneria
Università di Bologna Fac. Ingegneria

Responsabili per gli aspetti Ambientali:
Prof. Dott. Pier Maria Luigi Rossi
Prof. Dott. Giovanni Gabbianelli

Università di Bologna Fac. Scienze
Università di Bologna Fac. Scienze

2. Eliminare le attuali acque inquinate presenti ed asportare dal fondo i fanghi organici ed i residui industriali e smaltirli opportunamente.

3. Mantenere nel lago Candiano acque più che accettabili, a buon livello di pescosità e fruibilità per canottaggio e piccole imbarcazioni.

IL PROGETTO

Il progetto tiene conto della necessaria gradualità di esecuzione delle opere: ciò è obiettivamente motivato in primo luogo dalla impossibile contemporanea dismissione delle attuali aree industriali, in secondo luogo dalla prevedibile dilazione nell'erogazione dei finanziamenti necessari all'esecuzione delle opere di urbanizzazione primaria tra le quali si inseriscono preminentemente le opere del presente progetto.

Il progetto si compone così di quattro blocchi di lavori da eseguirsi in cascata in fasi successive. Ogni fase eseguita ha una sua funzionalità immediata e permanente essendo indipendente dalle fasi successive.

La prima e la seconda fase verranno portate a termine con gli opportuni accorgimenti atti a consentire la prosecuzione delle attività industriali ancora in corso, con l'utilizzo delle banchine e delle linee ferroviarie presenti.

Parallelamente verranno approntate le nuove banchine industriali previste nella piallassa del Piombone che verranno a sostituire le attuali situate nella zona in progetto, che non saranno più agibili durante le successive fasi dei lavori.

I lotti funzionali costituenti le fasi successive dei lavori sono:

1. Adeguamento impianti idrovori esistenti, costruzione di condotte, canali interrati sotto le banchine portuali e le pavimentazioni stradali per convogliare a valle della zona in questione le acque bianche ora confluenti in Candiano, che sono:

- in destra le acque del Bidente e del Pirano;
- in sinistra le acque provenienti dall'idrovora Nord.

Eseguita tale fase la qualità delle acque dello specchio in esame tenderà gradualmente verso un deciso miglioramento.

Inoltre le condotte eseguite costituiranno le principali vie di smaltimento delle acque bianche del nuovo comprensorio urbano.

Come già accennato, con accorgimenti esecutivi ed apposito tracciato sarà possibile mantenere le attuali linee ferroviarie di banchina e proseguire l'attuale attività portuale.

2. Bonifica ambientale di tutto il bacino imbrifero del canale Lama per elevarne la qualità delle acque e consentirne l'immissione nel "lago" Candiano, mediante la diversione nelle condotte per acque nere delle attuali immissioni inquinanti dirette.

3. Esecuzione di tura con doppia palancolata tipo Larssen tra il ponte mobile ed i nuovi sbocchi in Candiano, previa eliminazione del ponte mobile stesso.

4. Isolamento del lago Candiano dal resto dell'asta portuale, le cui acque sono inadatte agli obiettivi urbanistici previsti.

Nella zona dell'attuale ponte mobile è prevista l'esecuzione di un ponte ferroviario dotato di sezione centrale mobile. Nella stessa zona verrà effettuata la costruzione di un ponte stradale con sottostanti paratoie di diverso tipo. Una luce centrale di opportune dimensioni consentirà l'accesso saltuario a mezzi speciali (draghe ecc.) per manutenzione od altro. Le paratoie saranno dotate di ventole di sfioro unidirezionale. Verrà quindi effettuata la demolizione della tura in palancole.

5. Bonifica del fondale del lago Candiano mediante lo svuotamento completo per eliminare completamente le acque ora presenti e per effettuare il trattamento in sito (o l'asportazione) dei fanghi di fondo con mezzi meccanici tradizionali e il loro opportuno smaltimento.

Le condotte che convoglieranno il Bidente ed il Pirano dovranno sottopassare il Lama con una tomba-sifone: ciò consentirà di predisporre uno scarico del Lama nelle nuove condotte per convogliare durante i lavori anche le acque del Lama a valle del ponte mobile.

E' la fase dei lavori più delicata e complessa in quanto dovrà essere preceduta da accurate analisi stratigrafiche; infatti l'infiltrazione di acque dal fondo in quantità eccessiva potrebbe far prevalere l'ipotesi di bonifica con mezzi marini.

L'infiltrazione di acque dal fondo è d'altra parte indispensabile per procedere al nuovo riempimento del bacino con acque di qualità.

6. Esecuzione di nuove banchine (le attuali di uso industriale andranno adeguate alla nuova destinazione del lago Candiano) per rendere fruibile il bacino ai cittadini, complete di percorsi pedonali, parcheggi e percorsi carrabili.

7. Esecuzione di impianti di ricircolo acque per la rottura della stratificazione termica, ossigenazione delle acque di fondo, eliminazione delle fioriture algali. Per tali impianti, che dovranno funzionare solo in periodi di tempo secco, potranno essere impiegate pompe da allocare sotto la pavimentazione stradale in prossimità della vasca di carico prevista per la "linea Bidente" in prossimità della Darsena di Città. Saranno anche previsti gli organi di regolazione che consentano di immettere nei periodi ritenuti opportuni, le acque bianche delle idrovore direttamente nel lago.

DESCRIZIONE DELLE OPERE

BIDENTE

Si effettuerà l'adeguamento dell'impianto esistente per permettere alle acque in uscita anche in condizioni di massima piena di giungere allo sbocco in Candiano a valle dello sbarramento previsto (nei pressi dell'attuale ponte mobile).

Si prevede l'esecuzione di una nuova vasca di carico con la quota di fondo più alta di 1 metro rispetto a quella esistente e analoga capacità e il potenziamento delle pompe (con l'adeguamento delle giranti e dei motori).

La condotta in uscita dall'impianto fino all'odierno sbocco in Darsena dovrà essere adattata a funzionare anche in pressione. Tale condotta (pur mantenendo la possibilità di uno sbocco diretto in Candiano, immetterà in una vasca di carico dalla quale si dipartiranno due canne di dimensioni ciascuna 3,00x2,00 con pendenza $IF = 0,0005$ e lunghezza $LN = 1700$ m fino allo sbocco in Candiano dopo la tura.

La canna di sinistra sarà dotata di luci di scarico comandate da paratoie distribuite lungo il percorso.

Nella canna di destra andranno immesse le condotte principali della rete di fognature bianche che verrà eseguita a servizio del nuovo comprensorio.

In corrispondenza del canale Lama, che sfocia direttamente nel "lago" Candiano, sarà eseguito il sottopasso mediante tomba-sifone, munito come già accennato, di paratoie atte a captare la portata del Lama stesso durante i lavori di svuotamento del bacino.

CANALE NORD

Al momento attuale la condotta dell'impianto idrovoro Nord al Candiano è costituita da una sola canna 3,00x2,00. Con la portata nominale tale canna provoca una dissipazione di carico pari a $DH = 1,66$ m circa. Raddoppiando la canna dalla idrovora attuale fino al Candiano e proseguendo con due canne di dimensioni 3,00x2,00, pendenza $If = 0,0006$, fino a valle del ponte mobile, per una ulteriore lunghezza $LN = 1300$ m, si realizza con la portata nominale una perdita complessiva $DH = 1,65$ m. E' quindi possibile evitare una nuova stazione di pompaggio raddoppiando il tratto attuale di condotta a valle della esistente idrovora Nord.

Le due canne sono state dimensionate per poter ricevere tutte le acque provenienti dalla fognatura bianca del nuovo comprensorio in progetto.

PIRANO

L'attuale idrovora Pirano posta in prossimità del Candiano e' in grado di smaltire la portata massima prevista ed immetterla nel canale di scarico la cui abbondante sezione consente di prolungare il canale stesso di 700 m. per immettere il Pirano nel Candiano a valle della tura. E' quindi in progetto una canna 2,75x2,00 m per una lunghezza di $LN = 700$ m con pendenza del fondo $IF = 0,00034$.

TURA

Prima dell'esecuzione della tura dovrà essere ovviamente evacuato l'attuale ponte mobile.

La tura sarà eseguita in doppia palancolata tipo Larssen tirantata ed intasata con argilla prelevabile dai fondali adiacenti.

E' sufficiente una larghezza di 10 m con un ricarico di materiale fino a +1,00 s.l.m..

LO SBARRAMENTO

Nella zona dell'attuale ponte mobile è previsto un ponte ferroviario dotato di sezione centrale mobile.

Lo sbarramento sarà posto in corrispondenza immediatamente a monte del ponte ferroviario e sovrastato da un ponte carraio e pedonale.

La sezione sarà costituita da due marciapiedi di 3,00 m l'uno e da una carreggiata centrale di 12,00 m.

Le pile vedranno inserite verticalmente le paratoie nel lato verso il mare.

E' prevista una luce centrale per l' accesso saltuario di natanti con apertura " a ponte levatoio" contrappesato con larghezza 13,00 m. e profondità di m. 4,00.

In corrispondenza di tale luce la chiusura e' prevista mediante porte vinciane per permettere l'efflusso libero delle acque in caso di piene del Canale Lama.

Le luci laterali saranno di 8,00m circa con altezze libere sul medio mare di 2,50m.

Le paratoie delle luci laterali saranno piane verticali suddivise verticalmente in tre elementi.

Saranno previsti sfiori unidirezionali per convogliare a valle le acque superficiali.

LA BONIFICA DEL FONDALE

Come accennato nella relazione idraulico-sanitaria, per ottenere un parco lacustre urbano con acque di buona qualità, è necessaria una opportuna bonifica del fondale.

Dalle sezioni batimetriche disponibili si evince che il fondale ha una profondità variabile da -5 a -7 metri con morfologia irregolare (presenza di buche, dossi, cunette, etc.).

Le sponde sono per la quasi totalità banchinate, ma fino a diversa profondità e con pendenza delle scarpate non omogenea.

Il fondale originario è probabilmente caratterizzato dal materiale tipico delle formazioni dunose del litorale ravennate con spessi strati di sabbia marina intercalati da sottili livellette di argilla.

Sopra il materiale originario si sono depositati negli anni sedimenti antropici di vario tipo; la struttura fisica del porto-canale, la lunghezza dei tratti banchinati, le attività di imbarco e sbarco connesse al polo industriale, lo scarico delle acque di lavaggio delle navi e delle stive, lo sbocco dei collettori fognari di Città, hanno infatti prodotto un progressivo accumulo sul fondale di sostanze organiche e inquinanti.

Il ruolo che i sedimenti assumono nello stato di un ecosistema acquatico è di estrema importanza in quanto essi costituiscono il deposito finale per diverse sostanze, ma anche una rilevante fonte di alcuni composti ed elementi precedentemente depositati.

Questi effetti sono ancora più importanti per i sistemi idrici a debole ricambio (quale è e sarà ancora più il "Lago Candiano") in quanto le sostanze e i gas rilasciati si mescolano all' intera colonna d' acqua.

Una volta creato il "Lago Candiano" verrà meno, il sollevamento e la messa in soluzione di consistenti masse di sedimento dovuti allo spostamento e alle manovre delle grosse navi cui verrà precluso l' accesso; rimarrà comunque il problema del rilascio di sostanze inquinanti dal materiale organico connesso a fenomeni di fermentazione (accelerati nei mesi estivi).

I metalli pesanti, ad esempio, possono essere adsorbiti sui minerali argillosi, sulle sostanze organiche o entrare a far parte di meccanismi di complessazione da parte degli acidi fulvici presenti nei sedimenti; i tensioattivi possono interferire in quest' ultimo fenomeno ed entrare in competizione con gli equilibri di complessazione favorendo il rilascio dei metalli complessati; inoltre i pesticidi e i PCB vengono preferibilmente adsorbiti sui siti lipofili dei minerali argillosi e siltosi o della materia organica, etc.

Per mantenere nel "Lago Candiano" acque di buona qualità è dunque necessaria la bonifica, mediante asportazione, dei fanghi del fondale che risultino T/N e comunque quelli con elevata frazione organica.

Sulla qualità e la composizione chimica dei fanghi in questione i dati più precisi disponibili sono:
- analisi effettuate dall' Usl nel 1989-1990 su 2 campioni prelevati con benna dai fondali;
- analisi su tre campioni indisturbati di spessore variabile prelevati nel agosto '95 in tre zone della area da bonificare;

Dalle analisi si deduce che i fanghi possono essere considerati speciali e potenzialmente Tossico/Nocivi.

Al di là delle considerazioni sulla categoria di rifiuto nella quale potrà rientrare il fango ricavato dalla bonifica del fondale, va evidenziato che:

- comunque deve essere prelevato lo strato di materiale organico putrescibile;
- per la caratterizzazione della tipologia di rifiuto, vista la disuniformità del fondale si dovrà procedere con un numero opportuno di prelievi e per settori omogenei;
- anche l' esecuzione dei lavori di bonifica dovrà avvenire per settori omogenei;
- i fanghi una volta prelevati, a seconda della loro consistenza e del loro grado di pericolosità verranno trattati opportunamente (condizionati, consolidati, inertizzati, etc.) e collocati nella relativa discarica vocata.

ESECUZIONE DEI LAVORI DI BONIFICA

I FASE :

Sono percorribili due diverse modalità operative:

A -svuotamento completo del Lago Candiano per effettuare l' asportazione dei fanghi di fondo con mezzi meccanici tradizionali;

1. Effettuazione di **sondaggi geognostici** in profondità per la verifica della permeabilità del materiale d' alveo (circa 10 sondaggi a profondità -20 mt.);
2. **Prosciugamento** "Lago Candiano", delimitazione (rete di recinzione) e **preparazione cantiere** e attuazione dei necessari provvedimenti di **abbattimento degli effluvi**;
3. Dimensionamento e approntamento **impianto Well-Point** per mantenere asciutta l' intera area di lavoro, sistemazione **rampe e accessi all' area** e **segnaletica di sicurezza**;
4. **Suddivisione** area di lavoro in **settori omogenei** di dimensioni 25*50 mt;
5. **Prelievo** di un **campione indisturbato** rappresentativo per ogni settore per una profondità minima necessaria a raggiungere gli strati originari di sabbia;
6. **Analisi** dei campioni e **quantificazione dello spessore** di materiale organico da asportare settore per settore e della tipologia di rifiuto;
7. **Asportazione sedimento** negli spessori previsti con Drag-Line o escavatore su zatteroni lavorando settore per settore (un settore al giorno per macchina operatrice impiegata) e accumulo del materiale scavato in cumuli a composizione omogenea;
8. **Caricamento materiale di scavo** con pala meccanica su camion cassonati o scarrabili per il trasporto agli impianti di trattamento;
9. **Pareggiamento del fondale** a lavoro ultimato con adeguato mezzo meccanico (ruspa);

B -asportazione dei fanghi di fondo con mezzi idraulici;

1. **Rilievo batimetrico** della porzione interessata del Canale con rilievo di sezioni a distanza max 50 mt;
2. **Suddivisione dell' area** di lavoro in **comparti** (settori) omogenei 25*50 mt;
3. **Prelievo di campioni indisturbati** (carotaggi) rappresentativi per ogni comparto e per una profondità minima sufficiente a raggiungere gli strati di sabbia originari;
4. **Analisi dei campioni** ottenuti dai prelievi effettuati e definizione della tipologia di rifiuto e dello spessore di materiale da asportare settore per settore;

5. Esecuzione dei lavori di **dragaggio** (2 possibilità):

- a -Draga semplice aspirante e rifluente ad elinda a disgregatore rotativo;
- b -Draga trascinata con pale taglienti ad alta resa (tipo Pneuma);

Nel caso di dragaggio tradizionale si deve individuare un'area di accumulo e sedimentazione (d. < 0,5 km dalla zona di dragaggio) per aumentare la concentrazione della frazione solida dragata rispetto al volume liquido; essendo infatti questa al 3% ca. all' uscita della draga.

La % minima di solido nel liquame fangoso deve essere almeno del 15-20% perché sia conveniente trasportarlo e trattarlo.

La vasca deve essere dimensionata per un flusso liquido pari a 0,25 mc/sec e per concentrare la frazione solida (con l' aiuto di flocculanti) almeno fino al 40-60% in volume.

Nel caso di dragaggio in depressione con pale taglienti la concentrazione di solido è già del 20-30% ca. e non necessita obbligatoriamente di ulteriori trattamenti prima del trasporto. I vantaggi di questo tipo di draga sono oltre la maggiore concentrazione di solido in uscita anche la maggiore precisione raggiungibile nell'asporto dello spessore prefissato di sedimento e l' assenza di turbolenza indotta e quindi di inquinamento secondario.

6. Caricamento del materiale dragato su autocarri scarrabili od autoespurgo a seconda della consistenza e pompabilità; la scelta del migliore sistema di rimozione-bonifica-trattamento-smaltimento sarà definito in funzione dei risultati di prova ottenuti una volta prosciugata una porzione campione di Canale di lunghezza 30-50 mt compresa fra due ture approntate in occasione della costruzione del manufatto di separazione del "Lago Candiano" dal resto del Canale (ponte paratoia).

La attuazione della seconda tura e del prosciugamento campione permetterà di verificare direttamente i parametri determinanti dell' intervento di bonifica e guidare in maniera ottimizzata (al minimo costo e a livello qualitativo adeguato) il sistema di rimozione e/o smaltimento del materiale d'alveo inquinato: verifica della portanza del materiale d' alveo, verifica dell' infiltrazione da falda, verifica sul tal quale, in assenza di acqua, delle componenti organiche putrescibili, etc.

II FASE:

1. **Trasporto materiale estratto** dal area di cantiere agli **impianti di trattamento** e da questi agli impianti di stoccaggio definitivo: verranno utilizzati mezzi autorizzati ai sensi del DPR 915/82 per il trasporto di rifiuti tossico-nocivi e speciali.

III FASE:

1. **Stoccaggio ed omogeneizzazione fanghi grezzi**, sgrigliatura, **condizionamento** e (se necessario) disemulsione, **filtrazione**, **inertizzazione** e collocamento definitivo nella **discarica** di relativa competenza **(IIBsuper)**;

QUANTIFICAZIONE DEI LAVORI, TEMPI, COSTI.

Sulla base dei dati a disposizione si ipotizza la necessità di asportare in media su tutta l'area di intervento **1/5 del massimo spessore** interessato dai sedimenti portuali riscontrato nella mezzeria del Canale (1,80 mt ca.).

I **fanghi asportati** per uno **spessore medio di 35cm.** su tutta l'area si **considerano, in via preventiva, speciali e potenzialmente T/N.**

Essendo l' area 1700mt *70mt la quantità di materiale da asportare è di **41650 mc.**

Considerando un peso specifico medio pari a 1,3 tonn/mc. la quantità in peso da trattare e smaltire è pari a **54200 tonn.**

Le **campionature** da effettuare per ogni settore (o ogni due settori) devono avere una profondità media (sufficiente a superare gli strati di sedimenti portuali) di 1,5 mt.ca. e per ogni campione vengono individuati 6 sezioni per le quali effettuare lo screening completo delle famiglie di sostanze inquinanti definite dal DPR 915/82..

In definitiva il numero di analisi complete da effettuare è **ca.300.**

Tempi

I tempi netti di realizzazione sono praticamente identici e pari a **60 gg ca.** per le operazioni di dragaggio mentre si riducono della metà (1 mese ca.) per le operazioni di escavo in alveo secco (con l' impiego contemporaneo di 3 Drag-Line) che è bene effettuare in mesi invernali (diminuita velocità dei processi organici).

Oltre a questi vanno considerati i tempi iniziali di approntamento e organizzazione del cantiere e delle opere accessorie e quelli finali di risistemazione dell' area (è ragionevole quantificarli complessivamente in un altro mese).

Costi:

A. Sondaggi geognostici di profondità, preparazione cantiere e sistema di abbattimento effluvi.
200 milioni

A.B. Analisi chimiche sui campioni prelevati con screening completo della composizione e della tipologia di rifiuto.

250 milioni

A. Montaggio, messa in funzione, nolo attrezzatura, smontaggio a fine lavoro di impianto completo per Well-Point. (a seconda della permeabilità del materiale d' alveo)

500 milioni

A. Scavo con l' impiego di adeguato mezzo meccanico effossorio cingolato, posto anche su zatteroni, accumulo materiale scavato, carico dello stesso su autocarro ribaltabile e trasporto alle aree di trattamento ubicate ad una distanza baricentrica minore di 10 km.

750 milioni

B. Rilievi batimetrici sezioni canale a distanza 50mt. ca.

50 milioni

B.a Scavo con l' impiego di draga a rifluizione di materiali terrosi di qualsiasi natura e consistenza e scarico degli stessi fino alla distanza baricentrica massime di 500 mt. dalla zona di scavo , in casse approntate sul piano di campagna con successiva ripresa delle materie stesse con adeguato mezzo meccanico effossorio, loro carico su autocarro ribaltabile e trasporto alle aree di trattamento ubicate ad una distanza baricentrica minore di 10 Km.

750 milioni

B.b Scavo con l' impiego di draga aspirante ad alta resa di materiali terrosi di qualsiasi natura e consistenza e scarico degli stessi fino alla distanza baricentrica massima di 500 mt. dalla zona di scavo loro carico su autocarro ribaltabile o autoespurgo e trasporto alle aree di trattamento ubicate ad una distanza baricentrica minore di 10 Km.

1800 milioni

A.B. Stoccaggio ed omogeneizzazione fanghi grezzi, sgrigliatura, condizionamento e (se necessario) disemulsione, centrifugazione, filtropressatura, inertizzazione e collocamento definitivo in discarica 2Bsuper per fanghi speciali potenzialmente T/N (costo unitario 200 £/kg)

12950 milioni

TOTALE modalità A : **14650 milioni**
(asportazione fanghi con mezzi meccanici tradizionali)

TOTALE modalità B a: **14000 milioni**
(asportazione fanghi con draga convenzionale)

TOTALE modalità B b: **15050 milioni**
(asportazione fanghi con draga speciale aspirante)

Riguardo alla stima dei costi, si evidenzia che, sulla base dei dati acquisiti in sede di indagine preliminare, nelle tre ipotesi di intervento, i costi totali risultano pressoché equivalenti.

Ciò rafforza la convinzione della opportunità di prosciugare una zona campione (all'atto dei lavori di costruzione dei portoni vinciani) al fine di scegliere il sistema integrato di asporto-trattamento-smaltimento sulla base del miglior rapporto costi / qualità dell'intervento sotto il profilo ambientale.

OPERE ACCESSORIE

Opere accessorie sono la costruzione di banchine perimetrali in legno poste a 1,00 msm per rendere accessibile il lago ed utilizzabile a scopo ricreativo. Tali banchine potranno essere larghe 3,00 mt e dotate di illuminazione notturna, scalette, rampe, ecc.

Altre opere accessorie sono quelle previste per la movimentazione estiva delle acque onde prevenire fioriture algali ed anossie.

Esse prevedono una serie di piccole luci stramazzanti poste in fregio del condotto Bidente. Prelevando acqua dal fondo in testata e' possibile riimmerterla superficialmente con tali stramazzi dopo quindi una energica ossigenazione, chiudendo lo sbocco finale in Candiano del Bidente con opportune paratoie.

DATI DI PROGETTO

Sono stati utilizzati dati ricavati dallo "Studio dei fenomeni di degrado che interessano l'area del Porto-Canale e delle Piialasse", Relazione Generale, parte A e B, commissionato dal Comune di Ravenna alla ditta D.A.M. SpA, nell'ambito del Piano di risanamento ambientale del Sistema Porto-Canale Candiano.

STIMA DI MASSIMA DEI COSTI

I STRALCIO Realizzazione di condotte di diversione acque bianche (Destra Canale)

Idrovora Bidente: 2 canne (m. 1700)	ML	3.900
Idrovora Pirano: 1 canna (m.700)	ML	1.600
Canale Lama: Botte a sifone	ML	700
Idrovora Bidente: Adeguamento impianto	ML	1.800
TOTALE I stralcio	ML	8.000

II STRALCIO Realizzazione condotte (Sinistra Canale) e opere acc. (Destra Canale)

Idrovora Nord: 1 canna (m.800)	ML	1.400
2 canne (m.1300)	ML	3.400
Opere accessorie canalizzazione sinistra Canale: Vasca di accumulo Canalizzazione Bidente	ML	1.200
Pompe di ricircolo acque	ML.	900
TOTALE II stralcio	ML	6.900

III STRALCIO Realizzazione di Ponte Paratoia

Ponte in Calcestruzzo	ML	5.000
Paratoie in acciaio	ML	1.200
Opere elettromeccaniche	ML	800
Ture	ML	200
TOTALE III stralcio	ML	7.200

IV STRALCIO Bonifica fondale

Rilevamenti e sondaggi preliminari	ML	450
Asportazione fanghi, condizionamento, disidratazione, consolidamento	ML	1.250
Trasporto e stoccaggio in discarica vocata	ML	12.950
TOTALE IV stralcio (opere quantificate in relazione tecnica)	ML	14.650

TOTALE PROGETTO ML 36.750

RILIEVI BATIMETRICI E CAMPIONATURE

DARSENA DI CITTA'

Rapporto Tecnico Preliminare

RILIEVI BATIMETRICI

Per le esigenze e gli obiettivi delle indagini, tendenti esclusivamente ad avere alcune informazioni di larga massima, i rilievi, eseguiti il 4 settembre 1995 dalle ore 15 alle ore 17 circa, sono stati condotti mediante gommone (messo gratuitamente a disposizione dal Club Nautico di Ravenna) dotato di ecoscandaglio JVC a registrazione analogica e posizionamento telemetrico. In particolare i rilievi hanno interessato i sette transetti, da A a G, schematizzati in Fig. 1.

I valori di correzione per la marea sono stati semplicemente ricavati, previo controllo delle eventuali variazioni indotte dalla Pressione atmosferica (Pa registrata = 1007 mb pari ad un valore di + 0,05 cm; Tav. Ist. Idrografico Marina, 1995), mediante software previsionale con riferimento P.to Corsini (Fig. 2).

In prima approssimazione i valori medi di marea rilevati nelle ore in cui sono stati eseguiti i rilievi quasi compensano l'immersione del trasduttore dell'ecoscandaglio (circa - 45 cm). Di conseguenza i singoli profili, in base alla loro scala, permettono una valutazione sufficientemente approssimata delle profondità registrate lungo i singoli transetti (Figg. 3 - 9).

CAMPIONATURE

Mediante un carotiere a gravità pesante (600 Kg con tubo da 3 m e diametro di 80 mm), imbarcato su un idoneo natante fornito di gru messo a disposizione dalla CMC, sono stati prelevati campioni di sedimento in tre stazioni (D1 - D3) ubicate lungo l'asse del canale (Fig. 1). Recupero medi dell'ordine del 1,30 e di 1,76 m sono stati ottenuti nelle due stazioni più esterne mentre in quella più prossima alla testata della darsena alcuni corpi lapidei esistenti sul fondale, o nell'immediato sottofondo, hanno permesso (dopo due tentativi) il recupero di soli 35 cm circa di materiale.

Nelle Figg. 10 - 12 sono schematizzate le stratigrafie delle singole carote così come la relativa posizione dei campioni prelevati per le successive analisi geochimiche di laboratorio eseguite dal Centro Studi Ambientali di Rimini. Queste ultime, al momento, hanno interessato tre campioni (uno per carota e scelti in modo da risultare il più possibile rappresentativi in termini di litologie e loro distribuzione) al fine di procedere ad una prima, seppur sommaria, valutazione classificativa dei depositi in riferimento al DPR 915/82.

I risultati ottenuti sono schematizzati sia in Figg. 10 - 12 che nel complessivo schema riassuntivo di Fig. 13.

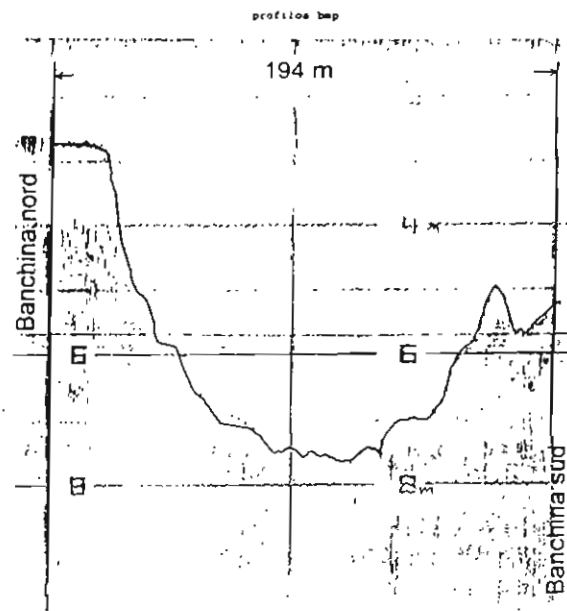


FIG. 3

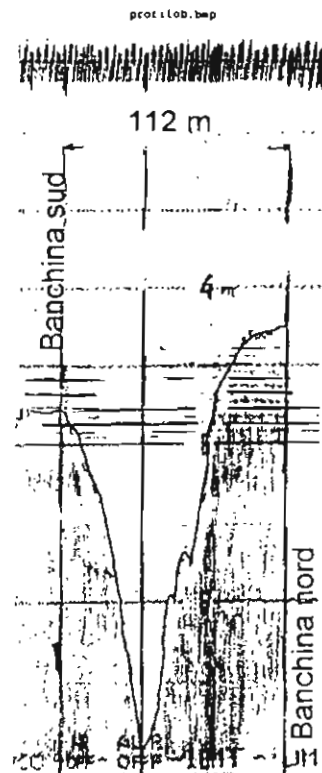


FIG. 4

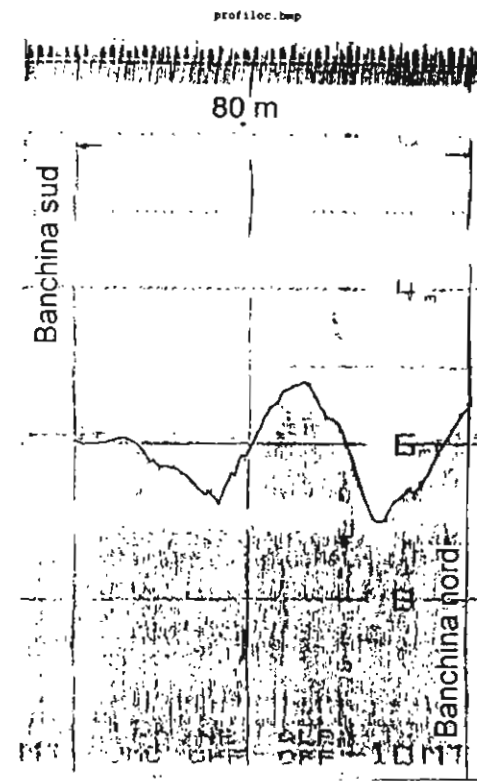


FIG. 5

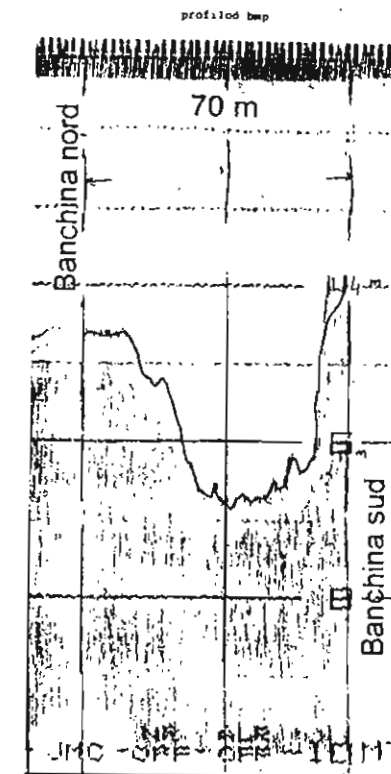


FIG. 6

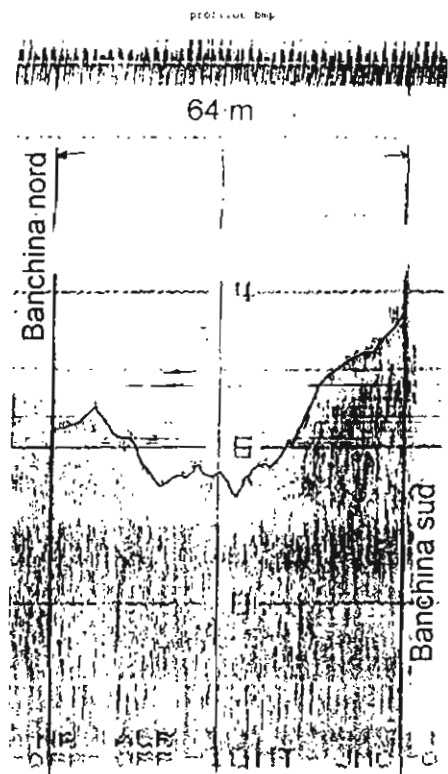


FIG. 7

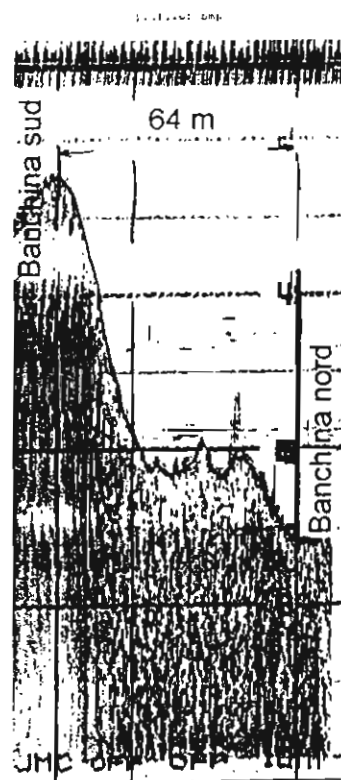


FIG. 8

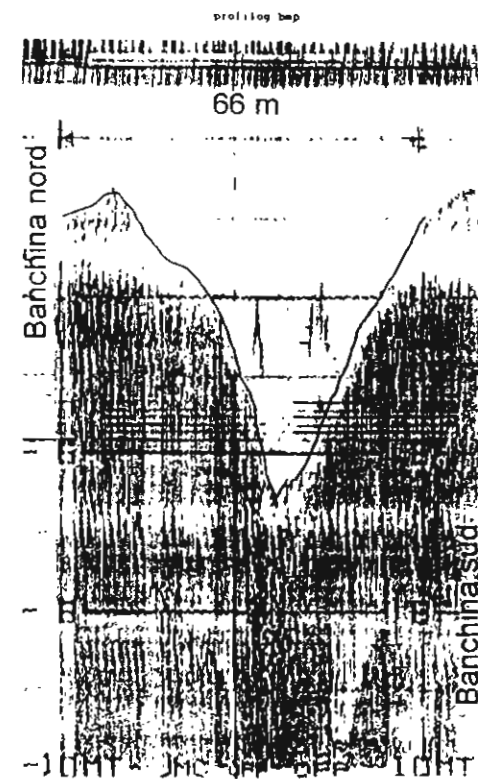
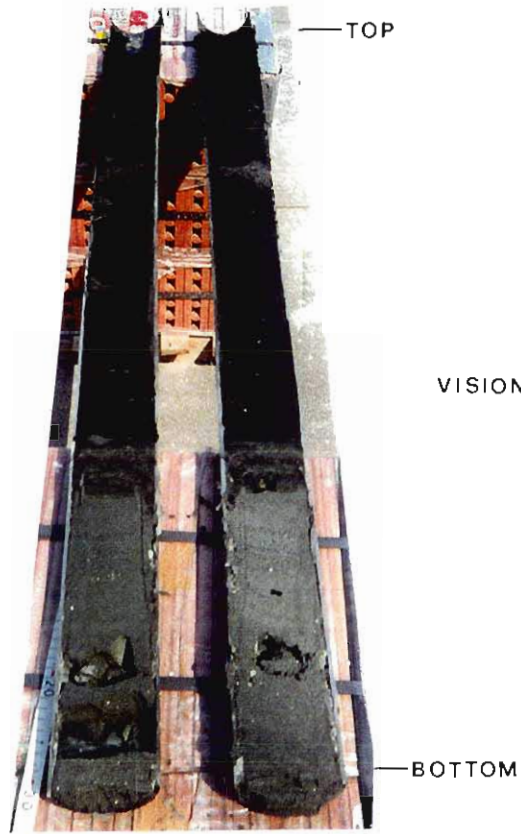


FIG. 9

CAROTA D2

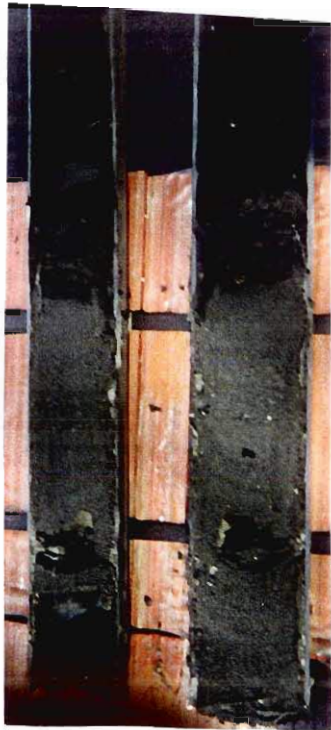
CAROTA D3



VISIONE COMPLESSIVA



VISIONE D'INSIEME

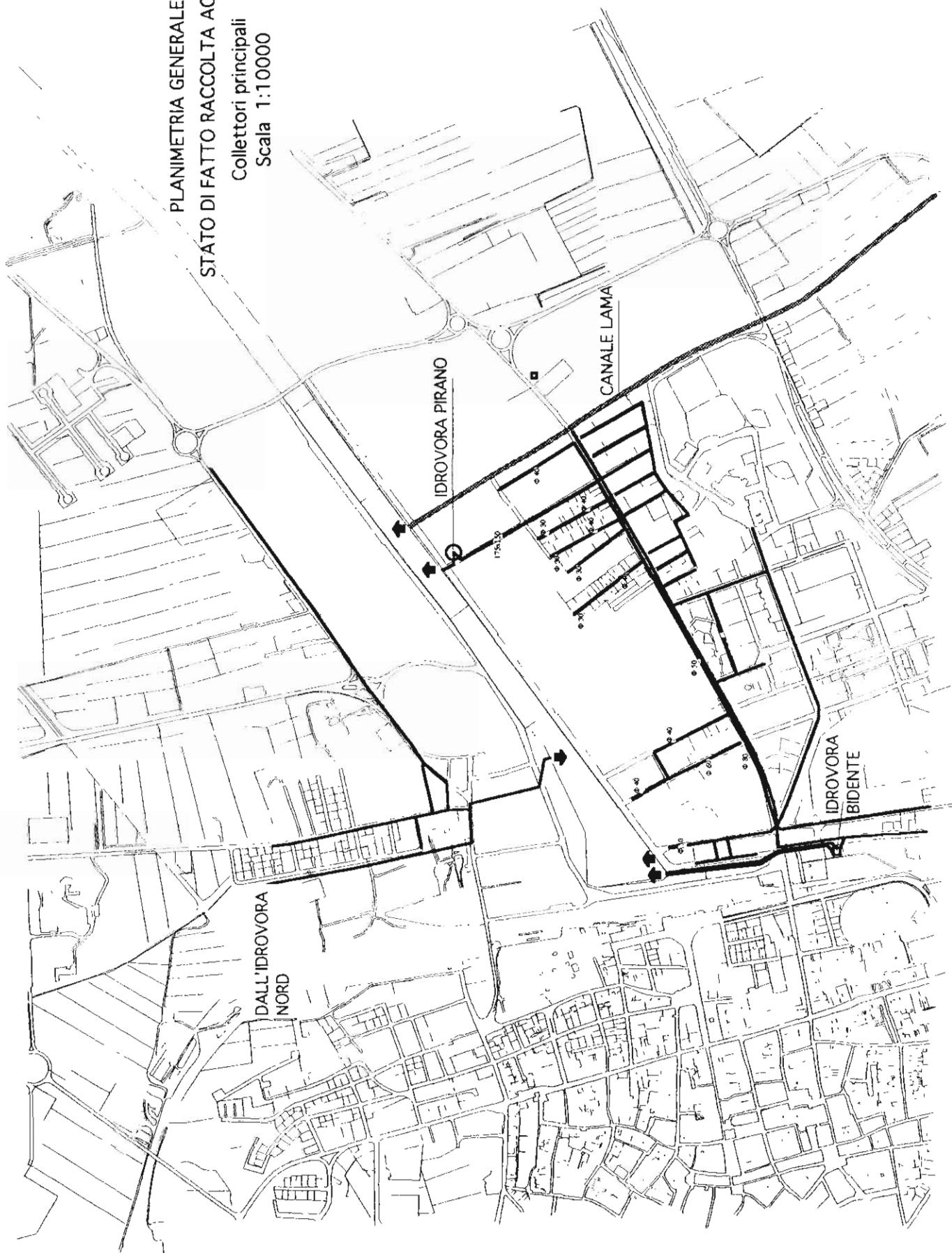


PARTICOLARE DEL PASSAGGIO LIMO FETIDO/SABBIA

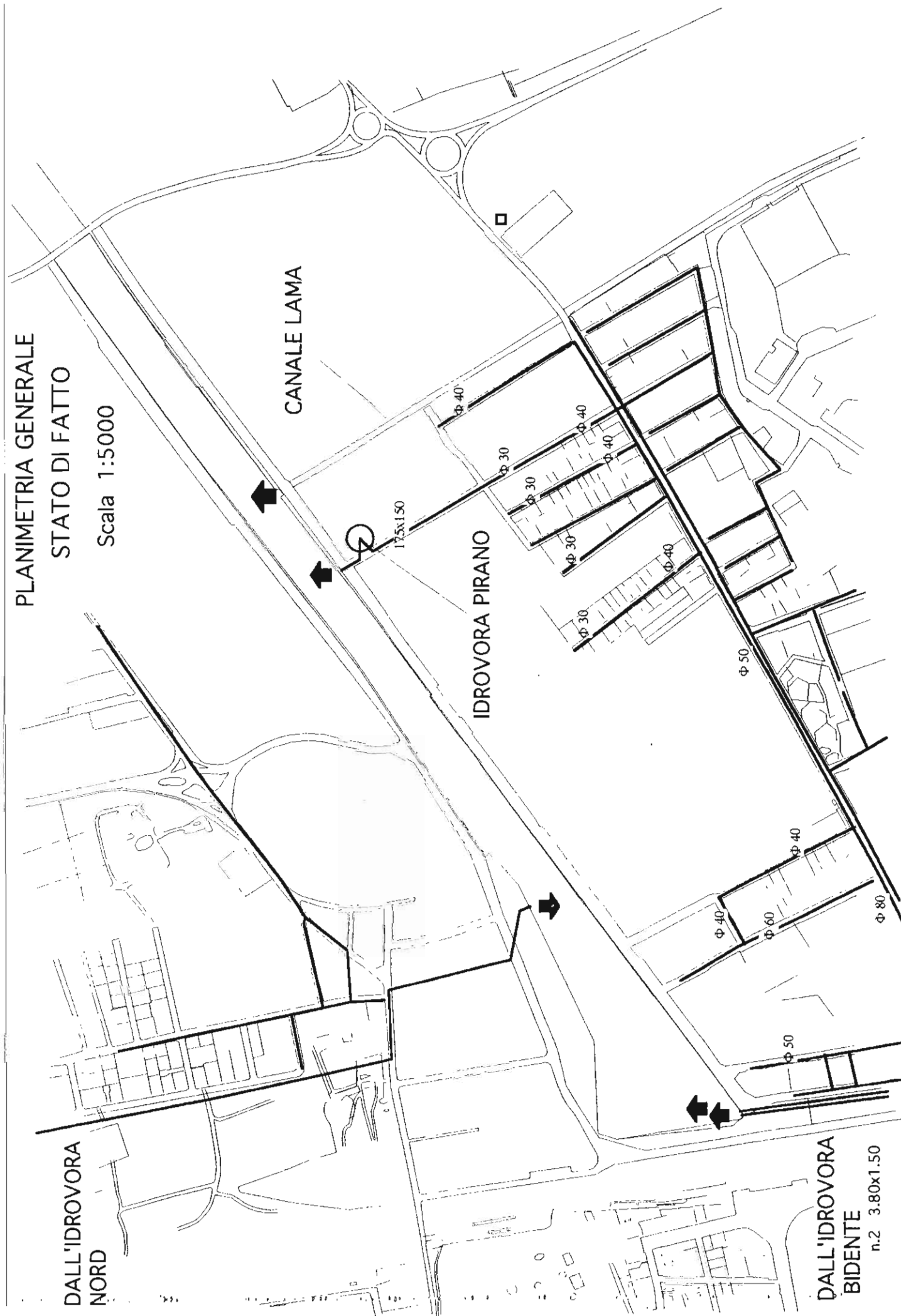
PARTICOLARE DEL PASSAGGIO LIMO/ALTERNANZA MARCATO DA UN CONSISTENTE LIVELLO LIGNEO



PLANIMETRIA GENERALE
 STATO DI FATTO RACCOLTA ACQUE BIANCHE
 Collettori principali
 Scala 1:10000

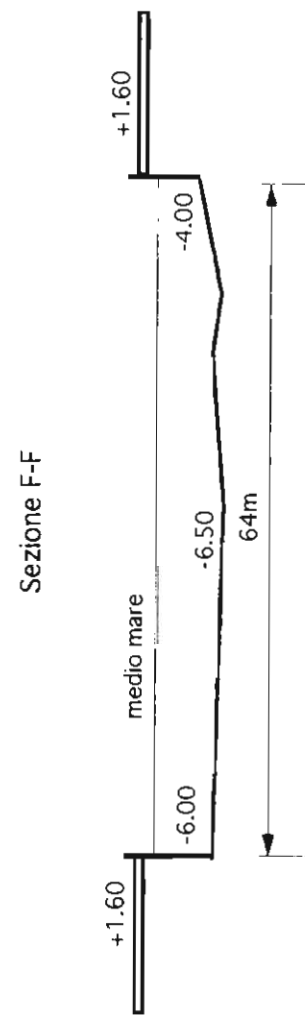
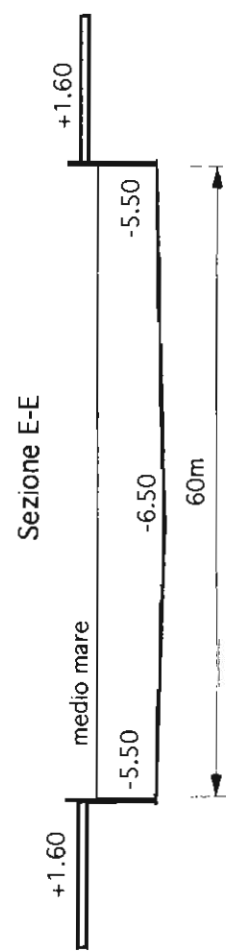
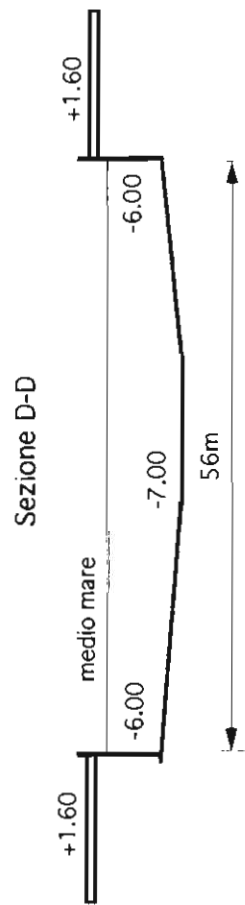
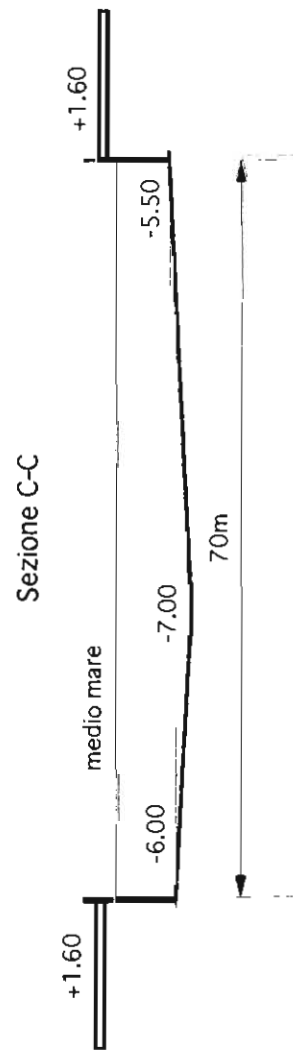
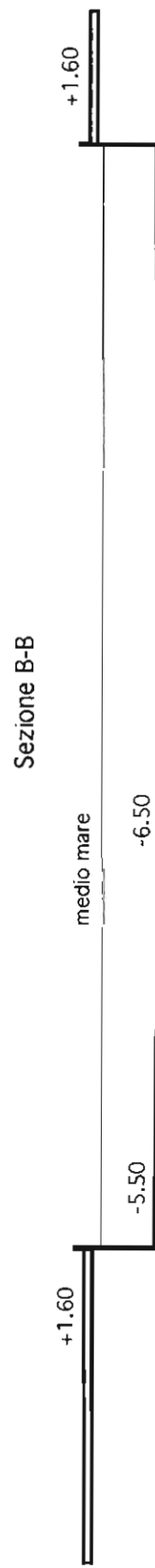
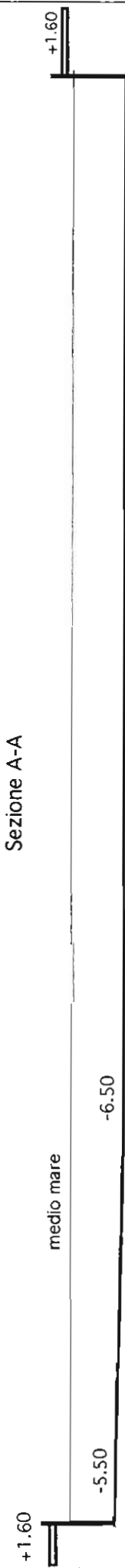


PLANIMETRIA GENERALE
 STATO DI FATTO
 Scala 1:5000

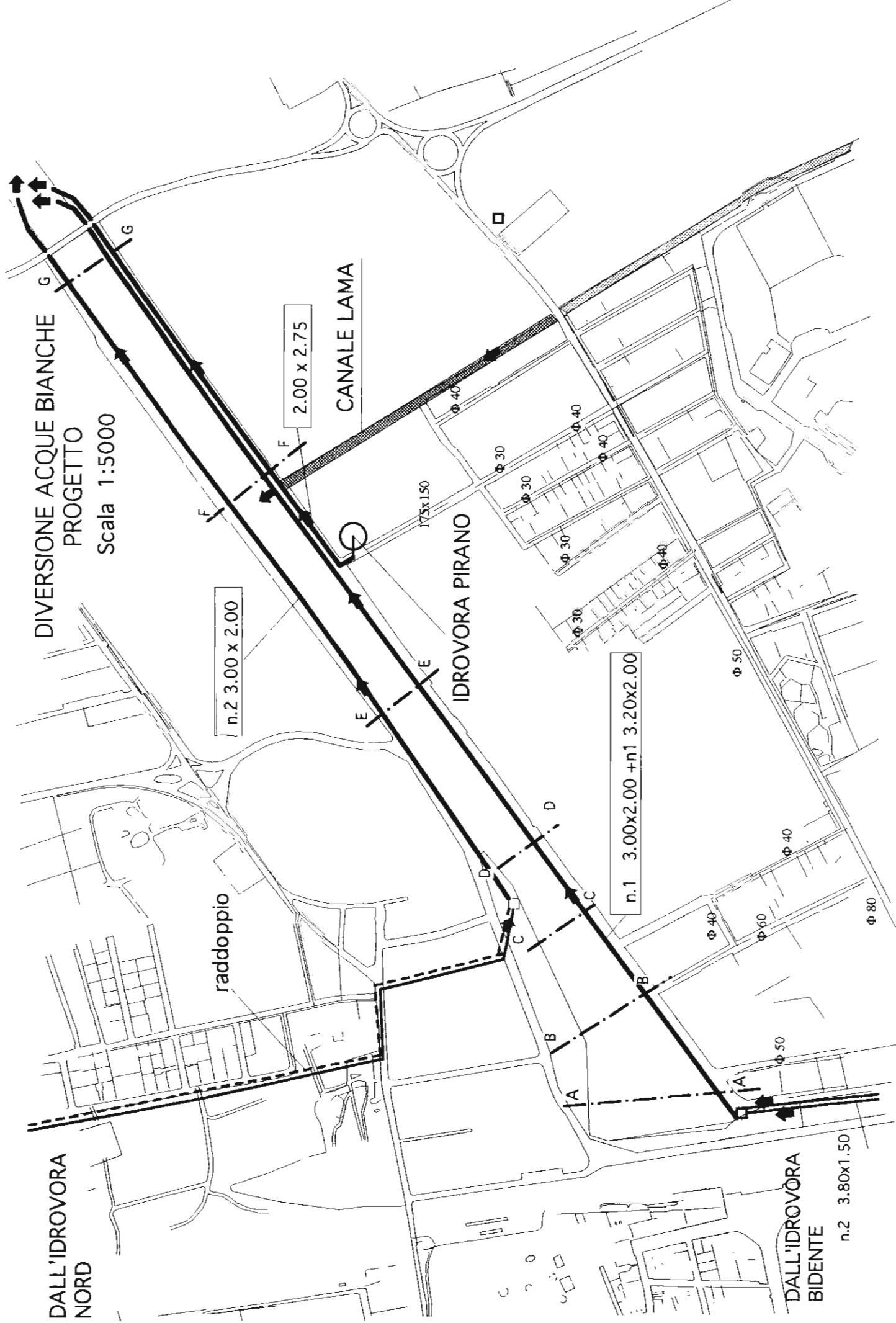


SEZIONI TRASVERSALI
STATO DI FATTO

Scala 1:500



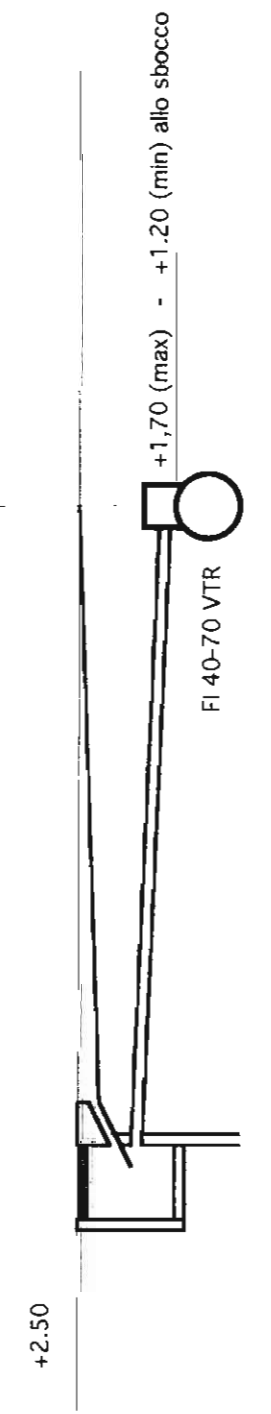
STATO DI FATTO SEZIONI TRASVERSALI



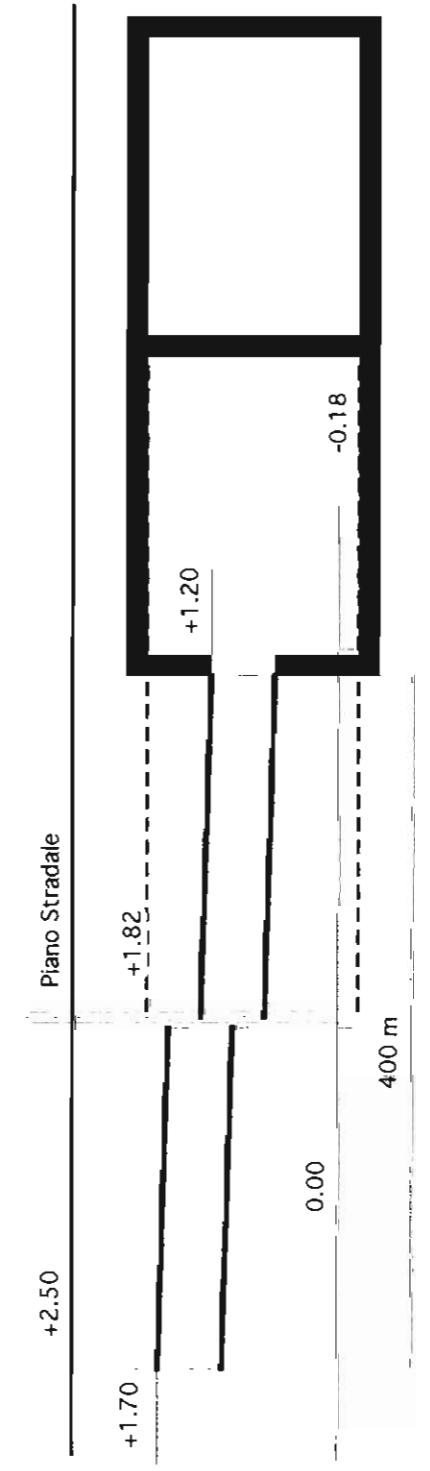
DIVERSIONE ACQUE BIANCHE DI PROGETTO : SEZIONE TRASVERSALE TIPO - SEZIONE LONGITUDINALE TIPO

FOGNATURE STRADALI

Sezione trasversale Tipo
Scala 1:50

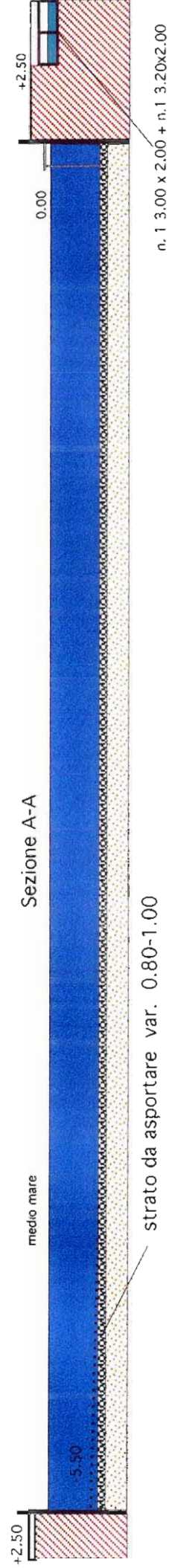


Sezione longitudinale tipo

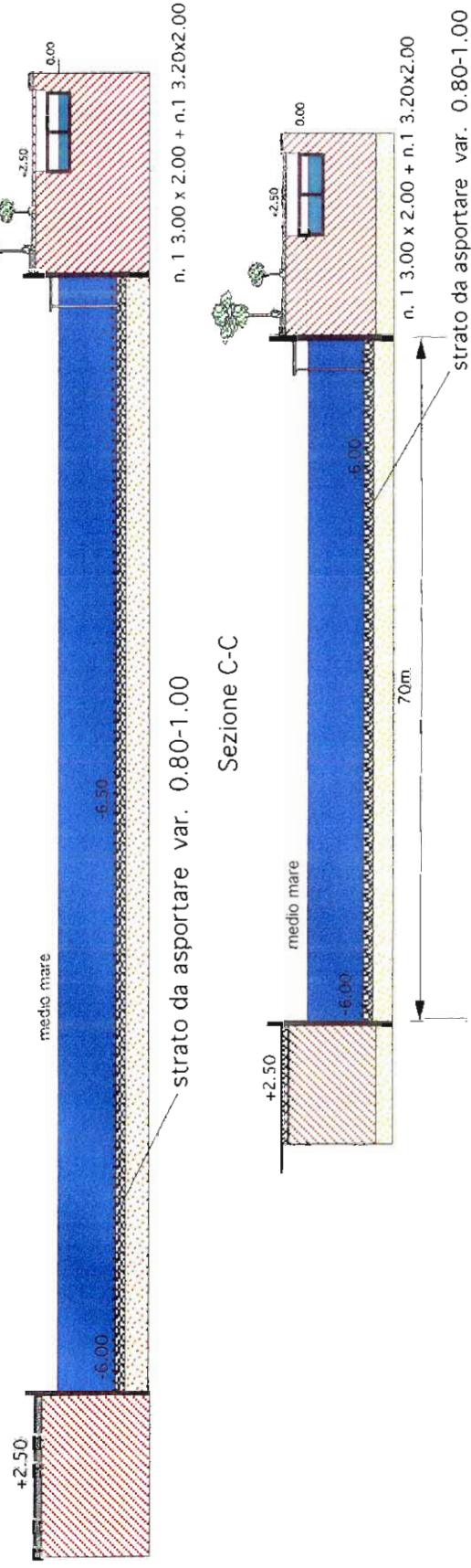


SEZIONI TRASVERSALI
PROGETTO

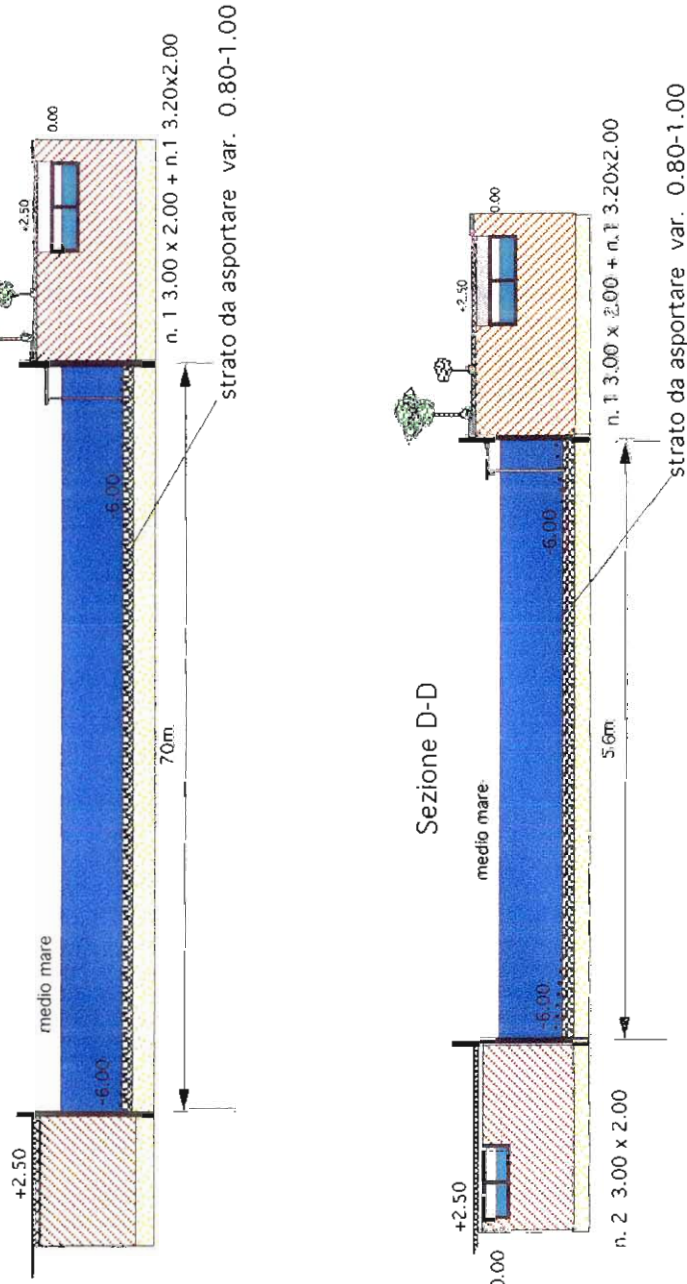
Scala 1:500



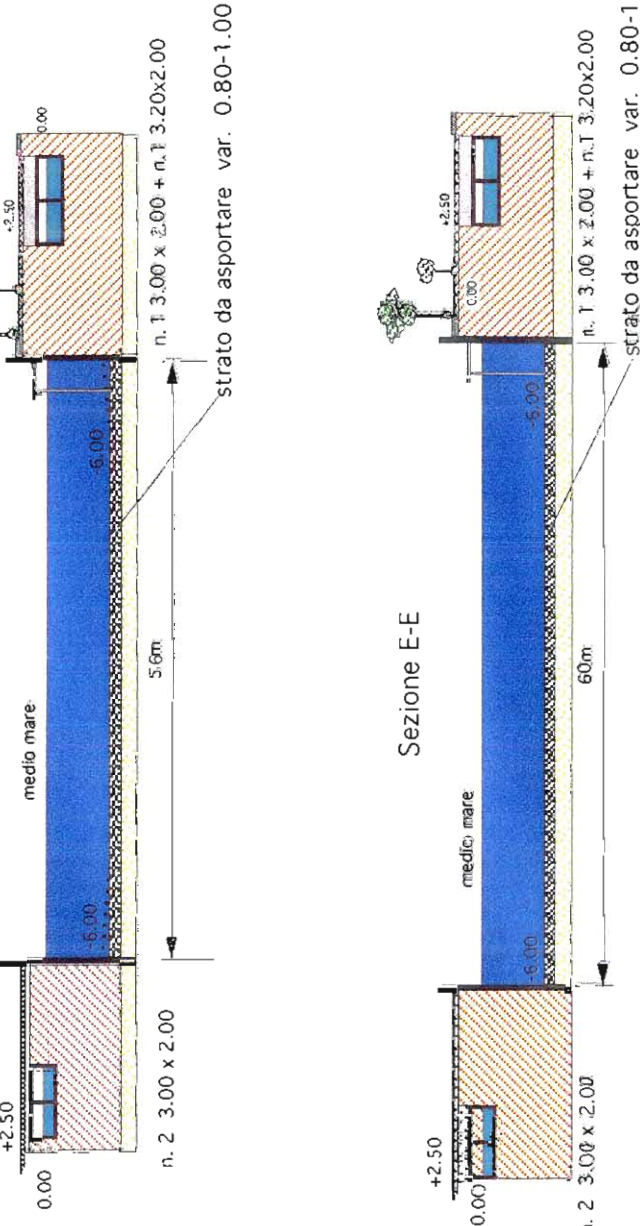
Sezione B-B



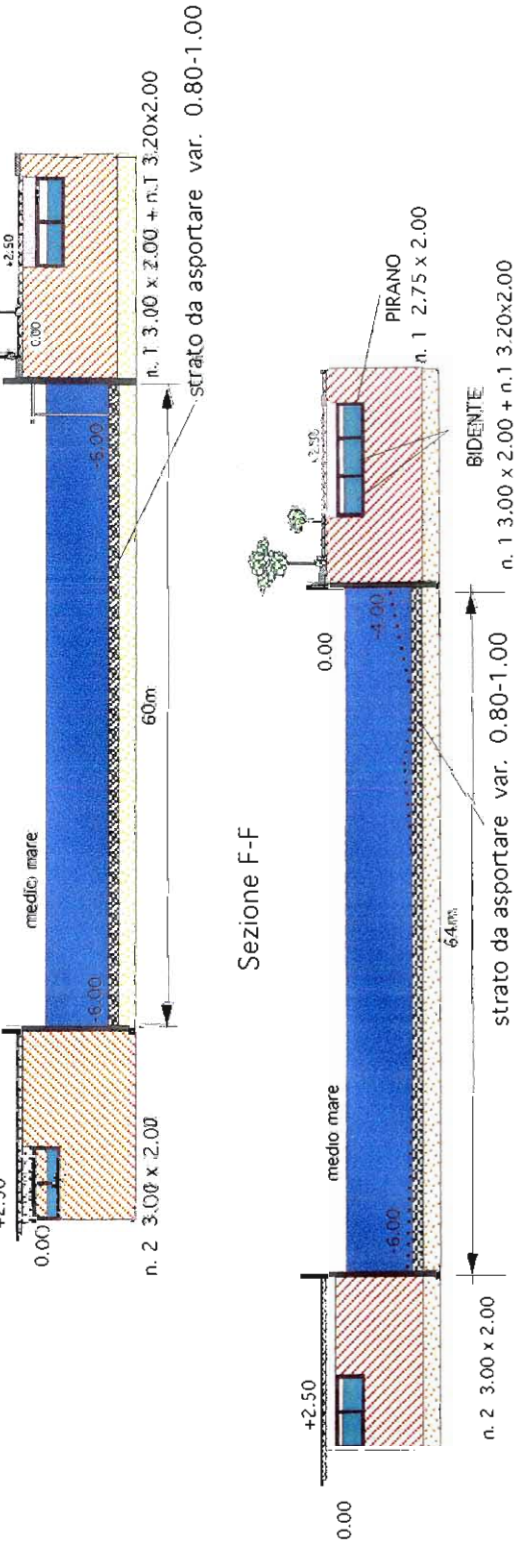
Sezione C-C



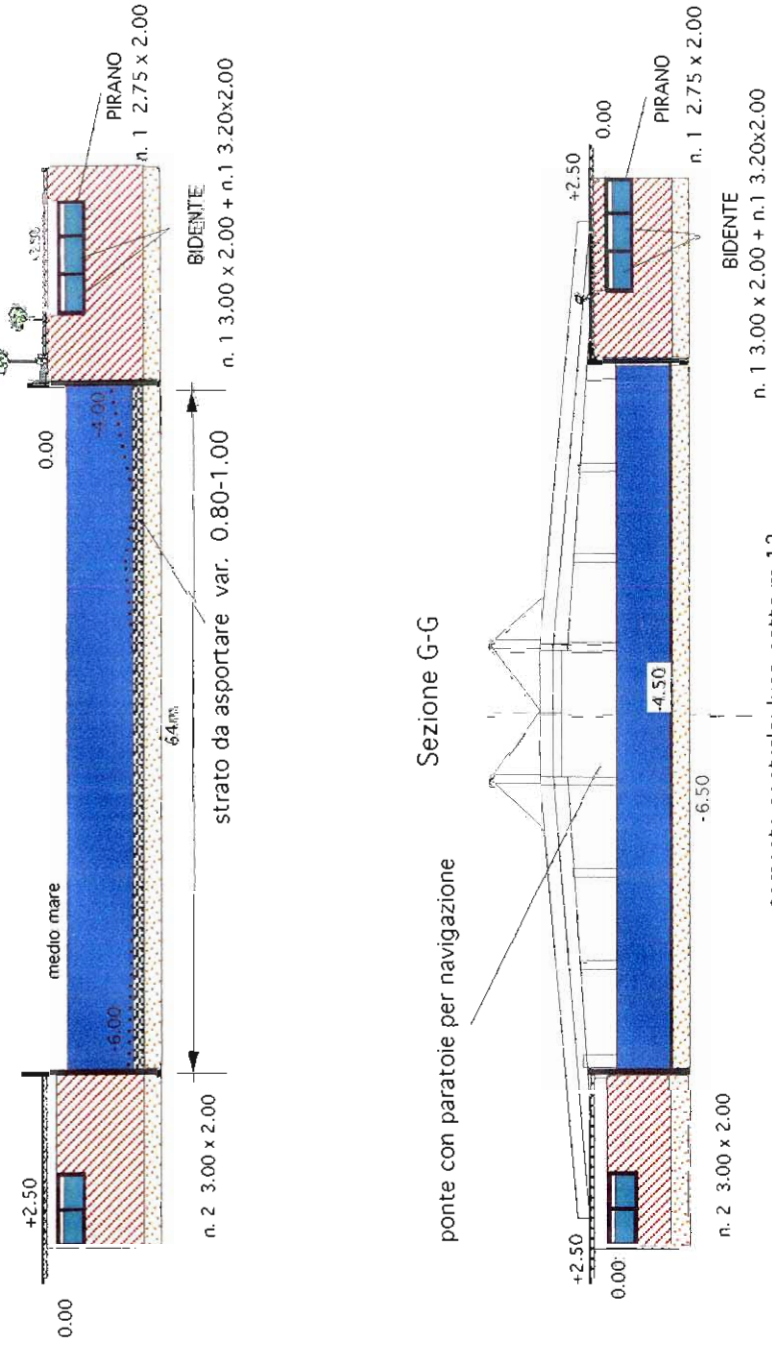
Sezione D-D



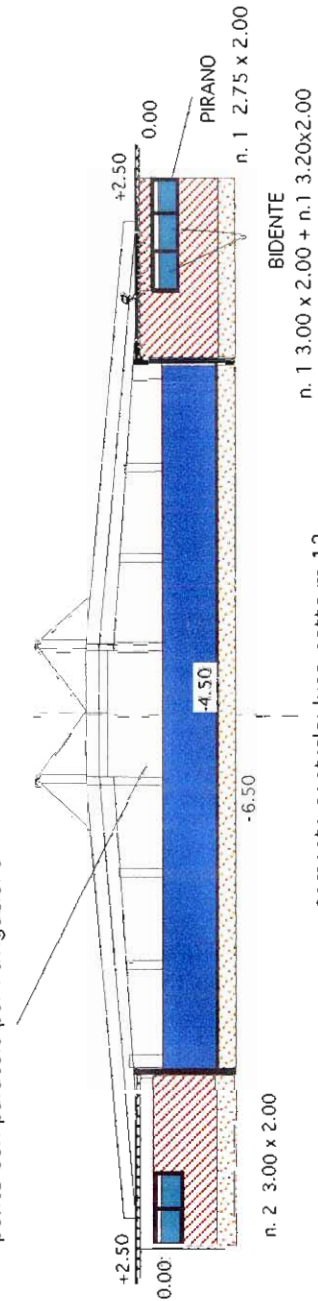
Sezione E-E



Sezione F-F



Sezione G-G



ponte con paratoie per navigazione

n. 2 3.00 x 2.00

BIDENTE

n. 1 3.00 x 2.00 + n.1 3.20x2.00

campata centrale: luce netta m.13

n. 1 2.75 x 2.00

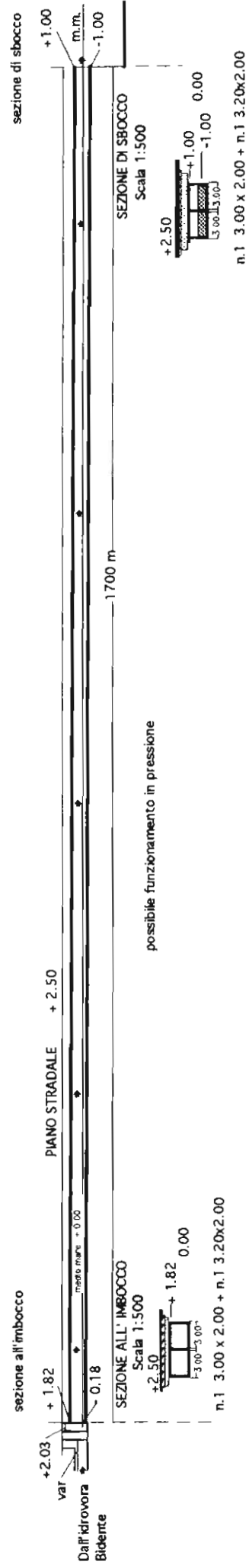
PIRANO

PIRANO

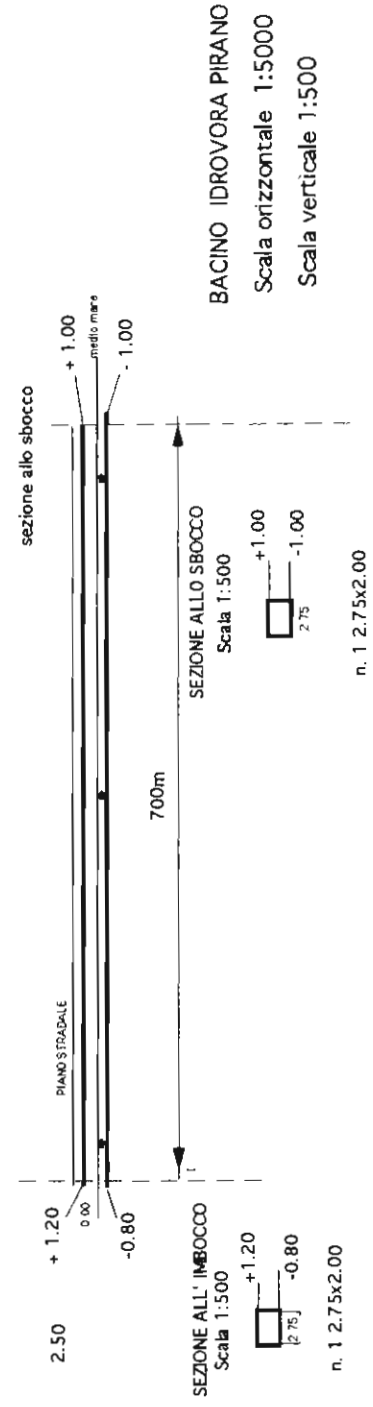
SEZIONI TRASVERSALI DI PROGETTO

BACINO IDROVORA BIDENTE

Scala orizzontale 1:5000
Scala verticale 1:500



possibile funzionamento in pressione

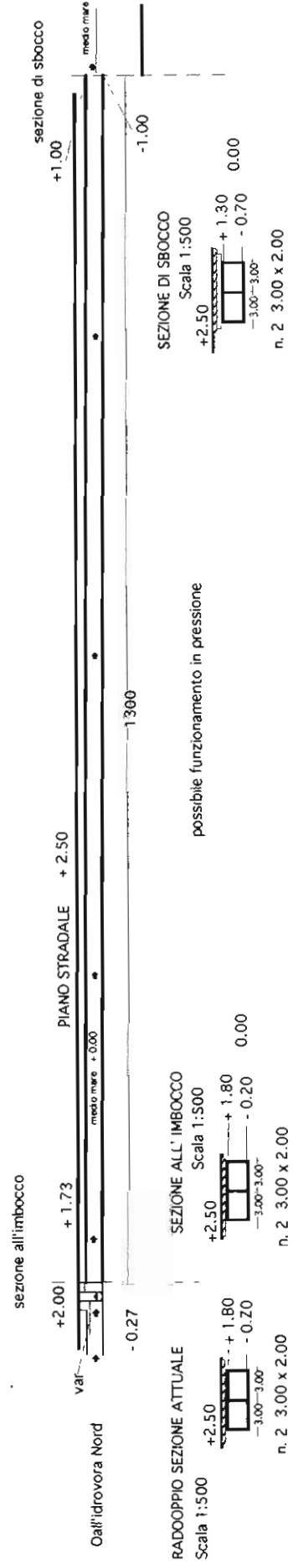


BACINO IDROVORA PIRANO
Scala orizzontale 1:5000
Scala verticale 1:500

n. 1 2.75x2.00

BACINO IDROVORA NORD
PROFILI DIVERSIONE ACQUE BIANCHE

Scala orizzontale 1:5000
Scala verticale 1:500



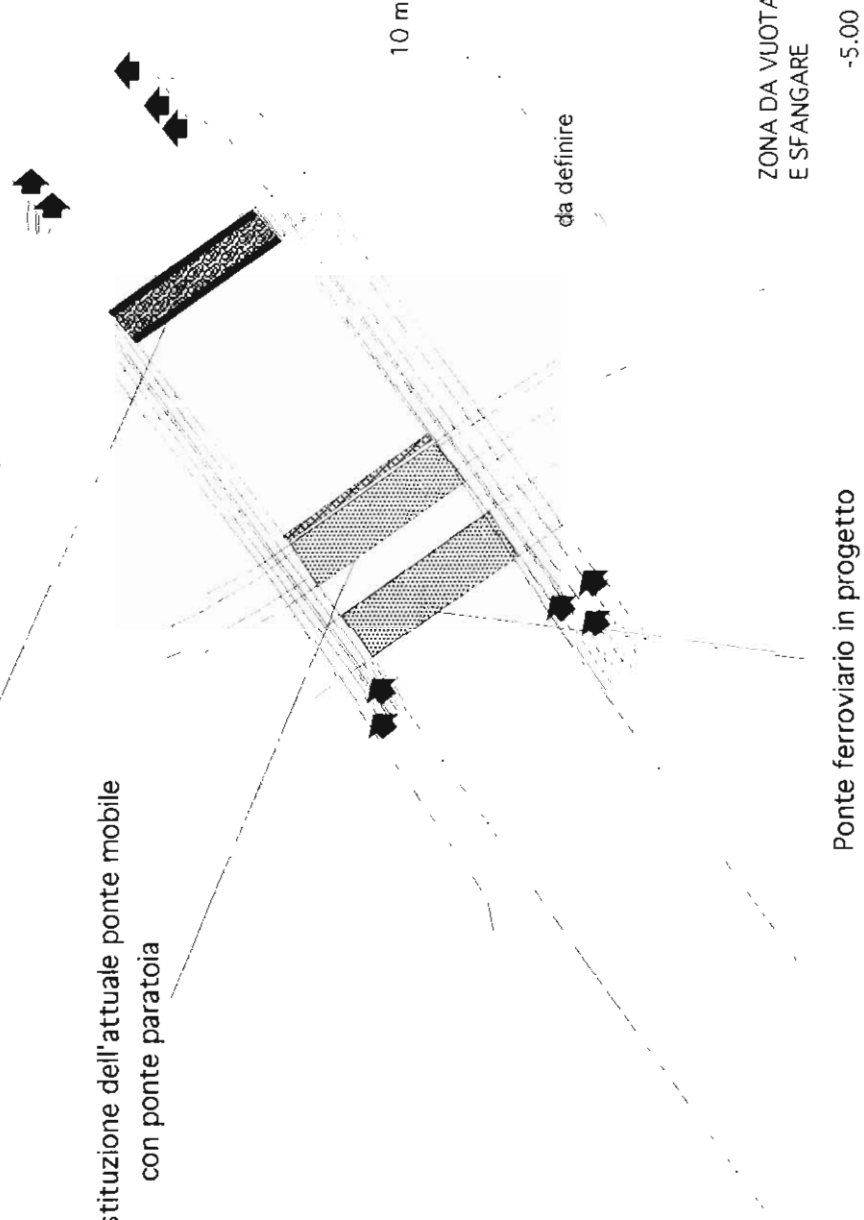
possibile funzionamento in pressione

PLANIMETRIA ZONA PONTE PARATOIA E SEZIONE DI TURA

Scala 1 : 2000

Tura realizzata mediante palancole in acciaio e riempimento in materiale dragato

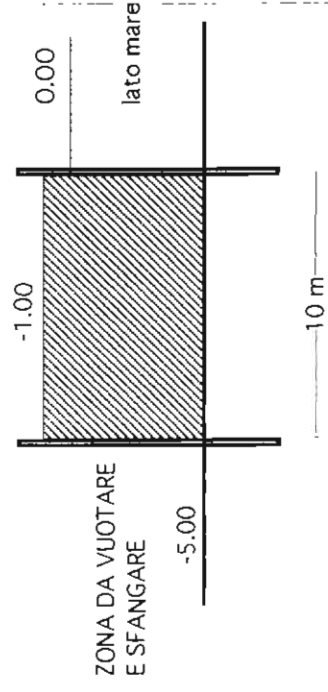
Sostituzione dell'attuale ponte mobile con ponte paratoia



da definire

SEZIONE TURA

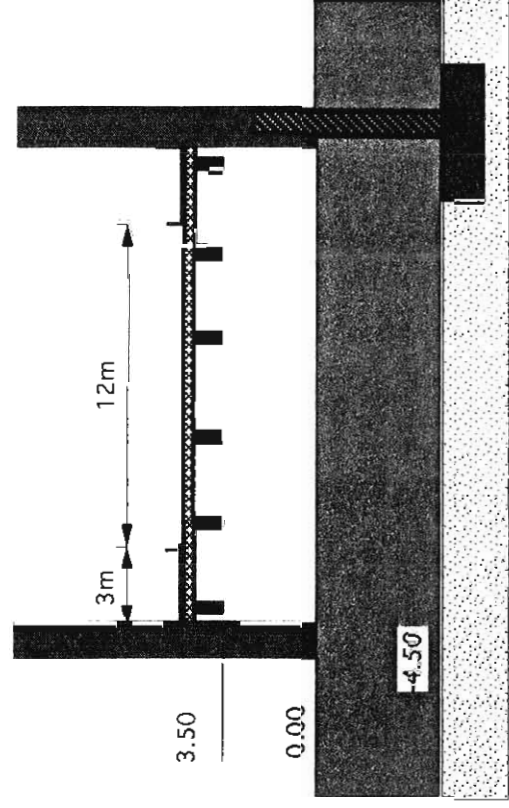
Scala 1:200



Ponte ferroviario in progetto

SEZIONE TRASVERSALE MOBILE DI MEZZERIA

Scala 1:200

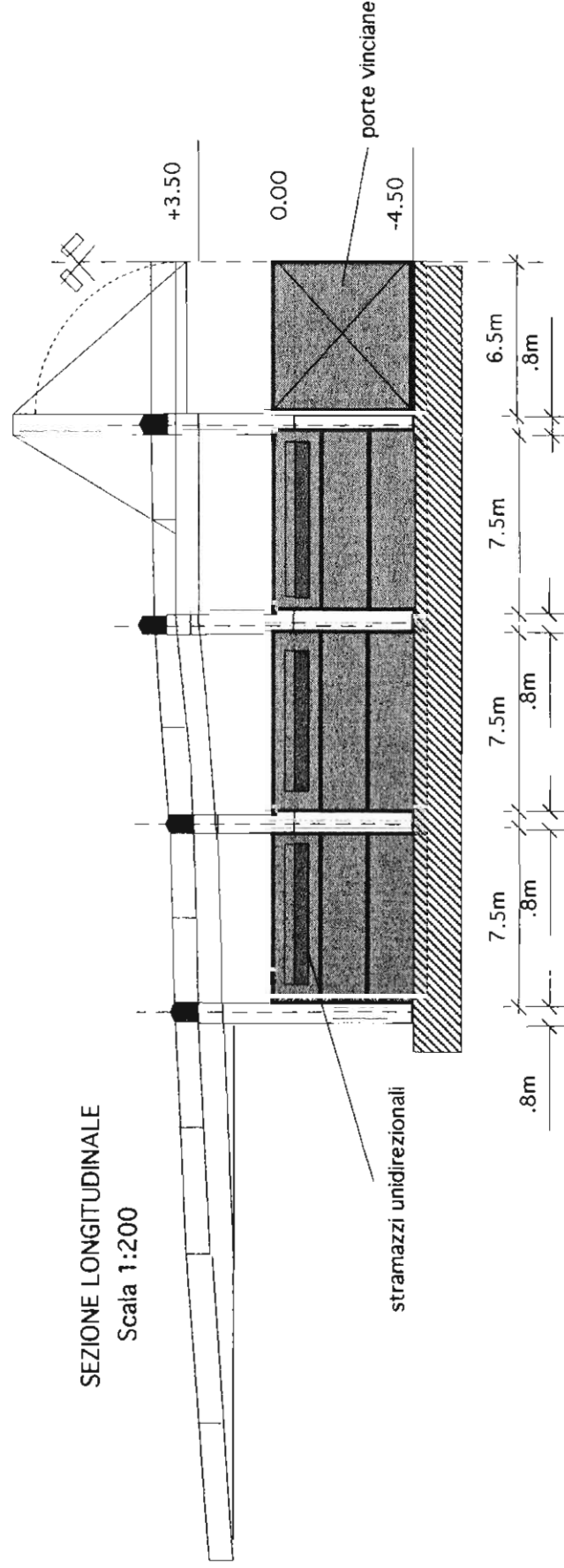


PONTE PARATOIA

Sezioni

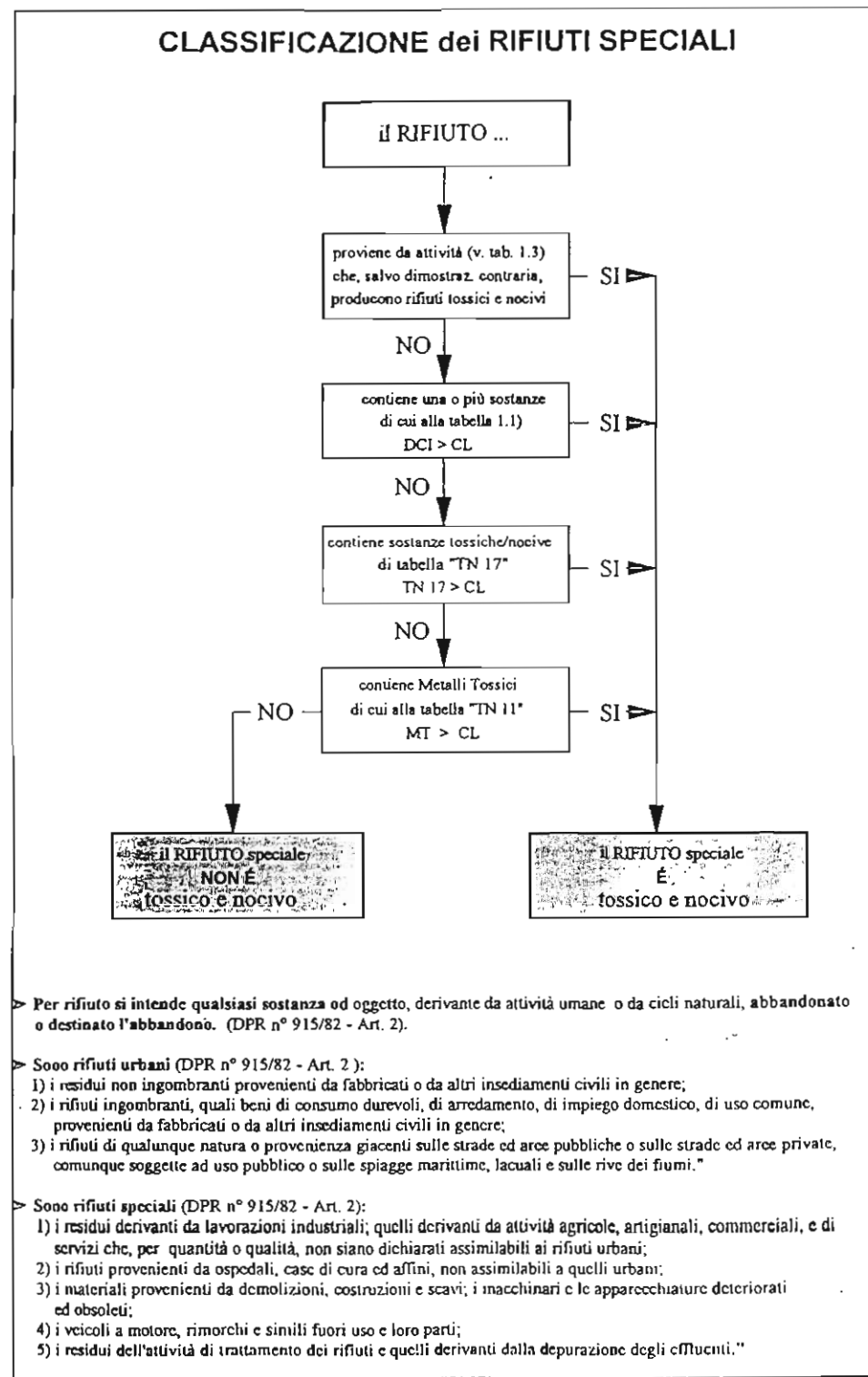
SEZIONE LONGITUDINALE

Scala 1:200





PUNTI DI PRELIEVO CAMPIONI E SETTORI DI LAVORO OMOGENEI



1. Descrizione dell'impianto di trattamento

Il ciclo di trattamento può essere distinto nelle seguenti singole sezioni:

- a) sezione di stoccaggio ed omogeneizzazione fanghi grezzi;
- b) sezione di sgrigliatura;
- c) sezione di condizionamento e (se necessario) disemulsione fanghi;
- d) sezione di filtropressatura;
- e) sezione di dosaggio inertizzante (se necessario) e stoccaggio fanghi;
- f) sezione di separazione acqua-olio (se necessario) e stoccaggio acqua.

1.1 Sezione di stoccaggio ed omogeneizzazione fanghi grezzi

È composta da n° 3 vasche; hanno la funzione di accumulare ed omogeneizzare i fanghi grezzi prima dell'invio al processo di trattamento e disidratazione meccanica. Le vasche hanno le seguenti caratteristiche:

- vasca n° 1 (stoccaggio fango bentonitico): capacità 3.800 m³ impermeabilizzata con telo in HDPE da 2,0 mm. di spessore;
- vasca n° 2 (stoccaggio fanghi oleosi): capacità 3.100 m³ impermeabilizzata con telo in HDPE da 2,5 mm. di spessore;
- vasca n° 3 (stoccaggio detriti oleosi): capacità 2.000 m³ impermeabilizzata con telo in HDPE da 2,5 mm. di spessore ricoperto da uno strato di 20 cm. di calcestruzzo armato con doppia rete da ϕ 6 mm.

I fanghi grezzi stoccati nelle vasche vengono fluidizzati ed omogeneizzati sia con agitatore montato su traliccio a sbalzo sia con agitatore galleggiante prima di essere prelevati dalle pompe volumetriche da 14 cv con portata di 14 mc/ora per il trasferimento alla sezione di sgrigliatura dell'impianto, durante il prelievo del fango oleoso viene addizionata in linea H a 130 volumi mediante pompa dosatrice a pistoncini motore da 2 cv, per eliminare il pericolo di sviluppo di H₂S.

1.2 Sezione di sgrigliatura

E' costituita da un vaglio vibrante (maglie da 3 cm. motore 2 cv) montato sulla vasca in acciaio di raccolta fanghi grezzi avente la capacità di 3 m³.

La funzione del vaglio è quella di eliminare i materiali grossolani (carta, stracci, cordame) che possono essere conferiti assieme ai fanghi grezzi.

I materiali di risulta della sgrigliatura sono raccolti in un cassone multibenna da 7 mc. e conferiti in discarica.

Sulla tubazione in uscita dalla vasca di raccolta dei fanghi grezzi è montato un misuratore di portata elettronica per la registrazione dei quantitativi giornalieri lavorati.

1.3 Sezione di condizionamento e disemulsione

Tale sezione è composta da:

- n° 1 cisterna polietilene da 6 m³ per lo stoccaggio dell'acido solforico (o fosforico)
- n° 1 cisterna in vetroresina da 6 m³ per lo stoccaggio del cloruro ferrico liquido. (Entrambe le cisterne sono provviste di bacino di contenimento in calcestruzzo protetto da vernice anticorrosione per la raccolta di eventuali perdite di reattivi);
- n° 1 silos stoccaggio in acciaio da 25 m³ per lo stoccaggio della calce idrata in polvere;
- n° 1 vasca in acciaio per la preparazione del latte di calce da 2 mc.;
- n° 2 vasche in acciaio chiuse da 20 m³ cadauna per il condizionamento fanghi provviste di elettroagitatori a pale larghe; le vasche sono provviste di tubo di sfiato per l'eventuale neutralizzazione dell'acido solfidrico che eventualmente si dovesse liberare durante la fase di rottura acida dell'emulsione nonostante l'aggiunta dell'acqua ossigenata;
- il polielettrolita e l'acqua ossigenata vengono aspirati direttamente da contenitori in commercio.

I fanghi grezzi raccolti nella vasca in uscita dal vaglio vibrante sono inviati da una pompa volumetrica da 14 cv, portata 20 m³/h, nelle due vasche di condizionamento fanghi. Nel caso di fanghi di perforazione esausti a base oleosa, tramite una pompa dosatrice a pistoni da 2 cv, viene addizionato in linea il disemulsionante acido solforico; la miscelazione è garantita da un miscelatore statico montato sulla tubazione di collegamento tra la vasca di

raccolta in uscita dal vaglio vibrante e le vasche di condizionamento. Nelle due vasche di condizionamento vengono invece dosati direttamente:

- il flocculante inorganico (in genere cloruro ferrico) con la pompa dosatrice da 1,5 cv;
- il latte di calce con la pompa dosatrice volumetrica da 4 cv;
- il polielettrolita cationico con pompa volumetrica da 1,5 cv;

1.4 Sezione di filtropressatura e/o consolidamento

La sezione è composta da:

- n° 4 stazioni polmone per filtropressa da 5 m³ provviste di pompa a pistoni e membrana da 20 cv con portata variabile per l'alimentazione dei filtropressa;
- n° 4 filtropressa 1200 N da 160 piastre montato su rimorchio telonato;

Le pompe di alimentazione del filtropressa sono a pistoni e membrana, con portata autoregolata in funzione della pressione, in modo che, aumentando man mano la pressione interna al filtro, la portata diminuisce proporzionalmente, regolata da un dispositivo oleodinamico.

I filtripressa sono composti essenzialmente da 160 piastre rigide che fanno da supporto ai teli filtro, due culatte terminali, una delle quali montata su un pistone idraulico, che chiude il pacco piastre, in modo da controbilanciare la pressione d'esercizio che la pompa esercita su ogni piastra.

Sia le piastre che le culatte presentano un foro centrale e quattro fori agli angoli che, una volta chiuso il pacco piastre, diventano rispettivamente il collettore di alimentazione dei fanghi ed i collettori di drenaggio del filtrato.

Dal collettore di alimentazione, i fanghi si espandono nelle camere che si creano tra piastra e piastra e, mentre i solidi vengono trattenuti dai teli filtro, la fase liquida, composta da acqua (ed eventualmente) olio, drena lungo le piastre fino ai collettori di drenaggio che la confluiscono nel tubo di scarico collegato ad una apposita vasca che permette di poter recuperare l'olio e di ottenere l'acqua con caratteristiche tali da poter essere smaltita al depuratore.

Con il proseguire della filtrazione i solidi trattenuti dai teli filtro aumentano progressivamente fino a formare un pannello pressato e disidratato anche fino al 50-60%.

In alternativa può essere realizzato, sulla base dei dati ottenuti con le verifiche sul tal quale prelevato nel tratto campione di canale messo a secco, mediante disidratazione con centrifughe.

1.5 Sezione di dosaggio inertizzante e stoccaggio fanghi

E' composta da:

- silos metallico da 25 m³ per lo stoccaggio del cemento 325 pozzolanico;
- miscelatore a vomeri con motore da 20 cv provvisto di coclea da 3 cv a giri variabili per il dosaggio del cemento;
- vasca in calcestruzzo armato da 100 m³ per lo stoccaggio dei fanghi trattati.

Dalla filtropressa una volta ultimata la filtrata il pannello cade su una coclea a doppia vite e, a seconda della tipologia del fango grezzo in entrata all'impianto, il fango filtrato può essere:

- o convogliato direttamente nella fossa di scarico in calcestruzzo armato da 100 m³ di capacità;
- oppure può essere convogliato tramite una coclea nel miscelatore a vomeri ove viene addizionato cemento 325 pozzolanico.

1.6 Sezione di depurazione acqua-olio e stoccaggio acqua di filtrazione

Tale sezione è composta da:

- n° 1 depuratore acqua-olio costituito da vasca in acciaio da 25 mc. suddivisa in tre settori da paratie verticali;
- n° 1 vasca da 2200 m³ impermeabilizzata con HDPE da 2,0 mm. per lo stoccaggio delle acque.

Lo scarico liquido in uscita dal filtro pressa viene inviato (se il fango grezzo conteneva frazioni idrocarburiche) al separatore acqua-olio; per migliorare l'efficienza della separazione viene addizionato il disemulsionante liquido con pompa dosatrice 1, 5 cv.

L'acqua viene scaricata nella vasca di stoccaggio in HDPE da 2.220 m³ prima di essere inviata all'impianto di depurazione, il gasolio pesante separato caricato su cisterna è inviato, al momento ad impianto esterno di trattamento per la separazione completa olio-acqua.

1.7 Detriti oleosi

I detriti oleosi sono stoccati nella vasca n° 2 (vedi 1.1) impermeabilizzata e cementata, da questa mediante pompa volumetrica da 14 cv, viene prelevata tutta la frazione pompabile che segue lo stesso trattamento dei fanghi oleosi.

La frazione residua costituita dai soli detriti viene addizionata in loco con cemento 325 pozzolanico per bloccare l'olio rimasto intriso tra i detriti; l'operazione viene svolta direttamente in detta vasca mediante l'utilizzo di mezzi meccanici (escavatori e pala).

Il fango è lasciato poi indurire in vasca e quindi trasportato successivamente in discarica.

**PROGETTO DI RIQUALIFICAZIONE AMBIENTALE DEL
TRATTO URBANO DEL CANALE CANDIANO DALLA
TESTATA FINO AL PONTE MOBILE**

**STUDIO DI FATTIBILITA' PER LA BONIFICA DEI SUOLI
NELLE AREE INSERITE NEL PROGETTO DI
RIQUALIFICAZIONE AMBIENTALE.**

Autori:

**Dr.Ing. Riccardo Tenti
Dr.Ing. Andrea Bazzi**

**Direttore Generale Ama Ravenna
Resp. Serv. Qualità Ama Ravenna**

PREMESSA E OBIETTIVI

I terreni da bonificare sono quelli interessati da insediamenti industriali e/o portuali che, circa dalla fine dello scorso secolo, hanno progressivamente occupato le aree precedentemente libere tra la Darsena di Città e l'attuale ponte mobile.

Le destinazioni d'uso, le aree di stoccaggio e/o cicli produttivi etc. di volta in volta presenti hanno seguito le alterne vicende del porto, la storia dello sviluppo nazionale e locale e quella economica delle singole imprese che si sono avvicendate sul territorio.

Oggi gran parte delle aree sono inutilizzate e rimangono in genere i resti dei vecchi impianti senza che tuttavia da essi si possa risalire con certezza storica alla totalità dei materiali pericolosi e/o inquinanti, di processo, di produzione o di semplice stoccaggio, movimentati all'interno delle aree in questione, in esse rimasti e causa di contaminazione. Per passare poi, dalla definizione del grado di contaminazione alla protata degli interventi da realizzare è necessario definire i criteri e gli obiettivi di qualità da raggiungere con le operazioni di decontaminazione.

Gli obiettivi di un intervento di decontaminazione su un suolo possono essere essenzialmente di tre tipi:

- ◆ raggiungimento dei valori di "background"; [spesso con già elevati valori di contaminazione diffusa da varie fonti che richiede di per se una azione di risanamento.]
- ◆ raggiungimento dei livelli di contaminazione ammissibili sulla base di concentrazioni limite predefinite (standards o valori guida); [ben pochi paesi tuttavia, Italia compresa, hanno definito concentrazioni limite degli inquinanti nel suolo; inoltre il limite per i diversi inquinanti non può essere unico per tutti i suoli, poichè dipende dalla struttura e dalla composizione del suolo stesso, dalla sua destinazione d'uso, nonché dai percorsi di contaminazione che si ipotizzano]
- ◆ raggiungimento di livelli di contaminazione ritenuti ammissibili sulla base di analisi di rischio; [dipende dalle destinazioni d'uso che poi nel tempo possano variare]

L' indirizzo più recente in Europa è quello di spingere il risanamento dei suoli contaminati fino a farli ritornare comunque "puliti" cioè adatti ad ogni tipo di utilizzo

ripristinando la multifunzionalità originaria o almeno quella di background con l'impiego della "best available technology" per risanare il più possibile; in linea di principio, la qualità di un terreno può considerarsi buona quando esso non causa alcun danno agli esseri umani, alle piante e agli animali che vivono a contatto con esso, e nello stesso tempo non altera lo svolgimento dei cicli naturali che avvengono al suo interno (es. ciclo dell'acqua).

Questo è anche l'indirizzo di intervento che si propone con questo studio di fattibilità.

FASI E MODALITA' DELLA BONIFICA

Prima di procedere alla bonifica sarà necessario procedere ad un accertamento sul campo mediante prelievo di campioni indisturbati per quantificare esattamente la portata della bonifica necessaria e approntare la tecnologia migliore in funzione del tipo di inquinamento effettivamente riscontrato.

I **campioni** da analizzare dovranno essere rappresentativi di uno spessore di terreno di almeno **2 - 2,5 metri** e si dovranno prelevare uno in ogni punto ritenuto significativo a discrezione del bonificatore e/o della autorità sanitaria e comunque uno rappresentativo per ogni settore di **25m X 25m** in cui verrà suddivisa ogni potenziale area da bonificare.

Sulla base delle **analisi** effettuate riguardo alle:

- ◆ caratteristiche del **sottosuolo** (tipo di suolo, presenza di ostacoli, eterogeneità);
- ◆ caratteristiche **idrologiche** (livello della falda, variazioni del livello di falda, velocità di flusso della falda, presenza di strati impermeabili);
- ◆ caratteristiche della **contaminazione** (estensione, massima profondità, collocazione rispetto alla falda, natura, concentrazione e distribuzione dei contaminanti, presenza di una miscela di contaminanti);
- ◆ caratteristiche **chimico-fisiche** dei contaminanti (solubilità, densità, tossicità, volatilità, base organica o base inorganica);

si deciderà se effettuare l'intervento:

- ◆ **"in situ"**: trattamento terreno senza asporto, direttamente nel sito originario;
- ◆ **"on site"**: asporto del terreno contaminato, trattamento di decontaminazione o inertizzazione con impianto mobile sul posto e reinserimento terreno nel sito originario;

- ◆ **"off site"**: asporto del terreno contaminato, trasporto con mezzi adeguati alle piattaforme di trattamento Ama e da lì una volta opportunamente condizionato ed inertizzato collocato nella discarica vocata.

e quali **tecniche di decontaminazione** utilizzare:

- ◆ trattamenti termici
- ◆ trattamenti di estrazione chimici o chimico-fisici
- ◆ trattamenti microbiologici
- ◆ trattamenti di immobilizzazione e/o stabilizzazione

Tenendo presente che i costi dei trattamenti e i relativi effetti risultano scarsamente omogenei si può comunque dedurre da letteratura, sulla base dei consuntivi di lavori già eseguiti, un costo medio realistico (+/- 20%) per metro cubo di terreno trattato per **contaminazioni a base organica (350.000 mc.) e contaminazione a base inorganica (250.000 mc)** comprensivo di tutti gli oneri necessari per l'esecuzione della bonifica.

ACQUISIZIONE DATI DISPONIBILI E DI STIMA.

Nel presente studio si assume, a premessa di tutte le considerazioni quantitative, l'ipotesi di situazioni medie di gestione dei siti produttivi e di una regolare e limpida attività di smaltimento dei materiali di scarto dei cicli produttivi e l'adozione di presidi sufficienti a proteggere l'ambiente da una massiva contaminazione di prodotti pericolosi eventualmente stoccati.

Si è proceduto ad un censimento delle aree interessate dall'intervento con la definizione per ogni sito della:

- ◆ ditta attuale proprietaria;
- ◆ estensione;
- ◆ tipologia degli insediamenti produttivi presenti storicamente sul sito (ove possibile);
- ◆ materiali potenzialmente inquinati movimentati all'interno di esso (ove conosciuti);

I terreni da bonificare sono stati suddivisi sulla base delle notizie disponibili in **tre categorie di probabilità di contaminazione del suolo.**

Per ognuna delle tre categorie è stata stimata la % media attesa di suolo da bonificare sul totale della superficie e la % di inquinamento da agenti inorganici sul totale:

	suolo contaminato sul tot.	inorganico
CAT. 1) minima probabilità di contaminazione:	1%	80%
CAT.2) bassa probabilità di contaminazione:	5%	60%
CAT.3) consistente probabilità di contaminazione:	20%	40%

Per tutti i siti da decontaminare si è stimato uno **spessore medio del fronte inquinato di 50 cm** e si sono calcolati i volumi di terreno da trattare sia per gli inquinanti a base inorganica che organica.

Conoscendo da letteratura i costi medi a mc di suolo bonificato per interventi analoghi su tipologie simili di inquinanti si è giunti infine alla stima generale dei costi.

Poichè il Progetto di riqualificazione della "Darsena di Città" è stato concepito in due fasi successive di intervento (con la progressiva dismissione delle ultime aree a utilizzo industriale e/o produttivo rimaste in attività) anche questo studio preliminare di massima per il risanamento dei suoli è stato suddiviso nelle due fasi fissate dal progetto urbanistico (**aree verdi I FASE, aree gialle II FASE**).

I FASE

DESTRA CANDIANO

1) Ex Raffineria Almagià	mq	9682
2)Immobiliare progetto srl (Acmar)	mq	13920
3)Tambini Luigi	mq	7370
4)Promos s.r.l. (c.m.c.)	mq	3290
5)Fincob s.p.a. Napoli	mq	1473
6)Tambini	mq	8148
7)Teodorico s.r.l.	mq	5888
8)Pineta s.p.a.	mq	4321
9)C.M.C. (parte dell' attuale area occupata)	mq	10000
10)Soc.Immobiliare Platani (TAVAR) ex SIR	mq	61680
11)Nuova Pansac s.p.a.	mq	46584
12)Cementi Ravenna	mq	28490
13)Setramar s.p.a.	mq	24011

14)Società immobiliare Platani (TAVAR)	mq	6524
15)Weatherford Italiana s.p.a.	mq	1580
16)Consar s.r.l.	mq	4724
17)Jacorossi s.p.a.	mq	3202
18)Beatrice s.r.l.	mq	3065

SINISTRA CANDIANO

1)Compagnia Portuale Ravenna	mq	11300
2)Immobiliare Emiliana (ITER)	mq	35473
3)Eredi Trombini	mq	4869

TOTALE mq 297804

II FASE

DESTRA CANDIANO

1)Benini Gianfranco	mq	2840
2)Benini Gianfranco e Giampaolo	mq	2180
3)Manetti Piersante (ex Fertilmare)	mq	11497
4)CMC	mq	61251
5)Zoli Annunziata	mq	3321

SINISTRA CANDIANO

1)Flli. Martini	mq	11232
2)Silos Granari del Candiano	mq	34608
3)Italmet	mq	8221
4)Boni Terasa, Furino Maria Teresa	mq	37456
5)Boni Giovanni	mq	2380
6)Consorzio Agrario Provinciale	mq	44703

TOTALE mq 219689

Dalle non esaurienti informazioni disponibili (vedi schede allegate) è impossibile risalire puntualmente per ogni area alla definizione storica delle **destinazioni d'uso** e ancora meno ai **prodotti finali o intermedi di processo** o a quelli eventualmente **stoccati** in tali aree.

Dai dati a disposizione si deducono comunque in maniera aggregata le destinazioni d'uso prevalenti:

- ◆ stoccaggio materiali sfusi alimentari in silos e/o capannoni (mangimi, granaglie, etc.);
- ◆ stoccaggio materiali sciolti (concimi chimici, inerti, argille, materie prime minerali, etc.);
- ◆ stoccaggio e movimentazione di merce a varia merceologia in sacchi;
- ◆ produzione concimi chimici;
- ◆ manifatture e trattamento tessuti (iuta);
- ◆ sintesi prodotti chimici a base organica: polimeri per imballaggi (PVC, politene), pesticidi (DDT), etc.;
- ◆ sintesi e/o raffinazione prodotti chimici inorganici: in particolare con l'utilizzo di composti di zolfo, fosforo, arsenico, cromo, piombo;
- ◆ fornaci;
- ◆ cementifici;
- ◆ terreni agricoli (presumibilmente rimasti da sempre con la stessa destinazione d'uso).

STIMA COSTI BONIFICA SUOLI (I FASE)

Totale aree da bonificare	mq	297804
Aree a minima probabilità di contaminazione		
CAT. 1	mq	47804
Area a bassa probabilità di contaminazione		
CAT. 2	mq	170000
Area a consistente probabilità di contaminazione		
CAT. 3	mq	80000

Considerando le percentuali ipotizzate di suolo inquinato per categoria, lo spessore medio dello strato inquinato e le % sulla tipologia di inquinamento prevalente (a base organica o inorganica) si deduce il volume totale del materiale da bonificare e la sua suddivisione in "organico" ed "inorganico".

CAT. 1	MC	239
di cui:		
organico	mc	48
inorganico	mc	191
CAT. 2	MC	4250
di cui:		
organico	mc	1700
inorganico	mc	2550
CAT. 3	MC	6000
di cui:		
organico	mc	3600
inorganico	mc	2400

TOT. VOL. DA BONIFICARE CONTAMIN. A BASE ORGANICA: **MC 5348**

TOT. VOL. DA BONIFICARE CONTAMIN. A BASE INORGANICA: **MC 5141**

Applicando con i criteri sopra detti un prezzo al MC di materiale da bonificare omnicomprendivo (escluso i sondaggi e le analisi preliminari) di:

250.000 al mc per materiale con inquinamento a base inorganica;

350.000 al mc per materiale con inquinamento a base organica;

COSTO DI BONIFICA SUOLI £ 3.157.000.000

COSTI PER SONDAGGI E ANALISI £ 300.000.000

COSTO TOTALE I FASE £ **3.457.000.000**

