GREENACTION TRANSNATIONAL

www.greenaction-planet.org

INQUINAMENTO DEL GOLFO DI TRIESTE: IL DISASTRO AMBIENTALE DEI DEPURATORI

Il Golfo di Trieste è un bacino chiuso identificabile come un unico corpo idrico significativo e di medio fondale. Si estende da P.ta Tagliamento a Capo Salvore. E' tutto al di sotto della isobata dei 50 m, scarsamente movimentato da correnti e con condizioni meteo marine molto variabili al succedersi delle stagioni. Inoltre in questo ambiente ad elevata urbanizzazione insistono molteplici realtà produttive: industrie, maricoltura e pesca, turismo nautico e balneare, attività portuale compreso un intenso traffico di petroliere.

La provincia di Trieste ha uno sviluppo dell'arco costiero molto limitato (da Muggia a Duino circa 40 Km), ed ancor più limitati i tratti costieri non gravati da servitù (urbanizzazione) o da attività produttive (porto di Trieste). Pur essendo stata sottoposta ad una forte pressione antropica la costiera triestina rappresenta per le sue peculiarità ambientali un ambito di grande interesse naturalistico, in cui spicca la presenza del SICp (Sito di Interesse Comunitario) delle Falesie di Duino.

Il problema dell'inquinamento marino di questo ecosistema, che per le sue caratteristiche fisiche è estremamente delicato, è una delle maggiori emergenze ambientali del mare Adriatico presentando inoltre aspetti sanitari e sociali ampiamente sottovalutati per mere considerazioni economiche. In questo ristretto bacino si scaricano i reflui fognari di oltre 0,5 milioni di utenti che salgono nel periodo estivo fino a sfiorare il milione (si ricordano a tal proposito le stazioni balneari di Grado e Lignano). In questo contesto il cattivo funzionamento dei depuratori delle fognature della provincia di Trieste, che qui viene affrontato, rappresenta per questa zona uno dei fattori di rischio più rilevanti e con ripercussioni internazionali. Tutti e cinque i depuratori della provincia di Trieste risultano avere avuto ed avere tuttora gravi problemi di funzionamento con conseguente scarico a mare di acque solo parzialmente depurate (o in alcuni casi nemmeno depurate). Su tutti gli impianti risultano essere scarsi (o addirittura mancanti) i controlli qualitativi.

I DEPURATORI DELLA PROVINCIA DI TRIESTE

Depuratore di Servola

Funzionante dal 1993
Trattamento primario e chimico fisico con cloruro di ferro
Abitanti serviti: circa 170.000
Portata media dell'effluente: 120.000 mc al giorno
BOD5 medio giornaliero atteso in entrata 84 mg/l

Smaltimento mediante due condotte sottomarine adiacenti la prima lunga 6.500 m con diffusore da 500 m, la seconda lunga 7.500 m con diffusore da 1.000 m: in totale 1.500 m di diffusore. I diffusori si trovano ad una profondità di 21 - 22 m.
E' il più grande impianto di depurazione delle acque fognarie esistente nella provincia di Trieste ed è anche quello più inquinante; scarica a ridosso del confine marittimo con la Slovenia estendendo l'inquinamento prodotto anche alle acque territoriali di questo paese. Ha avuto sin dall'inizio grossi problemi di funzionamento a causa di una cattiva progettazione riconosciuta dallo stesso Comune di Trieste. E' stato sede di un gravissimo incidente sul lavoro in cui hanno perso la vita, nell'ottobre del 2001, due dipendenti proprio a causa del cattivo funzionamento degli impianti di estrazione dei gas di risulta dei fanghi tossici.

Depuratore di Zaule
Funziona a regime dal 1999
Abitanti equivalenti serviti 72.000
Portata dell'effluente 24.000 mc
BOD5 medio giornaliero in entrata 180 mg/l
Trattamento primario e secondario biologico
Smaltimento sottocosta
Gli scarichi in area già fortemente inquinata (a seguito di un pluriennale smaltimento illecito di rifiuti tossico nocivi industriali con scarico diretto a mare) e con scarso ricambio idrico non risultano essere controllati (in considerazione forse che l'inquinamento dei fondali è già talmente elevato da non rendere necessarie, secondo le autorità sanitarie, ulteriori verifiche).

Depuratore di Barcola
Funziona a regime dal 1974
Abitanti serviti 8.000
Portata dell'effluente QM 8.000 mc al giorno
BOD 5 medio giornaliero in entrata = 60 mg/l
Pretrattamento: grigliatura, disabbiatura e disoleazione
Smaltimento mediante condotta sottomarina lunga 868 m, diametro 300 mm con diffusore di 50 m, parallelo alla costa alla profondità di 18 m.
L'impianto provvisto di solo pretrattamento è inadatto a rimuovere i solidi sedimentabili presenti; nella fognatura allacciata al depuratore vi sono rilevanti ingressioni di acqua marina. Lo scarico del collettore si trova in piena zona balneare tra Grignano e Barcola e adiacente alla riserva marina integrale di Miramare.

Depuratore di Basovizza
Funzionamento a regime dal 1999
Abitanti serviti 1.000 (serve anche l'Area di Ricerca)
BOD5 medio giornaliero atteso (in entrata) = 120 mg/l
Trattamento biologico ad aerazione estensiva e sedimentazione
Smaltimento nel sottosuolo carsico (al 2000).
Non vi sono analisi sulla qualità dei reflui immessi nel depuratore e questo non può che sollevare forti dubbi anche in considerazione del fatto che non si è a conoscenza di quello che viene realmente scaricato dai laboratori dell'Area di Ricerca di Padriciano (ed in particolare il grado di tossicità degli scarichi considerando la possibile presenza di

materiale radioattivo).

Depuratore di Aurisina

Non si hanno dati

Smaltimento davanti alla Baia di Sistiana (Falesie di Duino)

Risulta che il depuratore abbia sempre avuto grossi problemi di funzionamento a causa di una cattiva progettazione; è stato realizzato in un'area di grande interesse naturalistico (SICp - Falesie di Duino) in sostanziale elusione delle tutele ambientali esistenti e diffonde l'inquinamento in aree balneari e con presenza di allevamenti di mitilicoltura (Golfo di Sistiana).

IL DEPURATORE FOGNARIO DI SERVOLA PRINCIPALE RESPONSABILE DELL'INQUINAMENTO DEL GOLFO DI TRIESTE

La grave situazione dell'inquinamento prodotto dal maggiore degli impianti di depurazione fognari della provincia di Trieste, quello di Servola, è a conoscenza (come quella degli altri impianti) delle autorità pubbliche italiane da anni. Riportiamo dalla relazione dell'ARPA del 15.02.2002 (Contravvenzione al D.LGS 11.05.1999 N. 152 come modificato dal D.LGS 18.08.2000 N. 258):

".....il controllo svolto sull'impianto depuratore civile del Comune di Trieste, sito in località Servola, stante la sua utenza (superiore ai 150.000 a.e.), per l'anno 2001 è consistito in 6 prelievi effettuati all'ingresso ed allo scarico dell'impianto per un periodo di 24 ore ciascuno. Essendo un impianto che tratta acque reflue urbane, che è preesistente all'entrata in vigore della normativa citata, e che scarica a mare i liquami tramite una condotta lunga diversi chilometri, con recapito all'esterno delle dighe foranee che chiudono la Baia di Muggia, è tenuto al rispetto delle tabelle 1 e 3 dell'Allegato 5 al D. Lgs 152/1999. Secondo la normativa citata, lo standard di qualità degli effluenti trattati, avrebbe dovuto essere raggiunto fin dal 31 dicembre 2000, data successivamente prorogata al 31 marzo 2001: su un numero di campioni compreso tra 4 e 7, la normativa ammette un massimo di 1 superamento dei limiti previsti. **Dai controlli effettuati secondo il programma citato, è invece risultato il superamento pressoché continuo dei limiti previsti per un rilevante numero di parametri e precisamente: COD, BOD5, Solidi sospesi, Azoto ammoniacale, Tensioattivi totali**.

Tali superamenti derivano dall'impossibilità oggettiva del raggiungimento da parte dell'impianto degli standard di funzionamento necessari a conseguire i risultati previsti dalla normativa: tale impossibilità consegue dalla strutturazione stessa dell'impianto, che manca di uno stadio di depurazione biologico, da affiancare all'attuale trattamento primario e parzialmente chimico-fisico, (del tutto inadeguato) e ad un eventuale trattamento terziario di affinamento con denitrificazione.

Di tale situazione di inadeguatezza strutturale e funzionale il gestore attuale (ACEGAS S.p.a.) e il proprietario (Comune di Trieste), sono stati ripetutamente posti a conoscenza da parte della Provincia di Trieste e dell'ARPA in incontri tecnici avvenuti nel 2000 e nel 2001.

Gli interventi necessari ad una ristrutturazione in grado di dotare l'impianto di una sezione biologica con eventuale trattamento terziario di affinamento sono posti in forse dalla necessità di reperire la vasta area necessaria a contenere tale "supplemento d'impianto"; inoltre tale radicale integrazione strutturale del depuratore richiede ingentissimi investimenti (stimati in più di 60 mld - 32 milioni di euro).

Allo stato attuale e fintanto che non saranno effettuati questi lavori di ampliamento e integrazione, non si ritiene che vi siano né che vi possano essere i presupposti oggettivi per il rientro degli effluenti nei limiti di legge vigenti.

Lo scarico del depuratore è continuo, ed avviene tramite una vasca di caricamento della condotta sottomarina munita di un impianto di sollevamento d'emergenza per gestire le situazioni di sovraccarico (p.es dovute ad improvvise e intense precipitazioni piovose): la portata presenta delle variazioni cicliche nel corso della giornata, con picchi a breve distanza temporale dall'orario dei pasti principali.
Il liquame attualmente scaricato ha un aspetto torbido di colore beige per la presenza di sospensioni sia organiche che inorganiche non trattenute dal depuratore; inoltre è maleodorante a causa della presenza di sostanze organiche disciolte e sospese in fase di parziale degradazione, non demolite dal depuratore a causa della mancanza di uno stadio di trattamento biologico.
In occasione degli ultimi sopralluoghi effettuati nelle vicinanze del terminale della condotta di scarico a mare al servizio di questo depuratore sono state rilevate emersioni dei liquami.
Si sta esaminando l'ipotesi di una correlazione tra le ripercussioni del malfunzionamento di questo impianto sulla qualità dell'acqua di mare nel Golfo di Trieste e gli episodi di contaminazione batteriologica dei mitili lungo la fascia costiera della provincia di Trieste."

Le indagini subacquee effettuate, nell'ambito dello studio preliminare di impatto ambientale del depuratore fognario di Trieste, da un biologo marino portavano ulteriormente a verificare questa drammatica situazione, riportiamo dalla relazione:

"Risulta evidente che lungo il tratto di 1500 metri (somma dei due terminali, 500 m e 1000 m, con le torrette di diffusione) l'uscita del refluo non è omogenea, ma presenta in superfice un effetto simile ad una "polla" d'acqua localizzato in testa alle due condotte, oltre ad essere visivamente rilevabile sott'acqua sotto forma di efflusso che si diffonde ad una quota intermedia tra fondo e superficie. Inoltre la dimensione del particellato in uscita dalla testa del diffusore, al momento del rilievo subacqueo, è grossolana con elementi - di chiara origine fognaria - relativamente sottili e prevalentemente simili a dei filamenti ramificati, con dimensioni dell'ordine di alcuni centimetri (2-4) di lunghezza. Si verifica l'assenza di corretta diffusione, ovvero la fuoriuscita del refluo non avviene a mezzo delle torrette disseminate lungo 1500 m, bensì come sorgente puntiforme, ma dalla porzione finale della condotta e forse in prossimità al terminale più distale, anche da qualche torretta più arretrata. Sono state individuate 2 sorgenti puntiformi, una in testa alla condotta più lunga. Inoltre, sulla base di dati di tossicità e della quantità di sostanza organica si potrebbero ipotizzare 2 modalità diverse di dispersione: una verso l'alto (effetto a fungo) con ricaduta tra i 100 ed i 1000 m ed una verso il largo (effetto a getto) con ricaduta prevalente ai 100 m, in cui potrebbe sommarsi alla ricaduta precedente. Da quanto sopra esposto e dai risultati di tutte le analisi si può affermare dunque che è ipotizzabile un effetto da parte del diffusore in un areale di raggio 1000 m e forse superiore."

Le ispezioni subacquee, seppur limitate, hanno evidenziato, non solo in prossimità dei diffusori, condizioni di inquinamento percepibili visivamente nei fondali con presenza di fango nero o marrone e presenza di materiale in sospensione in fase di sedimentazione, e con scarsa presenza di vita marina.

Il danno all'ambiente marino è aggravato dall'eventualità che il sistema delle correnti marine nel Golfo di Trieste possa estendere l'inquinamento alle acque e spiagge della riviera barcolana, del Monfalconese

e di Grado, ovvero a quelle più prossime del litorale istriano (Rep. di Slovenia).
I liquami scaricati risulterebbero tuttora insufficientemente depurati.
Questa grave situazione perdurante nel tempo non è solo posta a danno dell'ambiente ma anche della salute pubblica, in considerazione del fatto che gli scarichi fognari interessano direttamente zone balneari (31 nel Golfo di Trieste) ed è da sempre a conoscenza delle pubbliche amministrazioni e concreta quanto meno l'ipotesi di **disastro ambientale colposo e/o doloso**.

L'articolo 4, paragrafo 1, della **direttiva 91/271/CEE** stabilisce che *Gli Stati membri provvedono affinché le acque reflue urbane che confluiscono in reti fognarie siano sottoposte, prima dello scarico, ad un trattamento secondario o ad un trattamento equivalente, secondo le seguenti modalità: - al più tardi entro il 31 dicembre 2000 per tutti gli scarichi provenienti da agglomerati con un numero di a.e. compreso tra 10.000 e 15.000; - entro il 31 dicembre 2005 per gli scarichi in acque dolci ed estuari provenienti da agglomerati con un numero di a.e. compreso tra 2.000 e 10.000.*
L'articolo 7 stabilisce: *Gli Stati membri provvedono affinché, entro il 31 dicembre 2005, le acque reflue urbane che confluiscono in reti fognarie siano sottoposte, prima dello scarico, ad un trattamento appropriato, così come definito dall'articolo 2, punto 9) nei seguenti casi: - per scarichi in acque dolci e in estuari provenienti da agglomerati con meno di 2.000 a.e.; - per scarichi in acque costiere provenienti da agglomerati con meno di 10.000 a.e.*

L'articolo 4 della **direttiva 76/160/CEE** stabilisce che gli Stati membri devono adottare le *misure necessarie affinché, entro un periodo di dieci anni a decorrere dalla notifica della direttiva, la qualità delle acque di balneazione sia resa conforme ai valori limite fissati ai sensi dell'articolo 3.*
Tale periodo è scaduto. Pertanto l'obbligo descritto all'articolo 4 è da considerarsi attuale.

L'articolo 3 fissa i valori limite nel seguente modo: *Gli Stati membri stabiliscono per tutte le zone di balneazione, o per ciascuna di esse, i valori applicabili alle acque di balneazione, o per ciascuna di esse, i valori applicabili alle acque di balneazione per ciò che concerne i parametri indicati nell'allegato. Quanto ai parametri per i quali non figura alcun valore nell'allegato, gli Stati membri possono non fissare valori in applicazione al primo comma, finché non siano state determinate le cifre. 2. I valori fissati in base al paragrafo 1 non possono essere meno rigorosi di quelli indicati nella colonna I dell'allegato. 3. Qualora figurino valori nella colonna G dell'allegato, con o senza valore corrispondente nella colonna I dello stesso allegato, gli Stati membri si sforzano di rispettarli come valori-guida, fatto salvo l'articolo 7*.

L'articolo 1 definisce la "zona di balneazione" come *il luogo in cui si trovano le acque di balneazione* e le "acque di balneazione" come *le acque, o parte di esse, dolci correnti o stagnanti , e l'acqua di mare, nelle quali la balneazione: - è espressamente autorizzata dalle autorità competenti dei singoli Stati membri oppure - non è vietata ed è praticata in maniera consuetudinaria da un congruo numero di bagnanti.*
In base alle citate disposizioni l'unità di misura da prendere in considerazione è la "zona di balneazione" e, rispetto a tali zone, gli Stati Membri hanno l'obbligo di mantenere la qualità delle acque di balneazione conforme ai parametri prefissati. La presenza degli scarichi dei collettori fognari in zone balneari va ovviamente contro a tali obblighi.

GREENACTION TRANSNATIONAL
Via Palestrina 3 - 34133 Trieste (Italy)
tel/fax +39 040-2410497

Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente
del Friuli-Venezia Giulia
Dipartimento Provinciale di Trieste

35907

Prot. 642/02/IS-m/AB/15

Trieste, 15 FEB. 2002

Oggetto: INFORMATIVA PRELIMINARE EX ART. 347 3° COMMA C.P.P. PER CONTRAVVENZIONE AL D.LGS. 11.05.1999 N. 152 COME MODIFICATO DAL D.LGS. 18.08.2000 N. 258

PROCURA DELLA REPUBBLICA
presso il Tribunale di Trieste
PERVENUTO
il 15 FEB. 2002
Prot. n. .....
Registro A. .....

Alla Procura della Repubblica
Presso il Tribunale di Trieste
Foro Ulpiano n.
34100 TRIESTE

Sommaria descrizione del fatto per circostanze e fonti di prove

Il Dipartimento Provinciale dell'A.R.P.A. di Trieste svolge attività di controllo sulla qualità delle acque scaricate dagli impianti di depurazione siti nell'ambito provinciale secondo le cadenze dettate dal D.Lgs.152/1999, come modificato dal D.Lgs 258/2000. In particolare il controllo svolto sull'impianto depuratore civile del Comune di Trieste, sito in località Servola (via Svevo), stante la sua utenza (superiore ai 150000 a.e.), per l'anno 2001 è consistito in 6 prelievi effettuati all'ingresso ed allo scarico dell'impianto per un periodo di 24 ore ciascuno. Essendo un impianto che tratta acque reflue urbane, che è preesistente all'entrata in vigore della normativa citata, e che scarica a mare i liquami tramite una condotta lunga diversi chilometri, con recapito all'esterno delle dighe foranee che chiudono la Baia di Muggia, è tenuto al rispetto delle tabelle 1 e 3 dell'Allegato 5 al D.Lgs. 152/1999. Secondo la normativa citata, lo standard di qualità degli effluenti trattati, avrebbe dovuto essere raggiunto fin dal 31 dicembre 2000, data successivamente prorogata al 31 marzo 2001: su un numero di campioni compreso tra 4 e 7, la normativa ammette un massimo di 1 superamento dei limiti previsti. Dai controlli effettuati secondo il programma citato, è invece risultato il superamento pressoché continuo dei limiti previsti per un rilevante numero di parametri e precisamente:COD, BOD_5, Solidi sospesi, Azoto ammoniacale, Tensioattivi totali.

Tali superamenti derivano dall'impossibilità oggettiva del raggiungimento da parte dell'impianto degli standard di funzionamento necessari a conseguire i risultati previsti dalla normativa: tale impossibilità consegue dalla strutturazione stessa dell'impianto, che manca di uno stadio di depurazione biologico, da affiancare all'attuale trattamento primario e parzialmente chimico-fisico, (del tutto inadeguato) e ad un eventuale trattamento terziario di affinamento con denitrificazione.

Le problematiche strutturali sono state esacerbate dalla concorrenza di una serie di avvenimenti che hanno compromesso la già scarsa funzionalità dell'impianto:

1. l'uscita di servizio del digestore dei fanghi per gravissimi fenomeni di corrosione, che ne hanno minato l'integrità strutturale, costringendo di fatto la Gestione dell'impianto ad operare in condizioni di precarietà legate all'emergenza;

2. la frana di parte della parete della collina di Servola, sovrastante l'impianto, con conseguente fermata temporanea di parte delle sezioni esistenti del depuratore;
3. la necessità di importanti lavori di manutenzione sulle vasche di decantazione e lungo le linee di trattamento per la sostituzione di componentistica gravemente usurata, con conseguente temporaneo fuori servizio di intere sezioni dell'impianto;
4. non ultimo, il gravissimo incidente che ha portato alla morte di due tecnici operanti presso la ditta che effettua la conduzione tecnica del depuratore (CREA S.p.A.).

Di tale situazione di inadeguatezza strutturale e funzionale il gestore attuale (ACEGAS S.p.A.) e il proprietario (Comune di Trieste), sono stati ripetutamente posti a conoscenza da parte della Provincia di Trieste e dell'A.R.P.A. in incontri tecnici avvenuti nel 2000 e nel 2001.
I punti 1),2) e 3) sono stati di conseguenza affrontati da ACEGAS nel corso dell'anno 2001 con un fitto programma di operazioni di manutenzione ed aggiornamento impiantistico, il cui obiettivo era quanto meno il ripristino dello stato di funzionamento originario dell'impianto (peraltro inadeguato in assoluto).
Gli interventi necessari ad una ristrutturazione in grado di dotare l'impianto di una sezione biologica con eventuale trattamento terziario di affinamento sono posti in forse dalla necessità di reperire la vasta area necessaria a contenere tale "supplemento d'impianto"; inoltre tale radicale integrazione strutturale del depuratore richiede ingentissimi investimenti (stimati in più di 60 mld).
Allo stato attuale e fintanto che non saranno effettuati questi lavori di ampliamento e integrazione, non si ritiene che vi siano né che vi possano essere i presupposti oggettivi per il rientro degli effluenti nei limiti di legge vigenti.
Solo negli ultimi tempi (le informazioni risalgono alla fine di gennaio 2002) il Comune di Trieste ha affidato ad un professionista l'incarico della stesura di un piano progettuale per la realizzazione delle opere di adeguamento strutturale e funzionale, nonché ha preso contatti con l'Autorità portuale per ottenere la concessione d'uso del terreno adiacente all'impianto esistente, in modo da rendere fisicamente possibili eventuali ampliamenti (in particolare la sezione di trattamento biologico, laddove realizzata, andrebbe ad occupare volumetrie davvero imponenti).

TIPOLOGIA DELLO SCARICO

☐ Insediamento produttivo o assimilabile ■ Insediamento civile o assimilabile
☐ Nuovo ■ Esistente ☐ Occasionale ■ Permanente
■ In mare ☐ In fiume o corso d' acqua superficiale
☐ In pubblica fognatura ☐ Sul suolo o negli strati superficiali del sottosuolo

■ Con depuratore ■ Funzionante ☐ Non Funzionante
■ Continuamente ☐ Non Continuamente
☐ Senza depuratore

APPARENZA DEI MACCHINARI E DEI CONDOTTI – Stato di manutenzione

☐ Ottimo ■ Buono ☐ Discreto ☐ Scarso

AUTORIZZAZIONE ALLO SCARICO

☐ Comunale ☐ Provinciale ■ Regionale ☐ Ente diverso _____
☐ Richiesta ■ Ottenuta ☐ Revocata ☐ Negata
☐ Allegata copia della richiesta / autorizzazione di data _____//_____

Data di attivazione dello scarico (anche presunta): 1993 (limitatamente allo scarico tramite condotta a mare)

DESCRIZIONE DEL CICLO PRODUTTIVO, CARATTERISTICHE DELLO STESSO E DELLE SOSTANZE SCARICATE (QUANTITÀ, ORARIO, COLORE, ODORE, ECC.)

Il depuratore comunale di Trieste sito in località Servola, è un impianto di tipo "primario", dotato di trattamenti di grigliatura, dissabbiatura e disoleatura, grigliatura fine, parziale flocculazione con reattivi a base di ferro e/o alluminio, sedimentazione finale e scarico a mare tramite condotta sottomarina.
I fanghi derivanti dalla sedimentazione, fino all'inizio del 2001 venivano raccolti, parzialmente disidratati e trasferiti in un impianto digestore anaerobico della capacità di circa 7000 mc.
A seguito del fuori servizio di tale stadio digestore a causa di gravissimi fenomeni di corrosione che ne hanno compromesso l'integrità strutturale, sono stati sottoposti a disidratazione e trasferiti direttamente in discarica fino all'incidente mortale precedentemente citato; successivamente a tale evento ne è stata sospesa la raccolta, sono state vuotate le due vasche di decantazione circolari da 50 e 40 m ed è stata attivata la "linea piogge", con decantazione primaria, grigliatura in rotostacci e scarico diretto finale.
In sostanza, allo stato attuale, in attesa della costruzione di un "fangodotto" per la traslazione "al chiuso" dei fanghi all'impianto di Zaule, (struttura in fase di progettazione/approvazione), il funzionamento del depuratore di Trieste-Servola è ridotto ai minimi termini.
La portata in ingresso all'impianto è soggetta a variazioni in dipendenza del livello di marea, dato che in parte della rete fognaria cittadina, nella zona prospiciente le Rive, si hanno importanti intrusioni di acqua marina tramite i "troppopieno" della rete, non muniti di adeguate protezioni contro tale fenomeno.
Inoltre la rete fognaria urbana risente in modo significativo della presenza di corsi d'acqua intubati e collettati che vanno a unire il loro contributo di acqua relativamente "pulita" alla portata generale in ingresso all'impianto con un effetto di diluizione dei liquami.
C'è da tener conto infine del fatto che è in fase di allacciamento alla rete fognaria cittadina il

collettore che porterà all'impianto i liquami provenienti dall'agglomerato urbano di Opicina, con un ulteriore aggravio del carico in ingresso al depuratore di Trieste-Servola.
Lo scarico del depuratore è continuo, ed avviene tramite una vasca di caricamento della condotta sottomarina munita di un impianto di sollevamento d'emergenza per gestire le situazioni di sovraccarico (p.es. dovute ad improvvise e intense precipitazioni piovose): la portata presenta delle variazioni cicliche nel corso della giornata, con picchi a breve distanza temporale dall'orario dei pasti principali.
Il liquame attualmente scaricato ha un aspetto torbido di colore beige per la presenza di sospensioni sia organiche che inorganiche non trattenute dal depuratore; inoltre è maleodorante a causa della presenza di sostanze organiche disciolte e sospese in fase di parziale degradazione, non demolite dal depuratore a causa della mancanza di uno stadio di trattamento biologico.
In occasione degli ultimi sopralluoghi effettuati nelle vicinanze del terminale della condotta di scarico a mare al servizio di questo depuratore sono state rilevate emersioni dei liquami.
Si sta esaminando l'ipotesi di una correlazione tra le ripercussioni del malfunzionamento di questo impianto sulla qualità dell'acqua di mare nel Golfo di Trieste e gli episodi di contaminazione batteriologica dei mitili lungo la fascia costiera della Provincia di Trieste.

PRELIEVI

☐ **NON** effettuati
■ Effettuati ai sensi degli artt. 28, 49, 50 e dell' Allegato 5 del D.Lgs. 152/1999 come modificato dal D.Lgs. 258/2000

Data del I campionamento:dalle ore 12.30 del 23 gennaio 2001 alle ore 13.10 del 24 gennaio 2001 alla presenza di: sig. Silvano Didonè in qualità di Responsabile dell'impianto per la ditta CREA, che è stato invitato a fare, se voleva, prelievi ed analisi contestuali.

☐ **NON** sono state formulate osservazioni sui prelievi.
■ Il predetto ha formulato le seguenti osservazioni (vedasi verbale di prelievo n. MZE240101-1/2):

La griglia grossolana iniziale a servizio della "zona bassa"è fuori servizio; risulta parzialmente mancante la parte raschiante del ponte della vasca di sedimentazione da 50 m; sono fuori servizio n.1 mixer e n.1 miscelatore; è fuori servizio l'attività della sezione pressatura della linea fanghi a causa di uno smottamento in corso.

All'interessato, presente, o alla persona presente in sua rappresentanza al prelievo, si è dato avviso che le operazioni di analisi sarebbero state effettuate presso:

■ A.R.P.A. Friuli V.G. – Dipartimento Provinciale di Trieste – Servizio Tematico Analitico – Via La Marmora n. 13 – 34139 TRIESTE

a partire dal giorno 25 gennaio 2001 alle ore 09.00.
(N.B. AL PIÙ TARDI ENTRO 24 ORE DAL PRELIEVO)

Data del II campionamento:dalle ore 08.45 del 10 maggio 2001 alle ore 09.45 dell'11 maggio 2001 alla presenza di: dott. Mauro Vaccarone in qualità di Responsabile dell'impianto per la ditta CREA, che è stato invitato a fare, se voleva, prelievi ed analisi contestuali.

☐ **NON** sono state formulate osservazioni sui prelievi.
■ Il predetto ha formulato le seguenti osservazioni (vedasi verbale di prelievo n. AV110501-1/2BC):

Risultano fuori servizio: la linea di trattamento acque, ad esclusione della dissabbiatura, della vasca-pioggia e della grigliatura. In proposito si fa riferimento alla nota inviata via fax da ACEGAS S.p.A. in data 26.01.2001

All'interessato, presente, o alla persona presente in sua rappresentanza al prelievo, si è dato avviso che le operazioni di analisi sarebbero state effettuate presso:

■ A.R.P.A. Friuli V.G. – Dipartimento Provinciale di Trieste – Servizio Tematico Analitico – Via La Marmora n. 13 – 34139 TRIESTE

a partire dal giorno 11 maggio 2001 alle ore 14.00.
(N.B. AL PIU' TARDI ENTRO 24 ORE DAL PRELIEVO)

Data del III campionamento:dalle ore 15.30 del 06 giugno 2001 alle ore 16.20 del 07 giugno 2001 alla presenza di: dott. Mauro Vaccarone in qualità di Responsabile dell'impianto per la ditta CREA, che è stato invitato a fare, se voleva, prelievi ed analisi contestuali.

☐ **NON** sono state formulate osservazioni sui prelievi.
■ Il predetto ha formulato le seguenti osservazioni (vedasi verbale di prelievo n. MZE070601-1/2BC):

La flocculazione è fuori servizio per la conclusione di lavori di manutenzione. Si segnala che in data 06.06.01, visti i cospicui eventi meteorici, è entrata in funzione la linea "acque di pioggia", che si unisce al liquame depurato prima del punto di uscita.

All'interessato, presente, o alla persona presente in sua rappresentanza al prelievo, si è dato avviso che le operazioni di analisi sarebbero state effettuate presso:

■ A.R.P.A. Friuli V.G. – Dipartimento Provinciale di Trieste – Servizio Tematico Analitico – Via La Marmora n. 13 – 34139 TRIESTE

a partire dal giorno 08 giugno 2001 alle ore 08.15.
(N.B. AL PIU' TARDI ENTRO 24 ORE DAL PRELIEVO)

Data del IV campionamento:dalle ore 13.30 del 16 luglio 2001 alle ore 16.00 del 17 luglio 2001 alla presenza di: sig. Daniele Meiak in qualità di Responsabile dell'impianto per la ditta CREA, che è stato invitato a fare, se voleva, prelievi ed analisi contestuali.

☐ **NON** sono state formulate osservazioni sui prelievi.
■ Il predetto ha formulato le seguenti osservazioni (vedasi verbale di prelievo n. LCO170701-1/2BC):

È fuori servizio la flocculazione (che entra in servizio il 18/07/2001). È fuori servizio la griglia di sollevamento con bypass sulla griglia grossolana del "collettore alto".

All'interessato, presente, o alla persona presente in sua rappresentanza al prelievo, si è dato avviso che le operazioni di analisi sarebbero state effettuate presso:

■ A.R.P.A. Friuli V.G. – Dipartimento Provinciale di Trieste – Servizio Tematico Analitico – Via La Marmora n. 13 – 34139 TRIESTE

a partire dal giorno 17 luglio 2001 alle ore 16.30.
(N.B. AL PIU' TARDI ENTRO 24 ORE DAL PRELIEVO)

Data del V campionamento:dalle ore 11.00 del 02 ottobre 2001 alle ore 11.45 del 03 ottobre 2001 alla presenza di: dott. Mauro Vaccarone in qualità di Responsabile dell'impianto per la ditta CREA, che è stato invitato a fare, se voleva, prelievi ed analisi contestuali.

☐ **NON** sono state formulate osservazioni sui prelievi.
■ Il predetto ha formulato le seguenti osservazioni (vedasi verbale di prelievo n. AV031001-1/2BC):

L'impianto è attualmente privo della sezione di digestione anaerobica (dei fanghi) in cui è in atto un cantiere.

All'interessato, presente, o alla persona presente in sua rappresentanza al prelievo, si è dato avviso che le operazioni di analisi sarebbero state effettuate presso:

■ A.R.P.A. Friuli V.G. – Dipartimento Provinciale di Trieste – Servizio Tematico Analitico – Via La Marmora n. 13 – 34139 TRIESTE

a partire dal giorno 03 ottobre 2001 alle ore 12.00.
(N.B. AL PIU' TARDI ENTRO 24 ORE DAL PRELIEVO)

Data del VI campionamento:dalle ore 12.00 del 04 dicembre 2001 alle ore 12.15 del 05 dicembre 2001 alla presenza di: dott. Mauro Vaccarone in qualità di Responsabile dell'impianto per la ditta CREA, che è stato invitato a fare, se voleva, prelievi ed analisi contestuali.

☐ **NON** sono state formulate osservazioni sui prelievi.
■ Il predetto ha formulato le seguenti osservazioni (vedasi verbale di prelievo n. PA051201-1E/U):

È fuori servizio l'intera linea di trattamento al di fuori del trattamento delle acque di pioggia, dal 10 ottobre 2001.

All'interessato, presente, o alla persona presente in sua rappresentanza al prelievo, si è dato avviso che le operazioni di analisi sarebbero state effettuate presso:

■ A.R.P.A. Friuli V.G. – Dipartimento Provinciale di Trieste – Servizio Tematico Analitico – Via La Marmora n. 13 – 34139 TRIESTE

a partire dal giorno 06 dicembre 2001 alle ore 10.00.

ARPA

ULTERIORI ATTIVITÀ

Rilievi fotografici ☐ Assunti ■ Non Assunti

Dichiarazioni di addetti alle strutture di scarico (ad esempio sulle cause delle anomalie allo scarico, mancato funzionamento del depuratore, frequenza degli inconvenienti, ecc.):

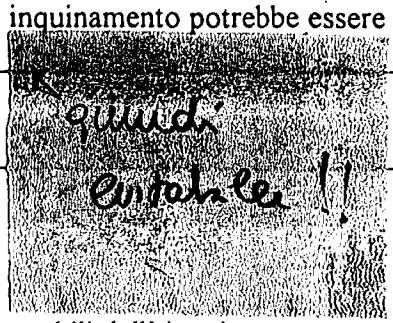
☐ **NON** assunte

■ Assunte e presenti nei verbali di prelievo n. MZE240101-1/2 di data 24.01.2001
n. AV110501-1/2BC di data 11.05.2001
n. MZE070601-1/2BC di data 07.06.2001
n. LCO170701-1/2BC di data 17.07.2001
n. AV031001-1/2BC di data 03.10.2001
n. PA051201-1E/U di data 05.12.2001

NOTE

■ L' inquinamento **NON** appare causato da fattori eccezionali o imprevedibili

☐ L' inquinamento potrebbe essere stato causato dai seguenti fattori eccezionali od imprevedibili:



Responsabili dell' inquinamento potrebbero essere:
(N.B. INDICARE ESATTE E COMPLETE GENERALITA' E RUOLI; IN CASO DI IMPRESE ACCERTARSI CHE NON VI SIANO DELEGHE INTERNE)

Roberto Dipiazza nato a AIELLO DEL FRIULI (UD) il 01 febbraio 1953 residente a TRIESTE in via dello Scoglio n. 38, in qualità di Sindaco di Trieste dal luglio 2001

e Riccardo Illy nato a TRIESTE il 24 settembre 1955 residente a TRIESTE in via di Basovizza n. 36/11, in qualità di Sindaco di Trieste dal 1993 al luglio 2001

e Ing. Paolo Pocecco nato a BOLOGNA il 23 dicembre 1942, residente a MUGGIA in località Vanisella n. 12, in qualità di Direttore dell'Area del Territorio e del Patrimonio del Comune di Trieste

ULTERIORI ATTIVITÀ

Rilievi fotografici ☐ Assunti ■ Non Assunti
Dichiarazioni di addetti alle strutture di scarico (ad esempio sulle cause delle anomalie allo scarico, mancato funzionamento del depuratore, frequenza degli inconvenienti, ecc.):

☐ **NON** assunte
■ Assunte e presenti nei verbali di prelievo n. MZE240101-1/2 di data 24.01.2001
n. AV110501-1/2BC di data 11.05.2001
n. MZE070601-1/2BC di data 07.06.2001
n. LCO170701-1/2BC di data 17.07.2001
n. AV031001-1/2BC di data 03.10.2001
n. PA051201-1E/U di data 05.12.2001

NOTE

■ L' inquinamento **NON** appare causato da fattori eccezionali o imprevedibili
☐ L' inquinamento potrebbe essere stato causato dai seguenti fattori eccezionali od imprevedibili:

Responsabili dell' inquinamento potrebbero essere:
(N.B. INDICARE ESATTE E COMPLETE GENERALITA' E RUOLI; IN CASO DI IMPRESE ACCERTARSI CHE NON VI SIANO DELEGHE INTERNE)

Roberto Dipiazza nato a AIELLO DEL FRIULI (UD) il 01 febbraio 1953 residente a TRIESTE in via dello Scoglio n. 38, in qualità di Sindaco di Trieste dal luglio 2001

e Riccardo Illy nato a TRIESTE il 24 settembre 1955 residente a TRIESTE in via di Basovizza n. 36/11, in qualità di Sindaco di Trieste dal 1993 al luglio 2001

e Ing. Paolo Pocecco nato a BOLOGNA il 23 dicembre 1942, residente a MUGGIA in località Vanisella n. 12, in qualità di Direttore dell'Area del Territorio e del Patrimonio del Comune di Trieste

e Ing. Enrico Cortese nato a TRIESTE il 30 novembre 1958 residente a TRIESTE in piazza dell'Ospedale n. 2, in qualità di Direttore del Servizio Manutenzione e Sviluppo delle Reti Urbane del Comune di Trieste

e Ing. Mario Vianelli nato a VALDAGNO (VI) il 01 aprile 1944 residente a TRIESTE in via del Lazzaretto Vecchio n. 17, in qualità di Dirigente del Settore Acque dell' ACEGAS S.p.A.

e Ing. Paolo Pedretti nato a MILANO l' 11 marzo 1947, residente (per la carica) a CINISELLO BALSAMO (MI) in viale F. Testi n. 136 (c/o sede della CREA S.p.A.) in qualità di Direttore Tecnico della CREA S.p.A.

■ Si allegano:
☐ Ci si riserva di allegare al più presto possibile:

■ N. __06__ Verbali di Prelievo di campioni
■ N. __06__ Rapporti di Prova relativi ai campioni prelevati
☐ N. _____ Verbali di Prova in presenza dell'interessato a garanzia dei diritti alla difesa

Il Responsabile della Sezione Acque
Dott. Luigi Colugnati

Visto
Il Responsabile del Servizio Tematico Analitico
Dott. Federico Lutman

Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente per il Friuli-Venezia Giulia • ARPA

STUDIO PRELIMINARE SULL'IMPATTO IN AMBIENTE MARINO DEL DEPURATORE FOGNARIO DI TRIESTE E DEL RELATIVO DIFFUSORE.

SHORELINE SCARL - AREA DI RICERCA

Soc. Coop. a r. l. Padriciano 99 - 34012 Trieste Italy

Referenti progetto dott. Marco Francese e dott. Carlo Franzosini

In collaborazione con
Hydrotech srl - AREA, CRA Studio Assoc.

IPOTESI DI LAVORO

I dati relativi alla **geometria del diffusore** fornitici dalla committenza identificavano l'impianto di smaltimento a mare del depuratore fognario di Servola in 2 condotte parallele, che all'esterno del bacino hanno un orientamento a 287°, una volta uscite dal bacino portuale tra la prima e la seconda opera di protezione a mare: una lunga 6500 m (diametro 120cm) ed una 7500m (diametro 150cm). La prima ha un terminale di 500 metri con varie torrette a diffusione orizzontale alte 2m (diametro 20cm); il terminale della seconda presenta 1000 metri finali con torrette simili e distribuite allo stesso modo.

Nell'idea propositiva ci si prefiggeva di valutare l'**andamento del "pennacchio"** di diffusione del liquame in mare e la situazione dell'ambiente marino intorno al diffusore in condizioni critiche per il bacino recettore (tipicamente la stagione estiva). Integrando dunque una ricognizione già svolta nel novembre 1999 per la raccolta di dati chimico-fisici presi in prossimità degli scarichi fognari del Golfo.

Innanzi tutto bisogna sottolineare che il presente studio è stato ipotizzato come **preliminare**, in quanto sono stati presi in considerazione solo i parametri essenziali (T, S, DO, pH, FTU, Chlα, Colitot, Ptot, N-NH_4, Tox interstiziale, Microtox ® SPT fase solida, qualitativa organici, sost org tot, quantitativa Metalli), per valutare la dispersione del refluo nell'ambiente marino e per avere delle indicazioni sull'eventuale tossicità dei fanghi depositati in prossimità del diffusore. Altri parametri (microinquinanti, PCB, IPA, tossicità cronica, mutageneticità, etc,..). non sono stati presi in considerazione causa l'occasionalità delle indagini effettuate. Questo limite derivava dalla dimensione del budget e dall'impossibilità di attuare un'indagine su di un arco temporale più vasto Inoltre era associato alla mancanza di uno studio che caratterizzasse il refluo all'origine della condotta di diffusione, poiché su indicazione del committente venivano rispettati i valori di norma limitatamente ai parametri dondamentali (s.s. – BOD5 – COD); l'ipotesi suggerita di confronto fonte – emissione è stata dunque rimandata successivamente a questa fase prericognitiva. La mancanza di dati analitici e tossicologici sul refluo trattato ha reso ovviamente problematica l'interpretazione dei dati raccolti a mare.

Pertanto **coesistevano 2 obiettivi**: uno sulla **metodologia** di indagine e quindi sui parametri da scegliere ed uno sulle **conclusioni preliminari** che si potevano trarre da questo lavoro , a soddisfare la domanda del

committente volta a capire la funzionalità dell'impianto ed il suo areale di impatto.

Nello scegliere i parametri d'analisi, ci si è rifatti alla legge quadro 152/99 e DL correttivo ed integrativo 258\'00. Si è ritenuto pertanto, in via cautelativa di considerare la zona di scarico del refluo come **corpo idrico significativo**. Infatti sulla base dell'allegato 1 cap.1.1.3, pur essendo al di là dei 3000 m dalla costa, l'area rientra entro l'isobata dei 50 metri e presenta caratteristiche sedimentologiche simili a quelle più prossime alla linea di costa (entro i 3000m).

Pertanto sono stati presi in considerazione tutti i 3 elementi indicati nella norma, ovvero **acque, sedimenti e biota**, e per questi i **parametri selezionati** sono stati :

- per le acque: T, Dens, Sal, pH, eH, DO, O%, Turb (NTU), Disco Secchi, Fluo-CHla, N-NH_4, Coli tot, Ptot,
- per i sedimenti Sost. Organica tot, test ecotossicologici acuti su fase solida e su elutriato, analisi qualitativa della componente organica, Metalli pesanti sui campioni più tossici,
- per il biota indagine visiva della comunità bentonica.

Tutte le misure sono state **georeferenziate** e quelle utili all'interpretazione sono state post-processate su mappe digitali.

Va sottolineato infine che, in una logica di **ottimizzazione del budget** a disposizione, non si è potuto procedere all'analisi di tutti i parametri per ogni stazione di campionamento, bensì alcune misure sono state effettuate secondo una **logica "ad incastro"**.

In agosto (24\08\2000) è stata realizzata una giornata di monitoraggio acque, anche per poter cogliere gli ultimi momenti estivi con stratificazione della colonna d'acqua. In settembre (12\09\2000) si è proceduto all'indagine chimica ed ecotossicologica dei sedimenti depositati attorno al diffusore.

Ecco dunque che i rilievi con **sonda** multiparametrica e sensori ad altissima risoluzione e con disco di **Secchi** sono stati eseguiti **lungo l'asse** delle due condotte (19\9\00) **e radialmente** da un unico punto di diffusione (24\8\00), allo scopo di rilevare variazioni anche minime nella colonna d'acqua. L'ipotesi era di verificare la possibilità di identificare il pennacchio a mezzo di parametri fisici e chimici e di capire come si distribuisse in 2 giornate di calma lungo i 1500 metri di diffusione e nell'area limitrofa. Per abbinare alla rilevazione *in situ* dei parametri fisici e chimici alcuni indicatori biotici, si è deciso di ricercare **nutrienti e coliformi** a 3 profondità diverse (0, -10, -18 m), **radialmente** verso i 4 punti cardinali, ma

alternativamente: alla distanza di 30m l'azoto ammoniacale, a 100m il fosforo totale ed i coli totali.

Sui **sedimenti**, a fronte di una riunione con il committente, si è deciso di aumentare i punti di campionamento rispetto alla ipotesi in preventivo (da 9 a 12) per cercare di **circondare** il tratto di diffusione con prelievi lungo l'**asse**, a **100m** ed a **1000m**, al fine di cogliere un effetto soglia proporzionale alla distanza. Le analisi proposte avevano una logica ***step to step***, che consentisse l'approfondimento già in questa fase preliminare su quei campioni che avessero dato segnali di elevata potenzialità tossica o che delineasse le priorità per indagini future o per monitoraggi di controllo.

La distribuzione dei punti è apprezzabile nella mappa digitale in allegato (**mappa 0**).

I **test eco-tossicologici** sui sedimenti, non potendo prevedere batterie più ampie, sono stati applicati uno sull'**acqua interstiziale** ed uno sulla **fase solida**. Questo per poter osservare un'eventuale correlazione tra la potenzialità tossica legata alla matrice solida e quella presente nell'acqua interstiziale. Inoltre il test ecotossicologico è stato inteso come principale indicatore utile a **determinare l'area o la soglia** di influenza del diffusore e come **primo step** per individuare i punti con tossicità elevata sui quali prestare maggior attenzione e procedere con eventuali analisi ulteriori.

Sempre come **primo step** si è inteso procedere con l'osservazione *in situ* della composizione della **componente biotica bentonica**. Questo è stato effettuato mediante *indagine visiva* effettuato da un biologo – subacqueo, integrando questi dati con l'osservazione preliminare di rappresentanti della fauna interstiziale nei campioni di sedimento. Questo al fine di rilevare l'assenza o meno della comunità vivente (azonosi).

Come **secondo step** la **componente organica** era analizzata **qualitativamente**, compiendo così uno screening completo sulle famiglie di composti tossici di origine antropica. A complemento è stata effettuata l'analisi della **sostanza organica totale,** per valutare il carico organico in questa zona confrontandola con dati storici e considerare l'apporto dato dalla diffusione del refluo.

Un **terzo step** prevedeva la ricerca delle concentrazioni di **metalli pesanti** per la componente inorganica. Sempre come ipotesi consequenziale, ma prevista per una fase di studio successiva, era considerata una **analisi quantitativa** (risoluzione ppb) sulle specie chimiche pericolose individuate.

Infine c'è da sottolineare che per evitare l'interferenza data dall'accumulo storico di sostanze tossiche nella matrice di fondo, per tutti i campioni è stato raccolto lo strato superficiale del **sedimento**, ovvero di quella parte cronologicamente **pertinente al diffusore.**

La misura correntometrica istantanea di confronto (momento e punto del campionamento) non è stata effettuata poiché, a fronte di una riunione intermedia, si è ritenuto più utile ampliare lo studio sui sedimenti, in quanto integratori di dati storici e di riservare un'analisi del **quadro correntometrico** lungo il diffusore in una **fase successiva**.

ATTREZZATURE E PROTOCOLLI

Le posizioni di campionamento sono tutte state rilevate con: **GPS** Trimble Pro-XRS con correzione differenziale via RTCM da satellite Omnistar (**mappa 0, mappa 01, mappa 02**). Alle stazioni è stato dato un codice alfanumerico che ricostruisse la posizione. Ovviamente tale codice era noto solo a chi operava in campo e non a chi ha condotto le indagini in laboratorio. In tabella sono riportati i codici e le definizioni delle varie stazioni

24\08\00	Long (°E)	Lat (°N)	
CF - Meda Tubone	13.6807	45.6435	Terminale del diffusore più lungo segnato con meda
Est 30	13.6815	45.6435	Verso un punto cardinale a distanza di tot metri dalla meda (poi vengono indicate le tre profondità di prelievo (0 supf, - 10m, - 18m)
Est 100	13.6822	45.6437	
Nord 30	13.6808	45.6439	
- Nord 100	13.6817	45.6447	
- Ovest 30	13.6805	45.6436	
- Ovest 100	13.6789	45.6438	
- Sud 30	13.6811	45.6431	
- Sud 100	13.6822	45.6424	
– 0 D	45.6394	13.6752	Lungo l'asse delle condotte nella posizione distale (meda),
– 0 M	45.6387	13.6856	Lungo l'asse delle condotte nella mediale (tra un terminale e l'altro),
– 0 P	45.6379	13.6894	Lungo l'asse delle condotte nella posizione prossimale (terminale della condotta più corta)
– 0 PP	45.6367	13.6930	Lungo l'asse delle condotte nella posizione più che prossimale (500m verso riva dal terminale della condotta più corta),
– 5000	45.6866	13.6880	A 5000 metri di distanza dal diffusore
100 D 90 S, 100 D 90 N, 100D 180 W			Attorno al terminale distale (meda) alla distanza di 100 metri verso i 3 punti cardinali con direzioni ortogonali all'asse delle condotte

1000 D 180 W			Attorno al terminale distale (meda) alla distanza di 1000 metri verso il largo (ovest) con direzione in asse delle condotte
100 P 90 S, 100 P 90 N,			Attorno al terminale prossimale (più corto) alla distanza di 100 metri verso i 2 punti cardinali con direzioni ortogonali all'asse delle condotte
1000 P 90 S, 1000 P 90 N,			Attorno al terminale prossimale (più corto) alla distanza di 1000 metri verso i 2 punti cardinali con direzioni ortogonali all'asse delle condotte

Il campionamento dei parametri abiotici è stato effettuato mediante **sonda** multiparametrica *Ocean Seven 316 Probe;* questa presenta i sensori standard che misurano Pressione, Temperatura, Conduttività, Ossigeno disciolto, pH, potenziale Redox dai quali vengono ottenuti anche la Concentrazione in ossigeno, Salinità, Densità e Velocità del suono Inoltre vi sono due sensori esterni che misurano i parametri Torbidità e Fluorescenza.

L'analisi della **trasparenza** (diversa dalla torbidità già misurata con sensore) è stata effettuata mediante disco di Secchi calato con corda metrata dall'imbarcazione, controllando in due persone l'estinzione della percezione del disco.

Per il **prelievo** dei campioni di acqua (-10m e –18m) si è provveduto alla raccolta a mezzo bottiglia Niskin ed alla conservazione a 4°C circa in borse termiche per un massimo di 4 ore.

Le misure di **azoto ammoniacale**, di **fosforo totale** e di **colimetria totale** sono state effettuate seguendo il protocollo Quaderno CNR-IRSA n.100 \'94.

Lo strato superficiale del sedimento è stato **prelevato a mano** da un subacqueo in immersione utilizzando sacchetti sterili di plastica inerte e barattoli di vetro sterilizzati. Come già sottolineato si è provveduto a raccogliere solo lo strato superficiale (primi 2-5cm), considerato il più recente. Anche in questo caso i campioni sono stati conservati a 4°C in borse termiche per un massimo di 6-7 ore.

Per estrarre l'**acqua interstiziale** dalla matrice dei sedimenti si è proceduto a centrifugare il campione per 30 minuti, senza alcun pre-trattamento chimico. Allo scopo di evitare ogni interferenza ottica l'acqua interstiziale è stata filtrata mediante filtri a siringa rimuovendo così particelle grossolane rimaste in sospensione.

Per la determinazione della tossicità di acque marine interstiziali si utilizza il **test di tossicità acuta** mediante il rotifero *Brachionus plicatilis*, la cui sensibilità di gran lunga superiore alla *Artemia* è ampiamente dimostrata in bibliografia. Il test viene condotto su piastre da cultura a pozzetti per la determinazione dell'EC50 a 24 ore, con un ulteriore conteggio alle 48 ore

(prot. ASTM E1440-91). Per aumentare la sensibilità del test con *Brachionus p.* sull'acqua interstiziale è stata ricercata la EC20 (concentrazione del campione corrispondente ad una inibizione del movimento pari al 20 %) oltre alla EC50.

Per la determinazione della tossicità acuta sulla fase solida si utilizza la risposta dei batteri luminescenti *Vibrio fischeri* standardizzata nel sistema Microtox® e nell'applicazione dei protocolli standard (Azur Environmental, SPT - Solid Phase Test), riconosciuti ormai come obbligatori sui sedimenti marini in numerosi stati comunitari. Il saggio si basa sulla variazione d'intensità della luce emessa dal batterio in presenza di fonti di stress rispetto ad un controllo. Per ogni campione, i risultati sono espressi come EC50. Questo parametro indica la percentuale di campione che ha provocato un decremento della luminosità percentuale nel 50% della popolazione di batteri dopo 30' di esposizione. I risultati del saggio SPT sono espressi anche in Unità Tossiche, quale reciproco aritmetico della EC50, per consentire una relazione diretta tra tossicità e concentrazione del campione.

La determinazione qualitativa delle **sostanze organiche** è stata effettuata con GC-MS (GAS massa) secondo la metodica US-EPA 6020.

La determinazione quantitativa della **sostanza organica totale** ha utilizzato la metodica CNR-IRSA - quaderno 64, Metodi analitici per i fanghi

La determinazione quantitativa di **specie metalliche** è stata effettuata con ICP-MS (ICP massa) secondo la metodica US-EPA 6020, con estrazione forte.

Infine per quanto riguarda l'analisi della componente **biotica bentonica**, è stata effettuata un'ispezione subacqueo con rilevamento visivo della situazione. Questo poiché riprese o foto subacquee non potevano essere raccolte a causa dell'elevata sostanza in sospensione e la conseguente riflessione del lampo del flash.

Lo staff di progetto era composto da: dott. Marco Francese, dott. Carlo Franzosini, dott. Daniele Traldi, dott. Enrico Vinzi, dott.ssa Marina Lipizer, in collaborazione con dott. Claudio Franci e dott. Angelo Cortesi.

RISULTATI

1. ISPEZIONE VISIVA DEL DIFFUSORE

Questa indagine è stata effettuata da parte di un biologo – subacqueo il giorno 19.09.00.

Risulta evidente che lungo il tratto di 1500 metri (somma dei due terminali, 500m e 1000m, con le torrette di diffusione) l'uscita del refluo non è omogenea, ma presenta in superficie un effetto simile ad una "polla" d'acqua localizzato in testa alle due condotte, oltre ad essere visivamente rilevabile sott'acqua sotto forma di efflusso che si diffonde ad una quota intermedia tra fondo e superficie. Inoltre la dimensione del particellato in uscita dalla testa del diffusore, al momento del rilievo subacqueo, è grossolana con elementi – di chiara origine fognaria - relativamente sottili e prevalentemente simili a dei filamenti ramificati, con dimensioni dell'ordine di alcuni centimetri (2-4) di lunghezza.

2. CONTROLLI CHIMICO-FISICI E MICROBIOLOGICI

Le **misure chimico-fisiche** sono state effettuate con sonda multiparametrica, i dati sono stati raccolti con listati di cui qui di seguito riportiamo uno stralcio, secondo uno step di campionamento di 0,1 metri:

L I N E A R - P R O F I L E [step: 0,10]
Sampling area - Meda tubone
Acquisition date: 24/08/2000 12:26:26

Date	Mea.Time	Depth	Temp	Cond	Sal	O2%	O2ppm	pH	Eh	Chl-a	Turb
24/08/2000	12:26:49	0,16	27,204	57,509	36,521	115,5	7,45	8,161	249,4	1,10	0,3
24/08/2000	12:26:49	0,15	27,203	57,510	36,523	115,5	7,45	8,161	249,4	0,40	0,3
24/08/2000	12:26:53	0,31	27,185	57,477	36,514	115,3	7,44	8,162	249,5	0,10	0,3
24/08/2000	12:26:53	0,40	27,177	57,454	36,503	115,2	7,44	8,162	249,5	0,20	0,3
24/08/2000	12:26:54	0,49	27,166	57,444	36,504	115,2	7,44	8,162	249,5	0,30	0,3
24/08/2000	12:26:54	0,56	27,153	57,434	36,507	115,3	7,44	8,163	249,5	0,50	0,3
24/08/2000	12:26:55	0,74	27,134	57,385	36,487	115,3	7,45	8,163	249,5	0,20	0,3
24/08/2000	12:26:55	0,84	27,111	57,365	36,491	115,3	7,45	8,163	249,5	1,00	0,2
24/08/2000	12:26:56	0,91	27,090	57,335	36,486	115,4	7,46	8,164	249,5	0,10	0,3
24/08/2000	12:26:56	0,96	27,061	57,329	36,504	115,5	7,47	8,164	249,6	0,30	0,3
24/08/2000	12:26:58	1,08	27,018	57,263	36,491	115,6	7,48	8,165	249,6	0,10	0,3
24/08/2000	12:26:58	1,23	27,014	57,260	36,491	115,6	7,48	8,165	249,6	0,10	0,3
24/08/2000	12:26:59	1,40	27,009	57,247	36,486	115,5	7,48	8,165	249,6	0,20	0,3
24/08/2000	12:26:59	1,65	26,992	57,205	36,470	115,5	7,47	8,166	249,6	0,20	0,3
24/08/2000	12:27:00	1,86	26,964	57,150	36,452	115,5	7,48	8,167	249,6	0,20	0,3
24/08/2000	12:27:00	1,93	26,940	57,139	36,463	115,5	7,48	8,167	249,6	0,10	0,3
24/08/2000	12:27:00	2,03	26,918	57,114	36,462	115,5	7,48	8,167	249,7	0,10	0,3
24/08/2000	12:27:01	2,15	26,899	57,114	36,477	115,5	7,49	8,167	249,7	0,10	0,3
24/08/2000	12:27:01	2,24	26,904	57,141	36,492	115,4	7,48	8,168	249,7	0,10	0,3

24/08/2000	12:27:01	2,30	26,908	57,145	36,491	115,5	7,48	8,168	249,7	0,10	0,3

2.1 CAMPIONAMENTO DI AGOSTO (24/08/2000)

2.2.1 I punti di prelievo

Le tabelle dei dati di campionamento sono le seguenti e si riferiscono ai punti di campionamento le cui coordinate sono qui appresso listate:

	Long (°E)	Lat (°N)
CF - Est 100	13.6822	45.6437
CF - Est 30	13.6815	45.6435
CF - Meda Tubone	13.6807	45.6435
CF - Nord 100	13.6817	45.6447
CF - Nord 30	13.6808	45.6439
CF - Ovest 100	13.6789	45.6438
CF - Ovest 30	13.6805	45.6436
CF – Start	13.6869	45.6424
CF - Sud 100	13.6822	45.6424
CF - Sud 30	13.6811	45.6431

500 m

Tab. 2.1.1

2.1.2 Trasparenza

Cod. stazione	data	Valore (m)
Meda (2ª testa)	24\08\00	- 9.50
Circonferenza a 30 m	24\08\00	- 10.00
Circonferenza a 100 m	24\08\00	-10.00

Tab. 2.1.2

Dalla tabella 2.1.2 il 24 agosto non si riscontravano grandi differenze lungo le radiali a partire dalla meda (finale della condotta più lunga ovvero testa); solo sopra a quest'ultima si riscontrava una differenza apprezzabile di 0,5m. Questo è stato probabilmente il risultato della presenza di forte Bora nei 2 giorni precedenti e della corrente per nord est nel giorno del prelievo.

2.1.3 Densità della colonna d'acqua (TS)

Nel campionamento di Agosto la colonna d'acqua risulta stratificata e un termoclino situato tra i 5 e i 9 metri di profondità separa lo strato superficiale caldo (T > 26°C) è meno salato (S < 37.0) da quello inferiore, contraddistinto da acque più fredde (T < 23°C) e salate (S > 37.7). Nelle otto stazioni circoscritte in un raggio di 100 m osserviamo che l'acqua reflua si è stratificata alla profondità di 16 metri.

Le stazioni più interne, comprese nel raggio di 30 metri, indicano la presenza del refluo anche alla profondità di 11 metri.

2.1.4 Azoto ammoniacale - Fosforo totale - Coliformi totali

Riportiamo qui di seguito i dati (**tabelle F1, N1, C1**) delle misure di **AZOTO AMMONIACALE, FOSFORO TOTALE** e **COLIFORMI TOTALI**, di cui si può osservare nei grafici relativi (**grafici F1, N1, C1**) la distribuzione lungo la colonna d'acqua, diversa a seconda dell'orientamento del punto di prelievo.

Stazione			Stazione	
FOSFORO	µg\l		**AZOTO AMM**	mg\l
P0-0	6.15			
P0-10	7.34			
P0-18	6.10			
P100E-0	6.37		N30E-0	0.12
P100E-10	9.29		N30E-10	0.26
P100E-18	8.31		N30E-18	0.25
P100N-0	7.71		N30N-0	0.18
P100N-10	6.37		N30N-10	0.26
P100N-18	8.01		N30N-18	0.15
P100W-0	9.97		N30W-0	0.25
P100W-10	9.55		N30W-10	0.22
P100W-18	10.70		N30W-18	0.21
P100S-0	6.35		N30S-0	0.13
P100S-10	5.92		N30S-10	0.18
P100S-18	10.99		N30S-18	0.22

Tab. F1 **Tab. N1**

Stazione	Coliformi tot. UFC/100 ml
C 100 E (-0)	0
C 100 E (-10)	800
C 100 E (-18)	11500

C 100 W (-0)	0
C100 W (-10)	310
C 100 W (-18)	8300
C 100 S (-0)	0
C 100 S (-10)	0
C 100 S (-18)	8500
C 100 N (-0)	0
C 100 N (-10)	1800
C 100 N (-18)	6800
C CO (-0)	0
C CO (-10)	5000
C CO (-18)	2500

Tab. C1

2.1.5 Commento

MEDA: dal punto di vista dei parametri chimico-biologici (ossigeno disciolto e torbidità, coliformi) (**grafici CF1 e CF2**) si osserva una marcata perturbazione intorno alla profondità dei 18-19 metri (in corrispondenza di un fondale di 23 metri circa).

NORD 30: rispetto alle 2 perturbazioni rilevate a Est, non se ne osserva la presenza al livello più superficiale - se non in maniera smorzata - seppure ci si trovi in presenza del valore massimo di azoto ammoniacale. Anche la seconda perturbazione, centrata sui 15 metri di profondità, risulta più moderata rispetto alle stazioni sud-orientali. (**grafico CF3**).

OVEST 30: si conferma la presenza di 2 discontinuità, anche se più attenuate rispetto alle altre stazioni prossimali (**grafico CF3**).

EST 30 e **SUD 30**: tra le stazioni prossimali ubicate ad una distanza di 30 metri dalla meda, si riscontrano le perturbazioni più accentuate (diminuzione di saturazione di ossigeno di -5% e aumento di torbidità di +1.4FTU, (**grafico CF3**), superiori a quelle riscontrate in corrispondenza della Meda. In entrambe le stazioni le perturbazioni si osservano a due quote (attorno ai 10 m e ai 16-18 m), tuttavia nella stazione SUD 30 la variazione a 10 m è più attenuata rispetto alla stazione EST 30. Il valore massimo di azoto ammoniacale è osservato in EST 30 in corrispondenza della discontinuità centrata sui 10 m e in SUD 30 nella discontinuità rilevata a 18 m, confermando l'origine antropica delle perturbazioni osservate.

In particolare, nella stazione EST30, la perturbazione centrata sugli 11 metri è particolarmente accentuata con una diminuzione di saturazione di ossigeno di -5% e un corrispondente aumento di torbidità di +0.9FTU.

NORD 100: la discontinuità è più attenuata e si riscontra su una fascia ristretta centrata sui 18 metri (in corrispondenza del maggiore contenuto di coliformi) (**grafico CF4**).

OVEST 100: La stazione distale sul lato Ovest della meda presenta una discontinuità centrata sui 17 metri in corrispondenza del valore massimo di coliformi; questa discontinuità coinvolge uno strato piuttosto consistente, essendo rilevabile tra i 13 ed i 18 metri di profondità (**grafico CF4**).

SUD 100: la discontinuità, particolarmente evidente per il parametro "torbidità", si osserva tra 16 e 21 metri, dove è anche più elevato il valore di coliformi totali (8500); (**grafico CF4**).

EST 100: lo strato superficiale (0 - 6 metri) è omogeneo, caratterizzato da acqua più calda e meno salata, ed è separato da un forte termoclino dalla massa d'acqua sottostante. Entrambe le stazioni "Est", se raffrontate al resto delle stazioni, presentano delle perturbazioni di analoga intensità e tipologia (evidenti soprattutto nel profilo verticale della percentuale di ossigeno e di torbidità) centrate a quote (11 e 16 metri) diverse da quelle in cui si riscontrano le perturbazioni delle rimanenti stazioni (15-16 e 18 metri).

2.2 CAMPIONAMENTO DI SETTEMBRE (12/09/2000)

2.2.1 I punti di prelievo

Nel campionamento di Settembre le tabelle dei dati di campionamento sono le seguenti e si riferiscono ai punti di campionamento le cui coordinate sono qui appresso listate:

		Long (°E)	Lat (°N)
CF - 0d	B	13.6752	45.6394
CF – 0m	intern.	13.6856	45.6387
CF - 0p	A	13.6894	45.6379
CF - 0pp	500	13.6930	45.6367
CF – 5000	5000	13.6880	45.6866

Tab. 2.2.1

2.2.2 Trasparenza

Cod. stazione	data	Valore (m)
0 pp	12\09\00	-14.00
0 p (1ª testa)	12\09\00	-6.00
0 m intern.	12\09\00	-13.50
0 d (2ª testa)	12\09\00	-7.50

5000 (bianco)	12\09\00	-14.50

Tab. 2.2.2

I dati di trasparenza del 12 settembre (tabella 2.2.2 e **grafico 1**) danno una tangibile conferma del dato riportati in osservazione diretta subacquea.

2.2.3 Densità della colonna d'acqua (TS)

La colonna d'acqua risulta generalmente omogenea, con temperatura compresa tra i 21.4°C sul fondo e i 22.5°C in superficie e salinità comprese tra 37.4 e 38.0. Soltanto nelle stazioni denominate 0p e 0d si riscontra una debole stratificazione termoalina in un sottile strato superficiale (T > 22.6°C, S = 37.4) (**grafico CF5**).

2.2.4 Commento

Le stazioni denominate **0PP** e **0M** presentano dei profili simili per tutti i parametri considerati fino alla profondità di 14 m. La stazione **0M** presenta una discontinuità in tutti i parametri considerati, ma particolarmente evidente nel profilo della torbidità (+1.2 FTU), centrata sui 16 m, come rilevato anche dalla trasparenza misurata mediante disco Secchi, (**grafico CF6**).

La stazione **0P** si distingue dalle altre in quanto contraddistinta dall'assenza dello strato superficiale più caldo e da temperatura costante (T = 21.8) dalla superficie fino agli 11 metri. Questo strato risulta inoltre caratterizzato da una maggiore torbidità in confronto a tutte le altre stazioni, come anche rilevato dalla bassa trasparenza determinata mediante disco Secchi.

La stazione **0D**, ubicata all'estremità occidentale della serie, presenta un aumento di torbidità, in corrispondenza di una diminuzione della percentuale di saturazione di ossigeno, tra i 5 e i 12 metri.

La stazione di riferimento **5000** sottolinea la diversità nella qualità dell'acqua, principalmente per gli aspetti di tenore percentuale di ossigeno disciolto e per temperatura lungo la colonna, ove è evidente la presenza di una discontinuità di temperatura nel raffronto con la stazione 0m (**grafico CF7**).

CLOROFILLA

I dati di **clorofilla non** sono stati rielaborati, poiché non sono significativamente validi se raccolti in un unico campionamento stagionale, ad un 'unica ora ed in un'unica condizione meteo-marina, oltre a non essere nelle premesse di progetto. Indicativamente si può rilevare che esistevano delle variazione tra le stazioni sopra alle "teste" del diffusore rispetto a

quelle più lontane o rispetto al bianco, ma resta un'ipotesi tutta da verificare.

3. ANALISI SUI SEDIMENTI

3.1 TEST DI TOSSICITA' ACUTA SU FASE SOLIDA

Per quanto riguarda i test di **TOSSICITÀ ACUTA**, riportiamo qui di seguito per primi i dati sulla fase solida ottenuti con **MICROTOX ®** . Dai risultati ottenuti si individuano 4 delle 5 classi di dati che in bibliografia identificano la qualità dei sedimenti (**tabella M1**). *valutazione tossicità sedimenti corpi idrici (Po) CNR Milano*).

Tab. M1

STP Microtox (EC50 %)	Classi qualità
> 10 %	1
1 ÷ 10 %	2
1 ÷ 0.1 %	3
0.1 ÷ 0.001	4
< 0.001÷	5

Riferendosi ai valori di EC50 (**tabella M2**), abbiamo le seguenti classi una con range <0.01, una da 0.1 a 1, una da 1 a 10 ed una >10. Il valore bassissimo significa che si potrebbe diluire di 1000 volte il campione solido per ottenere un effetto tossico sul 50% della popolazione esposta; quindi più basso è il valore e più alto è il potenziale tossico. Va sottolineato però che più del 50% dei campioni analizzati ha un EC50 >10 o non dà alcun segnale di effetto tossico. Se ci riferiamo invece alle UT (unità tossiche) (**tabella M2**), espressione per altro dell'IT (Indice Tossico), ritroviamo le 4 classi di dati (tra le 5 ipotetiche : 0 ÷ 5, 5 ÷ 50, 50 ÷ 500, 500 ÷ 1000, 1000 ÷ 5000) ed è intuitivamente più semplice osservare la correlazione essendoci una proporzionalità diretta.

Singolare è il valore alto del **bianco**. A commento va detto che il risultato ottenuto dimostra che il prelievo è stato effettuato in una zona incidentalmente ricca di composti organici di derivazione petrolifera, da come si evince nell'analisi qualitativa.

Va anche detto che considerando l'elevata variabilità qualitativa dei sedimenti marini e il diffuso inquinamento delle coste italiane, permane la difficoltà logistica di reperire un adeguato riferimento naturale con la stessa

granulometria, mineralogia, colore, sostanza organica, potenziale redox e pH per ogni campione da testare. Per questo motivo a meno di non preparare un bianco sintetico di sedimenti (aventi stessa composizione granulometrica mineralogica ecc... cosa abbastanza improbabile) ha poco senso per quanto riguarda i sedimenti adottare un bianco di confronto.

Di conseguenza questo campione, comunque valido come *baseline* nell'analisi della colonna d'acqua, diventa un **termine di interpretazione** nell'analisi dei sedimenti. In questo caso infatti la sua risposta in termini ecotossicologici diventa un utile confronto con i punti attorno al diffusore.

Ad una prima analisi, mettendo in ordine secondo la geografia dei prelievi, non si nota una soglia nella distribuzione dei valori, come ipotizzato, ma invece si osserva una decisa simmetria nella loro distribuzione (**tabella M3**).

Graficamente (**grafico M1**) vediamo che questa disposizione regolare della risposta dei batteri bioluminescenti alla tossicità dei sedimenti viene ben rappresentata da istogrammi in 3D. Per magnificare i risultati riportiamo i valori in scala logaritmica (**grafico M2**) e riusciamo così ad apprezzare bene meglio la simmetria geografica dei dati.

A questo punto, per avere una precisa visione georeferenziata e controllare eventuali correlazioni con la matrice di fondo, abbiamo fatto due analisi GIS, una riferita all'EC50 (**mappa M1**) ed una alle UT (**mappa M2**), interpolando il *layer* delle posizioni da GPS Differenziale (±1m) con quello della granulometria del fondale ed infine con quello delle tabelle Microtox ®. Viene confermata la perfetta simmetria dei risultati sui campioni di fondo. Inoltre con l'intento di verificare una corrispondenza con la matrice di fondo, sembra esistere una correlazione tra i dati a tossicità più elevata e la granulometria di fondo più fine, mantenendo costante la distanza dal terminale della condotta.

Tab. M2 SCALA VALORI DECRESCENTI

CAMPIONE	EC50%	Unità Tossiche
100 D 180 – MX	0.0096%	**2083**
1000 P 90S – MX	0.44%	**179**
5000 N RNM – MX	0.149%	**134**
1000 P 90N – MX	0.228%	**87.7**
OD – MX B	2.01%	**39.2**
100 D 90 S – MX	16.10%	**4.90**
OM – MX	46.53%	**1.69**
100 D 90 N – MX	52.86%	**0.37**

OP – MX	n.t	**n.t**
100 P 90 S – MX	n.t	**n.t**
100 P 90 N – MX	n.t	**n.t**
1000 D 180 W – MX	n.t.	**n.t.**

Tab. M3 SCALA DISTANZE DAI DIFFUSORI

CAMPIONE	**EC50%**	**Unità Tossiche**
OP	n.t	**n.t**
OM	46.53%	**1.69**
OD	2.01%	**39.2**
100 P 90 S – MX	n.t	**n.t**
100 P 90 N – MX	n.t	**n.t**
100 D 90 S – MX	16.10%	**4.90**
100 D 90 N – MX	52.86%	**0.37**
100 D 180 – MX	0.0096%	**2083**
1000 P 90S – MX	0.44%	**179**
1000 P 90N – MX	0.228%	**87.7**
1000 D 180 W – MX	n.t.	**n.t.**
5000 N RNM – MX	0.149%	**134**

A cosa sia **imputabile** dunque questa risposta tossica è difficile da definire; per la stazione 0D, la peggiore, potrebbero essere le tracce rilevate dall'analisi qualitativa. Quantitativamente però ci manca il dato. Una alternativa è la dimostrata correlazione diretta tra la risposta del Microtox ® e la concentrazione di sostanza organica in casi studio di aree costiere e portuali in Italia (ad es.: Bagnoli NA). In questo caso però la correlazione non sussiste per la maggior parte degli altri campioni. Potrebbe esistere anche una correlazione con la presenza di composti solforati. Le ipotesi che che **riteniamo più probabili** sono però: l'accumulo di un metallo pesante, in questo caso il **nickel**, **o** l'effetto sinergico di **piccole concentrazioni** di inquinanti in una matrice di fondo fine che li rende facilmente idrosolubili e quindi biodisponibili **o** infine ancora l'effetto della **sola matrice** di fondo senza elementi tossici, quale elemento di interferenza sulla bioluminescenza batterica. Infatti questa considerazione ci viene dall'osservazione delle mappe realizzate, riferite alla distribuzione sedimentologica dei fondali. Si rileva una netta correlazione tra i segnali di tossicità elevata tossiche maggiori ed il sedimento più fine (fanghi sabbiosi) Quest'ultima ipotesi viene affrontata in numerosi studi nazionali (ICRAM Roma) e statunitensi (*SC MRRi South Carolina*), secondo i quali la riduzione

della bioluminescenza batterica essa è funzione della dimensione media dei granuli di sedimento e quindi della superficie totale offerta dalla frazione fine all'adesione dei batteri. Bisognerebbe riuscire a normalizzare il tutto sulla frazione granulometrica, ma comunque sia la risposta non dovrebbe mutare radicalmente.

3.2 TEST DI TOSSICITA' ACUTA SU ACQUA INTERSTIZIALE

Consideriamo ora i test di **TOSSICITÀ ACUTA** su acqua interstiziale con il rotifero ***BRACHIONUS PLICATILIS*** a 24 e 48 ore ed osserviamo i risultati di immobilità\mortalità a 24 ore nonché a 48 ore.

Il risultato valido è che tutti i campioni presentano una percentuale di immobilità\mortalità minore del 50% alle 24 ore, ma ben 5 campioni danno tracce di tossicità, sicuramente di intensità debole. Il test si può ritenere attendibile e vero poiché tale risultato non è ascrivibile alla variabilità intrinseca del testdel tal quale rilevano un effetto (**tabella R1 e R2**).

Ordinando i valori di immobilità % alle **24 ore** sul "tal quale" osserviamo che viene segnalata una risposta più marcata in prossimità del terminale della condotta più corta (OP) e generalmente una risposta più marcata nei campioni prelevati a nord del diffusore, compreso quello alla distanza dei 1000 m. Mettendo infatti ordine secondo la geografia dei prelievi, non si nota alcuna simmetria nei valori, come per il Microtox ® (**tabella R4**) e ciò è meglio visibile in 3D (**grafico R1**).

L'analisi GIS, riferita all'EC50 (**mappa R3**) interpolando il *layer* delle posizioni da GPS Differenziale (±1m) con quello della granulometria del fondale ed infine con quello dei dati sui rotiferi, non rileva alcuna correlazione con la matrice di fondo.

Alle 24 ore è stato ricercato l'EC50 in % con il metodo del Probit (**tabella R3**), ovvero estrapolando una retta ipotetica. Nel caso dunque di assenza di risposta positiva alle concentrazioni utilizzate nel test, usando la massima cautela, possiamo considerare questo numero come verifica del fatto di avere un EC50 molto superiore al 100% e stimare indicativamente di quante volte dovrei concentrare il campione prima di osservare degli effetti tossici. Si riscontra una corrispondenza con i dati di immobilità\mortalità % e di fattori di concentrazione dell'acqua interstiziale tra 1000 ed 1mlrd. Ovviamente con delle $p >> 0.05$ non posso considerare questi come dei valori significativi.

Tab. R1

100 D 180 24 h

	Bianco	C1	C2	C3	C4	TQ
% immobilità	3	10	3	0	0	13

100 D 90S 24 h

	Bianco	C1	C2	C3	C4	TQ
% immobilità	0	0	0	0	0	0

100 D 90 N 24 h

	Bianco	C1	C2	C3	C4	TQ
% immobilità	3	0	16	3	0	13

OD 24 h

	Bianco	C1	C2	C3	C4	TQ
% immobilità	0	3	3	3	10	0

OM 24 h

	Bianco	C1	C2	C3	C4	TQ
% immobilità	0	3	3	3	9	3

OP 24 h

	Bianco	C1	C2	C3	C4	TQ
% immobilità	3	3	0	3/	0	20

100 P 90S 24 h

	Bianco	C1	C2	C3	C4	TQ
% immobilità	3	0	0	0	0	0

1000 P 90S - 24 h

	Bianco	C1	C2	C3	C4	TQ
% immobilità	0	0	0	0	0	0

100 P 90N 24h

	Bianco	C1	C2	C3	C4	TQ
% immobilità	0	0	13	10	3	3

1000 P 90N 24h

	Bianco	C1	C2	C3	C4	TQ
% immobilità	3	12	6	17	22	16

1000 D 180 24h

	Bianco	C1	C2	C3	C4	TQ
% immobilità	0	0	3	10	3	3

5000 N RMN 24h

	Bianco	C1	C2	C3	C4	TQ
% immobilità	0	0	0	0	6	0

Tab. R2 Scala valori decrescente

cod	% immobilità sul T.Q
OP	20
1000 P 90N	16
100 D 180	13
100 D 90 N	13
OM	3
100 P 90N .	3
1000 D 180 .	3
OD.	0
100 P 90S .	0
1000 P 90S .	0
100 D 90S.	0
5000 N RMN.	0

Tab. R3 Scala valori decrescente

cod	EC 50 %	p
OP	1,448.00	0.333
OD	13,593.00	0.225
1000 P 90N	18,329.00	0.275
100 D 180	1,743,000.00	0.696
OM	166,800,000,000.00	0.559
100 D 90S	NON CALCOLABILE	
100 D 90 N	NON CALCOLABILE	
1000 D 180	NON CALCOLABILE	
100 P 90N	NON CALCOLABILE	
100 P 90S	NON CALCOLABILE	
1000 P 90S	NON CALCOLABILE	
5000 N RMN	NON CALCOLABILE	

Tab. R4 Scala distanze dai diffusori

cod	% immobilità sul T.Q.
OP	20
OM	3
OD	0
100 P 90N .	3
100 P 90S .	0
100 D 180	13
100 D 90N	13
100 D 90S.	0
1000 P 90S.	0
1000 P 90N	16
1000 D 180 .	3
5000 N RMN	0

Alle **48 ore** i dati confermano nuovamente che tutti i campioni presentano una percentuale di immobilità\mortalità minore del 50% e quindi che l'acqua interstiziale non dà segnali di tossicità acuta (**tabella R5**).

Alle 48 ore è stato possibile valutare l'EC20 con il metodo del Probit, ovvero estrapolando una retta ipotetica, per alcuni campioni (**tabella R6**). Questo è una estrapolazione matematica che in via approssimativa ci può

dare dei valori utilizzabili unicamente a livello indicativo. Ovviamente con delle p >> 0.05 non posso considerare questi come dei valori significativi.

Comunque non si rileva alcuna variazione significativa rispetto ai risultati sulle 24 ore.

Tab. R5 Scala valori decrescente

cod	% immobilità sul T.Q
100 D 90 N –	30.00
5000 N RMN -	23.00
100 D 90S -	20.00
OP -	20.00
1000 D 180 -	20.00
100 D 180	16.00
100 P 90S -	16.00
1000 P 90S -	12.00
1000 P 90N -	12.00
OM -	9.00
100 P 90N -	3.00
OD	0.00

Tab. R6 Scala valori decrescente

cod	EC 20 %	p
100 P 90S	0.000263027	0,269
1000 D 180	0.013650078	0,125
5000 N RMM	0.29	0,118
100 D 90S	822,041	0,295
100 D 90 N	1,534,780	0,468
OD	1,623,780	0,397
1000 P 90N	1,725,210	0,225
OP	2,818,380	0,400
OM	16,681,000,000,000	0,776
1000 P 90S	NC	
100 P 90N	NC	
100 D 180	NC	

3.3 ANALISI QUALITATIVA DELLA SOSTANZA ORGANICA

I cromatogrammi (**grafici GM1 ÷ GM12**) relativi all'**ANALISI QUALITATIVA DELLE SOSTANZE ORGANICHE** eseguita sui campioni sopra specificati evidenziano quanto segue. Va subito precisato che tale analisi rileva la presenza di determinate sostanze e non la loro concentrazione.

In nessun campione analizzato si evidenzia la presenza delle seguenti sostanze organiche particolarmente pericolose:

- I.P.A. (idrocarburi policiclici aromatici)
- PCB (policlorobifenili)
- Sostanze organiche alogenate
- Oli minerali

In tutti i campioni
si riscontra la presenza di

- ftalati, molecola derivata dai composti plastici

Nei campioni : 0M-, 0D-, 0P-, 100D90S, 100D180W, 100P90N
si riscontra la presenza di

- acidi grassi

Nel campione : OD
si riscontra la presenza di
- gruppi di aromatici ramificati
- idrocarburi ciclici non aromatici.
- isoparaffine

Nei campioni : 100D90N-, 1000D180W
si riscontra la presenza di
- idrocarburi insaturi
- idrocarburi ciclici non aromatici.

Nei campioni : OP, OM
si riscontra la presenza di
- nonanale e decanale intracce

Nei campioni : 100P90S, 1000P90N,
si riscontra la presenza di
- idrocarburi insaturi
- idrocarburi ciclici non aromatici.

Nel campione :
5000RNM (bianco)
si riscontra la presenza di
- olio minerale paraffinico
- isoparaffine
- composto ossigenato di notevole intensità

Da quanto sopra riportato, raggruppando i cromatogrammi per sorgente (vicini a 0P o vicini a 0D) ed osservando i profili dei grafici, si individua una differenza tra i **2 gruppi** per quanto riguarda la composizione delle famiglie chimiche presenti.

Riportando in forma grafica (**grafico GM13**) dei **valori empirici** (1 per la presenza di acidi grassi e 3 per quella di idrocarburi insaturi e ciclici non aromatici o di aromatici ramificati) osserviamo una distribuzione degli effetti anche alla distanza dei 1000 m.

Infine si è osservato, durante il condizionamento dei campioni prima dell'analisi con il Gas Massa, alcuni composti davano segnale della presenza di **composti solforati**. I campioni, riportati in grafico (**grafico GM14**) hanno una disposizione regolare e simmetrica rispetto all'asse della condotta.

Per quanto riguarda la determinazione della **SOSTANZA ORGANICA TOTALE** va detto che tramite il metodo utilizzato, mediante la determinazione del residuo secco a 105 °C e del residuo secco a 600 °C, si procede ad una quantificazione di tutta la sostanza organica presente nel campione. Si evidenzia che il valore del residuo secco a 600° C rappresenta il quantitativo di materiale inerte presente nel campione.

Osservando i dati ordinati per valori decrescenti (**tabella SO1**) notiamo che più dell'80% supera il 10 % p\p ss e se riportiamo questi valori ad un grafico 3D (**grafico SO1**)osserviamo che la sostanza organica è ben distribuita attorno al diffusore con una tendenza a diminuire verso i 1000m tranne che in direzione Nord. Inoltre l'analisi GIS dimostra che non c'è alcuna correlazione con la composizione del fondo (**mappa SO1**).

Tab SO1 Scala valori decrescente

Campioni	Residuo a 105 °C % p/p	Residuo a 600 °C % p/p	Sost. Organica tot. % p/p ss
100D90S	40.90	33.50	17.50
5000RNM	47.30	40.70	15.60
100P90N	42.30	35.90	15.10
100D90N	41.70	35.50	14.70
100P90S	44.40	38.60	13.70
100D180W	45.30	39.70	13.20
1000P90N	38.80	33.20	13.20
0M	48.20	43.20	11.80
0D	20.00	15.10	11.60
0P	46.90	42.50	10.40
1000P90S	50.20	46.50	8.70
1000D180W	38.60	36.40	5.20

3.4 ANALISI QUANTITATIVA DI METALLI PESANTI

Sono stati ritenuti significativi per la determinazione **QUANTITATIVA DELLE SPECIE METALLICHE** i seguenti campioni: 1000P90N (**tabella HM1**), 1000P90S (**tabella HM2**), 100D180W (**tabella HM3**). Sono stati determinati i seguenti metalli: Cromo totale, Rame, Arsenico, Cadmio, Piombo, Zinco, Nickel.

Tab. HM1 1000P90N 000 N

Parametro	Concentrazione mg/kg T.Q.	Concentrazione mg/kg ss	Colonna A mg/kg ss	Colonna B mg/kg ss	Colonna C mg/kg ss
Cromo totale	7,27	18,74	20	100	500
Rame	5,52	14,23	40	50	400
Arsenico	2,24	5,77	15	25	50
Cadmio	0,04	0,10	1	5	20
Piombo	13,86	35,72	45	100	500
Zinco	19,66	50,67	200	400	3000
Nickel	22,35	57,60	45	50	150

Tab. HM2 1000P90S 1000 S

Parametro	Concentrazione mg/kg T.Q.	Concentrazione mg/kg ss	Colonna A mg/kg ss	Colonna B mg/kg ss	Colonna C mg/kg ss
Cromo totale	13,27	26,43	20	100	500
Rame	8,99	17,91	40	50	400
Arsenico	5,48	10,92	15	25	50
Cadmio	0,03	0,06	1	5	20
Piombo	6,93	13,80	45	100	500
Zinco	21,81	43,45	200	400	3000
Nickel	50,14	99,88	45	50	150

Tab. HM3 100D180W 100 O

Parametro	Concentrazione mg/kg T.Q.	Concentrazione mg/kg ss	Colonna A mg/kg ss	Colonna B mg/kg ss	Colonna C mg/kg ss
Cromo totale	8,77	19,36	20	100	500
Rame	12,36	27,28	40	50	400
Arsenico	3,55	7,84	15	25	50
Cadmio	0,12	0,26	1	5	20
Piombo	16,88	37,26	45	100	500
Zinco	44,22	97,62	200	400	3000
Nickel	32,27	71,24	45	50	150

I valori di concentrazione assunti come riferimento (colonne A,B,C) sono relativi alla tabella 1 allegata al **Protocollo** recante criteri di sicurezza

ambientale per gli interventi di escavazione, trasporto e reimpiego dei fanghi estratti dai canali di **Venezia**.

Il suddetto protocollo e' relativo all'intesa raggiunta il 30 marzo 1993 tra il Ministero dell'Ambiente, il Comune di Venezia, la Provincia di Venezia, il Comune di Chioggia e il Magistrato alle Acque.

Colonna A: valori limite per fanghi dragati utilizzabili per interventi di ripristino di morfologie lagunari comportanti il contatto diretto o indiretto dei fanghi con le acque della laguna e suscettibili di rimettere in ciclo il materiale stesso.

Colonna B: valori limite per fanghi dragati utilizzabili per interventi riguardanti il recupero ed il ripristino di isole lagunari in maniera tale da garantire un confinamento permanente del materiale utilizzato in modo da impedire ogni rilascio di inquinanti nelle acque della Laguna.

Colonna C: valori limite per fanghi dragati utilizzabili per interventi riguardanti ampliamenti ed innalzamenti di isole permanentemente emerse o di aree limitrofe alla conterminazione lagunare, realizzate con un confinamento permanente costituito da fondazioni profonde e continue tali da evitare, in corso d'opera od a opera compiuta, qualsiasi rilascio di specie inquinanti a seguito di processi di erosione dispersione ed infiltrazioni di acque meteoriche.

In relazione ai risultati analitici relativi alle specie metalliche determinate si rileva che:

1. nel campione 1000P90N i valori di concentrazione di:

cromo, rame, arsenico, cadmio, piombo e zinco risultano inferiori ai valori limite di cui alla colonna A

nickel risulta inferiore ai valori limite di cui alla colonna C

2. nel campione 1000P90S i valori di concentrazione di:

rame, arsenico, cadmio, piombo e zinco risultano inferiori ai valori limite di cui alla colonna A

cromo risulta inferiore ai valori limite di cui alla colonna B

nickel risulta inferiore ai valori limite di cui alla colonna C

3. nel campione 100D180W i valori di concentrazione di:

rame, arsenico, cadmio, piombo e zinco risultano inferiori ai valori limite di cui alla colonna A

nickel risulta inferiore ai valori limite di cui alla colonna C

Evidenziandosi la presenza in quantità pericolose del **Nickel**, abbiamo voluto controllare se questo fosse presente in **altre parti del Golfo** e se il rapporto di questo metallo con un altro fosse alterato rispetto a quanto si trova in bibliografia (**tabella HM4**). Da articoli e lavori recenti (1996 –1998)

effettuati sul bacino portuale ed in particolare all'interno delle dighe foranee, risulta che tra gli elementi più frequentemente fuori limite troviamo il Nickel, ed anzi che è quello sempre sopra soglia; i dati da bibliografia sono paragonabili a quelli raccolti in questo campionamento restando tutti in un range tra i 50 ed i 90 mg/Kg ss (sempre con estrazione forte). Considerando i rapporti tra Nickel e Piombo e tra Nickel e Cromo dei dati bibliografici e confrontandoli con quelli dei nostri valori risulta che in prossimità del diffusore non vi è una disproporzione a favore del Nickel. L'unico valore che desta perplessità è quello a 1000 m verso Sud, un po' elevato e sfalsato rispetto al Piombo.

Tab HM4

	Ni mg/Kg ss	Pb mg/Kg ss	Cr mg/Kg ss	Ni\Pb mg/Kg ss	Ni\Cr mg/Kg ss
BIBLIO	29	152.	18.	0.19	1.65
	34.	127.	22.	0.26	1.55
	78.	196.	33.	0. 4	2.34
	78.	166.	30. 0	0.47	2.63
	343.	202.	116.	1.7	2.96
	400.	260.	133.	1.54	3.01
DIFFUSORE	**58**	**33**	**19**	**1.76**	**3.07**
	100	**14**	**26**	**7.23**	**3.78**
	71	**37**	**19**	**1.91**	**3.68**

3.5 ANALISI DELLA COMPONENTE BIOTICA

Concludiamo con una componente di **GIUDIZIO**, ovvero la valutazione della presenza o meno di una **COMPONENTE BIOTICA**. Vengono qui descritte le osservazioni effettuate in immersione, essendo impossibile svolgere riprese e viene dato un giudizio sulla vitalità (o reciprocamente azonosi) del sito di campionamento (**tabella BI1**).

Tab. BI1

0D	Visibilità scarsa (1,5m) – velo di palline di materiale sospeso in corso di sedimentazione bianco di condizioni anossiche sul pelo superficiale del fondo – gusci di bivalvi vuoti – popolazione elevata di vermi tubicoli - ❒
100D90S	Visibilità discreta (3m) - flocculi in sospensione – *Pinna nobilis* gusci – ghiozzi – sciarrani – sogliole ❒
100D90N	Visibilità scarsa (1,5m) – velo bianco di condizioni anossiche sul pelo superficiale del fondo – gusci di bivalvi vuoti – popolazione elevata di vermi tubicoli - ❒
100D180W	Visibilità scarsa (2m) fango nero e non velo bianco di condizioni ipossiche – *Pinna nobilis* vive – ghiozzo ❒
1000D180W	Visibilità discreta (5 m) - gusci di vari bivalvi vivi – ghiozzi - buchi probabile tana di *Squilla* ❒
0M	Visibilità scarsa (3m) – fango chiaro – molti gusci di molluschi vivi – concrezioni di vermi tubicoli -*Pinna nobilis* vive – ghiozzi - ❒
0P	Visibilità ridotta (<1m) - Fango marrone scuro – solo gusci di animali morti ❒
100P90S	Visibilità scarsa (3m) - fango marrone – buchi di tana nel terreno (non *Squilla*) – gusci di bivalvi morti ❒
100P90N	Visibilità scarsa (3m) - fango scuro – buchi di tana nel terreno (non *Squilla*) – ghiozzo - gusci di bivalvi morti ❒
1000P90S	Visibilità discreta (5 m) - gusci di vari bivalvi vivi – ghiozzi - concrezioni di vermi tubicoli - *Pinna nobilis* vive – ghiozzi ❒
1000P90N	Visibilità discreta (5 m) - gusci di vari bivalvi vivi – ghiozzi - concrezioni di vermi tubicoli - *Pinna nobilis* vive – ghiozzi ❒
5000RNM	Visibiltà buona (5m) - Fondo pulito – molluschi, crostacei e pesci ❒

Riportate in grafico (**grafico BI1**)queste indicazioni mostrano un aumento di biodiversità e non azonosi, anche si evidenzia la presenza di una popolazione tipica da fondali fangosi e parzialmente degradati. Pertanto l'ambiente si ritiene consenta la vita di una biocenosi bentonica da porto.

CONCLUSIONI

L'obiettivo principale che ci si era prefissati era quello di cercare di valutare preliminarmente **l'area di impatto**, del diffusore fognário dell'impianto di depurazione di Servola –Trieste, e quindi ipotizzare, sempre in via preliminare, l'andamento del suo **"pennacchio"**. Trasversalmente coesisteva un **secondo obiettivo**, ovvero dedurre la **validità delle metodologie** di analisi utilizzate, in un ottica di monitoraggio futuro del medesimo sito.

Innanzi tutto bisogna sottolineare, come già fatto in premessa (vedi IPOTESI DI LAVORO), che il presente studio è stato ipotizzato come **preliminare**, mancando la possibilità (causa compressione nei tempi e nel budget) di valutare gli andamenti di più parametri di quelli presi in considerazione, di valutarli sia sul refluo a monte della condotta sia sullo stesso in uscita a mare ed infine di poterli analizzare in un arco temporale ampio.

La **realtà del Golfo di Trieste** (Nord Adriatico) è quella di essere un bacino chiuso identificabile come un unico corpo idrico significativo e di medio fondale (DL 258\00). E' tutto al di sotto della isobata dei 50 metri, scarsamente movimentato da correnti e con condizioni meteo marine molto variabili al succedersi delle stagioni. Inoltre in questo ambiente ad elevata urbanizzazione insistono molteplici realtà produttive: industrie, maricoltura e pesca, turismo nautico e balneare, attività portuali, compreso un intenso traffico di petroliere.

In particolare il tratto di diffusione delle condotte non è molto distante da due zone site tra il confine di Stato e Punta Sottile che sono individuate come zone adibite alla produzione di molluschi, cioè pulite da un punta di vista chimico-fisico e batteriologico secondo la legislazione vigente (Classificazione delle Zone di Produzione di Molluschi Bivalvi - Regione F.V.G. maggio 1998): una, la più vicina a Trieste, è classificata di tipo A e l'altra, più a Sud verso il confine, di tipo B.

CONSIDERAZIONI GENERALI

Innanzi tutto cominciamo col dire che risulta evidente, dalle osservazioni effettuate in immersione dal biologo- subacqueo, **l'assenza di corretta diffusione**, ovvero la fuoriuscita del refluo non avviene a mezzo delle torrette disseminate lungo 1500 m, bensì, come sorgente puntiforme, ma dalla porzione finale della condotta e forse, in prossimità al terminale più

distale, anche da qualche torretta più arretrata. Questo è confermato dall'andamento alternato dei dati di trasparenza lungo l'asse delle condotte e dalla disomogenea distribuzione dei parametri chimico fisici. Inoltre si è rilevata la **fuoriuscita di materiale sospeso**, imputabile probabilmente ad una rimozione dei depositi in condotta ed al lororiflocculamento a causa delle variazioni di flusso e del moto laminare del liquido (6 ore di percorso).

Sono state individuate **2 sorgenti puntiformi**, una in testa alla condotta più corta (cod. 0P) ed una in testa alla condotta più lunga (cod 0D). Inoltre, sulla base di dati di tossicità e della quantità di sostanza organica si potrebbero ipotizzare 2 modalità diverse di dispersione: una (da 0P) verso l'alto (**effetto a fungo**)con ricaduta tra i 100 ed i 1000m ed una (da 0M) verso il largo (**effetto a getto**) con ricaduta prevalente ai 100m, in cui potrebbe sommarsi alla ricaduta del precedente.

Da quanto sopra esposto e dai risultati di tutte le analisi si può affermare dunque che è ipotizzabile un effetto da parte del diffusore in un **areale di raggio 1000m e forse superiore.**

La **probabile direzione prevalente del "pennacchio"** sembrerebbe da queste prime analisi (in particolare considerando la risposta dei test con i Rotiferi, le osservazioni sulla componente biotica bentonica, la valutazione della concentrazione di sostanza organica e di metalli pesanti di origine antropica), sembrerebbe sia orientata verso **nord – nord-ovest**. Questo viene confermato dalla caratterizzazione idrodinamica del Golfo presente in letteratura: la circolazione è prevalentemente diretta verso occidente in senso antiorario.

Dunque, in un'ottica gestionale dinamica per l'ottimizzazione della dispersione del refluo, non si dovrebbe sottovalutare il **quadro idrodinamico** di questo bacino che risulta **sensibile e molto variabile** a causa dell'intensità ridotta delle correnti rispetto al resto dell'Alto Adratico, dell'aumento delle correnti di gradiente durante la primavera e l'estate, dell'effetto preponderante dei venti sul ricambio idrico (in particolare la Bora) e della formazione del termoclino stagionale (come si può constatare dai dati chimico fisici).

Infatti l'idrodinamismo condiziona in modo direttamente proporzionale la **capacità di autodepurazione** del corpo idrico (aumento torbidità, diminuzione luce, ipossia di fondo etc) e quindi la gestione dei trattamenti in impianto e della portata dell'effluente non dovrebbero prescindere da una analisi a feedback delle condizioni correntometriche del Golfo.

Poiché il limite dell'areale di influenza del diffusore fognario sembra superare i 1000m e considerando la variabilità del quadro correntometrico, va ricordato che bisognerà porre **particolare attenzione** al controllo di **bersagli sensibili** per dimostrare che non sono influenzati dalla dispersione dei sedimenti del refluo; in particolare un confronto dovrebbe essere effettuato conle zone A e B destinate alla molluschicoltura limitrofe e l'area balneabile cittadina.

CONSIDERAZIONI SULLA BASE DEI PARAMETRI CHIMICO-FISICI

Dal confronto tra i profili dei parametri delle acque misurati nelle quattro stazioni e in una stazione di controllo posta a 5000 m risulta che le stazioni 0p e 0d sono influenzate da fattori che ne determinano un aumento della **torbidità** e una corrispondente diminuzione della percentuale di saturazione dell'**ossigeno** (parametri in tab 13 DL 258\00 all.1 cap. 3.4.1.1) rispettivamente nello strato superficiale (0 - 8 m) e intermedio (5 – 12 m).

Considerata la disomogenea distribuzione dei parametri esaminati lungo l'asse delle condotte di scarico, si ritiene che l'**efficienza** idraulica del diffusore **non** sia pienamente **garantita**, avendo rilevato le maggiori perturbazioni in corrispondenza dei terminali delle due condotte anziché una uniformità delle condizioni ambientali lungo tutto il tratto di manufatto esaminato.

Per concludere quanto riguarda la possibilità di definire il **corpo idrico** come ***scadente o buono*** ci si dovrebbe rifare alla tabella 1\C dell'allegato 2 del DL 258\00 (secondo all. 1 cap. 3.4.3.1.) ma con misure effettuate per un periodo minimo di 12 mesi. Comunque sia si possono fare delle **considerazioni** in merito. I valori di O_2% sono spesso sotto all'80% in prossimità del fondo, ma questo è riscontrabile in quasi tutto il Golfo, come dimostra il "bianco" considerato. La quantità di particellato sospeso, valutata non in mg/l ma con valore relativo alla calibrazione con formazina (FTU), denota un'aumento dei valori, ma non con una differenza superiore al 30% del tenore di materie in sospensione in un punto non sottoposto all'influenza dello scarico, come dimostra il bianco.

Infine ricordiamo che la **classificazione** delle acque secondo quanto in norma (DL258\00 all.1 cap.3.4.3.1) **non** ha alcun valore mediante un **campionamento singolo** (periodo minimo per la prima indagine è di 24 mesi e 12 per le successive). Altresì è indicato nel medesimo testo di legge che tale criterio per la classificazione è utilizzato in attesa della definizione di un approccio integrato, validando così l'interpretazione di altri parametri.

Per quanto riguarda la metodologia di indagine, i risultati ottenuti dai monitoraggi di parametri chimico-fisici hanno rivelato una **correlazione tra**

2 dei i tipici **indicatori** di apporti urbani (N-ammoniacale e coliformi totali, ma non fosforo totale), determinati mediante successive analisi di laboratorio, **e le discontinuità** in temperatura, salinità, torbidità e ossigeno disciolto, rilevate direttamente ***in situ***. Si ritiene, quindi, che i dati di $N\text{-}NH_4$ e di Coli-tot, abbinati a quelli rilevabili con la sonda possano essere utilizzati direttamente per tracciare la dispersione del refluo nell'ambiente marino. In particolare la strumentazione impiegata in questo servizio (sonda multiparametrica) risulta quindi uno strumento particolarmente utile ed efficace per un monitoraggio rapido in quanto permette di ottenere in tempo reale e con elevata risoluzione verticale dati utili per tracciare la dispersione dei reflui urbani.

CONSIDERAZIONI SULLA BASE DELLE ANALISI DEI SEDIMENTI

Nell'ambito della valutazione del rischio ambientale di matrici solide complesse quali, ad esempio, sedimenti di origine portuale o derivati da scarichi, l'ecotossicologia costituisce un valido mezzo integrativo di indagine che, affiancata al tradizionale approccio chimico, fornisce importanti informazioni circa la biodisponibilità dei contaminanti. I saggi biologici, tuttavia, misurando l'effetto su organismi-test di miscele complesse di contaminanti, non consentono di identificare l'agente responsabile della specifica risposta tossica. Da qui l'esigenzadell'applicazione di un **approccio multidisciplinare** per la corretta valutazione della qualità dei sedimenti, che prevede l'integrazione di analisi di tipo chimico, biologico ed ecotossicologico (*ICRAM - Valutazione della tossicità fase solida*).

Innanzitutto va commentato il risultato ottenuto sul **bianco.** Questo campione è valido come *baseline* nell'analisi della colonna d'acqua mentre, per quanto riguarda i sedimenti ci dimostra che esistono altri punti in golfo contaminati localmente. Di conseguenza ci dà una misura del potenziale tossico attorno al diffusore. Possiamo dire infatti che ben 3 punti attorno al diffusore sono paragonabili ad un fondo inquinato da idrocarburi.

I **saggi biologici** effettuati danno una risposta diversificata a seconda sia stata analizzata l'acqua interstiziale (*Brachionus p.*) o la fase solida (Microtox ®).

Nel caso dei **test su acqua interstiziale**, sussistono deboli segnali di **tossicità acuta**. Normalmente dall'acqua interstiziale non si ha alcuna risposta, poiché si verifica l'assenza di una importante frazione solubile di

contaminanti, escludendo dunque sostanze organiche biodisponibili. L'unica **correlazione** possibile tra le risposte più marcate nei test con Rotiferi, pur sempre al di sotto del 50%, è quella **con** la concentrazione di **sostanza organica totale**: in entrambi i casi i valori più alti sono sulle stazioni a Nord.

Nel caso dei **test sulla fase solida** viene rilevata una risposta **tossica molto elevata sull'asse** del "getto" del punto di diffusione alla testa della condotta più lunga (0D), paragonabile alla peggiore classe di sedimenti (la 5 per Solid Phase Test Azur Env. Standard), **e** vengono rilevate risposte tossiche elevate anche **ai 1000m** (P90S e P90N) con classe 4 di qualità. Facendo dei **confronti**, queste 3 risposte sono paragonabili o superiori al potenziale tossico dato dalla famiglia di idrocarburi trovata nel bianco e sono paragonabili ai valori del porto di Viareggio riscontrati con il medesimo protocollo di analisi (T.U. = 1949,50; EC50% = 1,73) decretando la non movimentazione dei fondi. **Il resto** dei campioni, ovvero la maggior parte dei campioni, ci dà **classi migliori** di qualità o non risulta tossico. Per una migliore classificazione bisognerebbe avere una mole di dati decisamente superiore.

I valori alti in stazioni distanti dal diffusore denunciano un'evidente area di **influenza fino ai 1000m** da parte del depuratore. Il motivo per cui non si riscontrano dati elevati anche a 1000m verso ovest, potrebbe essere imputabile ad un'opera di tamponamento da parte della corrente prevalente in Golfo, che impedisce dunque la dispersione verso il largo. Ipotesi tutta da verificare.

A cosa sia **imputabile** questa risposta tossica è difficile da definire; per la stazione 0D, la peggiore, potrebbero essere le tracce rilevate dall'analisi qualitativa. Quantitativamente però ci manca il dato. Le ipotesi che che **riteniamo più probabili** sono però: l'accumulo di un metallo pesante, in questo caso il **nickel**, **o** l'effetto sinergico di **piccole concentrazioni** di inquinanti in una matrice di fondo fine che li rende facilmente ~~idrosolubili e quindi~~ biodisponibili; entrambi potrebbero essere amplificati dall'effetto che la **matrice fine (pelitica)** di fondo ha sui batteri bioluminescenti.

Il **carico organico** è **elevato**, e **decresce** del 30-50% **tra i 100 ed i 1000m**, verso sud ed ovest, ma **non verso Nord**. Confrontando i dati riscontrati con valori rilevati recentemente in studi nei porti di Trieste e di Viareggio si osserva che la situazione in prossimità del diffusore è **paragonabile a** quella all'interno delle dighe della Baia di Muggia e superiore ad un **porto** tirrenico.

Sost. Org. Porto Trieste	%	7 ÷ 15 (con punte a 20)
Sost. Org. Porto Viareggio	%	5 ÷ 6 (con alcuni siti <1)

E' altresì vero che non esiste un numero sufficiente di campioni di confronto o di prelievi lungo la stessa radiali che evidenzino il confine di interferenza del depuratore ed il rumore di fondo generato dalla sostanza organica naturale che normalmente si deposita. Va infine ricordato, quale limite superiore di riferimento che i fanghi in depuratori prima di subire il trattamento biologico hanno valori pari a 40%ss.

Rispetto ai parametri di legge (DL 258\00 cap. 3.4.1.3.) si rileva nei fanghi di fondo l'**assenza di composti tossici pericolosi** (IPA, PCB, pesticidi, sostanze organiche alogenate, oli minerali), tranne nel campione in testa alla condotta più lunga (0D).

La presenza di molecole derivate da composti plastici è un tipico prodotto delle condutture urbane o delle acque di dilavamento. Gli acidi grassi sono una tipica componente di acque civili ~~con un elevato carico~~ organico in assenza di depurazione biologica, ma sono facilmente biodegradabili.

Le concentrazioni dei **metalli pesanti** nei tre campioni che hanno dato un segnale elevato di tossicità acuta rientrano tutte in categoria A (sedimenti movimentabili con contatto diretto con l'ambiente marino), ad eccezione della quantità di Nickel che costringe a classificare questi **fanghi in categoria C**, ovvero non movimentabili o stoccabili con confinamento permanente. Per quanto riguarda il **nickel** desta sospetto la sua concentrazione elevata. Non si ha la controprova che esso è imputabile al refluo poiché mancano dati sulla sua concentrazione alla fonte durante l'anno. Il nickel è probabilmente uno degli elementi più importanti nella composizione della pelite di queste zone, può avere origine naturale o antropica (usato per la produzione dell'acciaio, negli scambiatori di calore degli impianti di raffreddamento, come catalizzatore di reazioni chimiche e negli accumulatori di corrente ed infine presente in tutti i combustibili fossili). Il fatto che sia una caratteristica del sedimento del Golfo sembrerebbe essere suggerito dal confronto della sua concentrazione maggiore verso sud in antitesi a quella settentrionale di piombo e zinco, elementi a prevalente derivazione antropica.

Dunque la **CONCLUSIONE PRELIMINARE** cui si può giungere è innanzi tutto di metodo: quanto realizzato si è rilevato efficace per valutare la qualità dell'ambiente e quindi reciprocamente per valutare l'impatto

generato dalle condotte di diffusione. Non esiste tuttavia un termine di confronto con una tabella di valori guida o limite; l'interpretazione quindi si basa sulle fonti bibliografiche o sulle esperienze recenti e non ancora pubblicate che stanno maturando in seno ad Enti di Ricerca Nazionali.

Volendo dare un giudizio, si denota che i parametri dell'acqua dimostrano che viene creato un ambiente ipossico e torbido nella zona più prossima alle teste dei diffusori. Questo può essere determinato dalla rottura di una o più colonnine situate in testa al diffusore, come è stato accertato in occasione delle indagini. Va detto che tali caratteristiche si abbinano a variazioni di salinità e temperatura e che quindi potrebbero consentire il confinamento vicino al fondo di un corpo idrico con tali caratteristiche durante il periodo estivo in cui si verifica la formazione di termoclino; a causa del mancato rimescolamento della colonna d'acqua, l'effetto del refluo non viene diluito.

Per quanto riguarda l'impatto sui fondali, si può sicuramente affermare che il diffusore sembra avere un'area di influenza estesa oltre ai 1000 m di distanza dalla linea delle torrette. Questo è dimostrabile dal fatto di non aver trovato una soglia netta nel potenziale tossico dei sedimenti e di aver riscontrato valori elevati di sostanza organica e di nickel. Il bianco, avendo una composizione di specie chimiche diversa dal sito campionato, dimostra che la tossicità riscontrata non è casuale. La prevalenza di valori elevati viene segnalata verso nord. Va detto d'altro canto che la causa di tali valori non è imputabile per certo al depuratore e che non è stata stimata una possibile interferenza data dall'accumulo storico di inquinanti in quella zona o dalla sua composizione granulometrica. Tale indagine inoltre non si può considerare a carico della committenza di questo studio, ad eccezione forse di una verifica a distanze maggiori e su altri punti di confronto.

Non si riscontrano però inquinanti pericolosi

La comunità biotica non sembra però risentirne a 1000m dal diffusore. Nulla si può dire sull'effetto mutagenetico del refluo.

PROPOSTE DI LAVORO FUTURO

Lo scopo di questo capitolo è quello di ipotizzare parti complementari a questa indagine preliminare, che consentano di definire meglio gli effetti del depuratore ed eventualmente le ipotesi di miglioramento della sua efficienza, sempre mantenendosi in un ottica di **autocontrollo gestionale** dell'Azienda. Trasversalmente vogliono anche sottolineare quegli aspetti che potrebbero essere posti all'attenzione delle Istituzioni competenti come **propositi gestionali futuri** e quindi dimostrerebbero l'intento dell'Azienda a garantire la compatibilità dell'impianto e, come citato nel **capitolo 3 dell'allegato 5** (rif. art. 31 comma 2), ad adoperarsi all'occorrenza per trattamenti appropriati, con l'obiettivo di rendere semplice la manutenzione e la gestione e di sopportare carichi idrici ed organici variabili, siano questi facenti parte di un trattamento primario che di uno secondario a seconda della soluzione tecnica adottata e dei risultati depurativi raggiunti.

Innanzi tutto bisognerebbe **allungare le radiali** in direzione nord ed ovest per ricercare la soglia dell'area di influenza del depuratore, controllando poi anche se esiste un effetto verso il canal navigabile, le mitilicolture e la città.

Questo potrebbe essere effettuato con test ecotossicologici su sedimenti abbinandolo alla ricerca di nickel, sostanza organica totale ed eventuali elementi selezionati dopo uno screening chimico quantitativo. In caso di spazio operativo sarebbe utile prevedere analisi per la normalizzazione dei campioni.

Secondariamente si ritiene utile effettuare un'indagine (anche unica, ma in condizioni di carico elevato) che ponga a **confronto l'origine della condotta (in impianto) e l'uscita in mare**, utilizzando test ecotossicologici (batteria di 3 test), screening chimico, rilevamento con sonda (Turb, DO, T, S) e traccianti intrinsechi (N-NH4, Coliformi totali o Streptococchi).

In terza battuta si suggerisce una **proposta per lo studio della componente dinamica** nella porzione di mare influenzata dall'impianto per lo smaltimento delle acque fognarie di Servola. La determinazione del campo di corrente marina orizzontale è strettamente collegata con il piano proposto di misure e campionamenti programmati attorno alle torrette di diffusione in mare dell'impianto di Servola. La conoscenza delle condizioni dinamiche è, infatti, indispensabile collocare gli altri rilievi effettuati in una

massa d'acqua definita da un punto di vista spazio-temporale. Nell'ottica generale di effettuare una accurata valutazione di impatto ambientale e quindi determinare l'eventuale necessità di un tempestivo trattamento biologico, è di notevole rilevanza determinarne quantitativamente i processi di diffusione cui sono sottoposti i liquami emessi dai diffusori in corrispondenza alle più significative condizioni meteo-marine ed in particolare nei periodi in cui i processi advettivi e turbolenti sono ridotti al minimo. A tal fine, a nostro avviso, è fondamentale mettere a punto ed eseguire una campagna sperimentale, in cui vengono prese in considerazione le tecnologie di misura di seguito elencate:

a) Misure del profilo verticale della corrente marina nella area ove sono collocati i diffusori, utilizzando preferibilmente profilatori di tipo ADCP.

b) Esecuzione di profili verticali (con imbarcazione in movimento) di corrente marina e dei principali parametri relativi all'acqua, che sono in grado di localizzare i processi di diffusione dei liquami emessi.

c) Esperimenti di diffusione con traccianti sintetici qualora la caratterizzazione dei processi diffusivi del pennacchio, effettuata con i metodi precedenti, fosse insufficiente.

d) Acquisizione dei dati necessari per caratterizzare il campo di vento

e) descrivere e prevedere, in relazione ai volumi di refluo versati ed alle condizioni meteo-marine esistenti, i processi di diffusione e diluizione che si verificano. A tal fine si ipotizza anche l'utilizzo di un modello tridimensionale idrodinamico del golfo di Trieste sviluppato nell'ambito di un intervento promosso dal Commissariato del Governo nella Regione Friuli – Venezia Giulia per il coordinamento delle attività oceanografiche concernenti la gestione del golfo di Trieste (progetto SIGMA)

Infine bisognerebbe poi **monitorare** periodicamente **l'efficienza della diffusione** (osservazione con subacqueo o con remote-camcorder). Parallelamente si suggerisce di **valutare incrementi o decrementi del livello di "compromissione" del corpo idrico**, (DL 258\00 all. 1 cap. 3.4.1.), unicamente del bacino pertinente al depuratore con l'attuazione di alcune campagne di monitoraggio simili a questa, svolte all'interno di un arco temporale lungo (1-2 anni). Potrebbero essere installate stazioni automatiche per il rilevamento di una buona parte dei parametri (vento, ossigeno disciolto, ammonio, fluorescenza tradotta in clorofilla a supporto dell'indice trofico, torbidità, idrocarburi, campionamento automatizzato per le analisi di tossicità).