



UNIVERSITÀ
CA' FOSCARI
VENEZIA



MAGISTRATO ALLE ACQUE



Consorzio Venezia Nuova



Istituto di Scienze Marine – Venezia
Consiglio Nazionale delle Ricerche



Biorisanamento “in situ” dei sedimenti dei fondali dell’Arsenale di Venezia

Presentazione preliminare del monitoraggio sulla qualità delle acque
Luglio 2007



Image © 2005 DigitalGlobe

© 2005

Go

ter 45°26'08.24" N 12°21'00.26" E elev. 2 ft Streaming 100%Eye alt 10

L'ARSENALE DI VENEZIA



L' ARSENALE DI VENEZIA

Culla della marina militare, museo naturale dell'arte di solcare il mare, ma anche una straordinaria nave capace di far viaggiare nel tempo, attraverso nove secoli di storia.

Una leggendaria "nave del tempo" sulla quale si sono imbarcati Dante Alighieri che visitò l'Arsenale nel 1312; Leonardo da Vinci, che volle vedere con i propri occhi questa meravigliosa città nel 1500; Enrico III re di Polonia e futuro re di Francia, nel 1574. E, ancora, Galileo Galilei, a più riprese fra il 1605 e il 1609, Federico IV di Svezia nel 1709, l'imperatore Francesco Giuseppe nel 1864

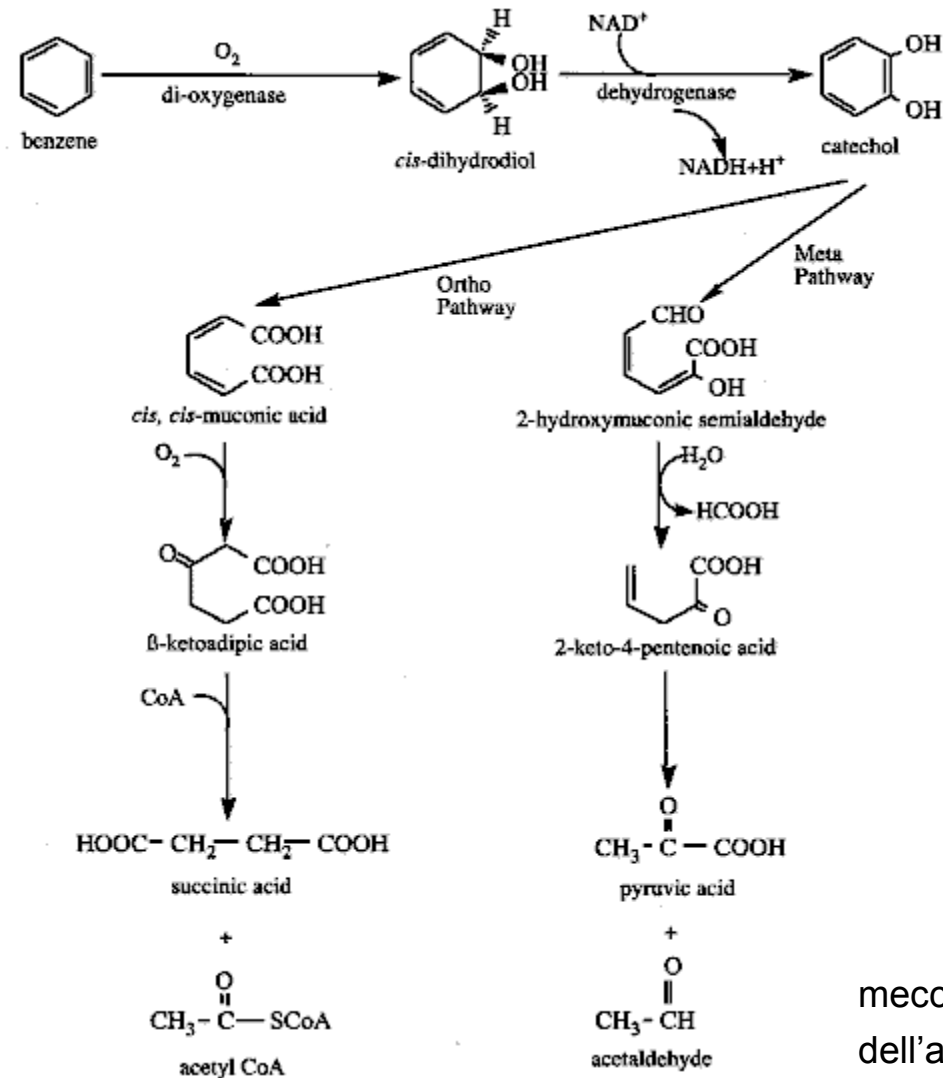
L'Arsenale è la più grande testimonianza di ciò che ha rappresentato la straordinaria potenza di Venezia, una città che ha saputo dominare la terra dall'acqua, che ha saputo capire che il potere economico passava attraverso il commercio delle materie prime e quel commercio - e quindi quel potere - ha saputo difenderlo con le sue navi da guerra. Costruite all'Arsenale



L'INTERVENTO DI BIORISANAMENTO

- La tecnica di BIO₂REMEDIATION ha come obiettivo quello di stimolare la biodegradazione aerobica di composti inquinanti presenti nei sedimenti; in particolare questa tecnica prevede di fornire ossigeno in maniera tale da garantire il mantenimento delle condizioni aerobiche e di fornire alle comunità microbiche endemiche l'accettore elettronico necessario per le reazioni di biodegradazione. Questo si ottiene attraverso l'ossigenazione non dei sedimenti stessi, ma anche della colonna d'acqua sovrastante mediante introduzione di ossigeno.

L'INTERVENTO DI BIORISANAMENTO



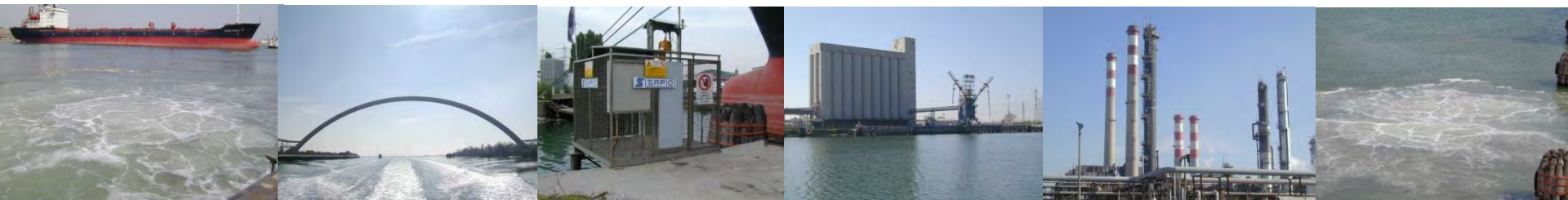
“La struttura aromatica dell’anello benzenico è una delle strutture chimiche più comuni in natura; pertanto non deve sorprendere il fatto che i microrganismi abbiano sviluppato la capacità di degradare i composti organici aromatici” (Smith, 1990)

meccanismo delle biodegradazione aerobica dell’anello benzenico

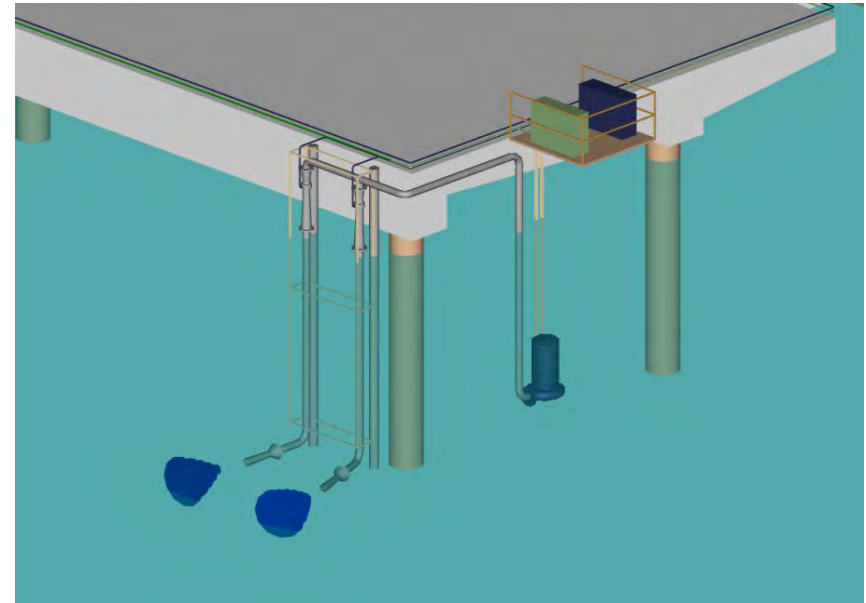
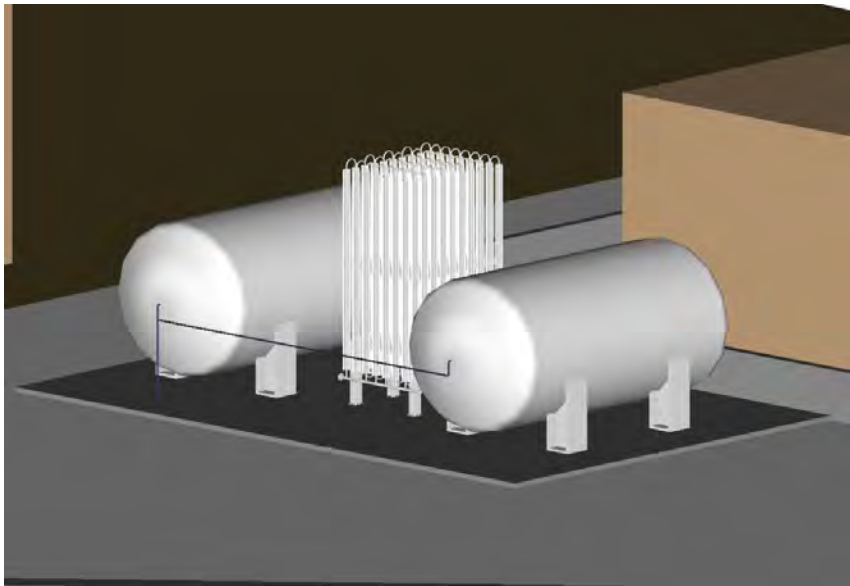
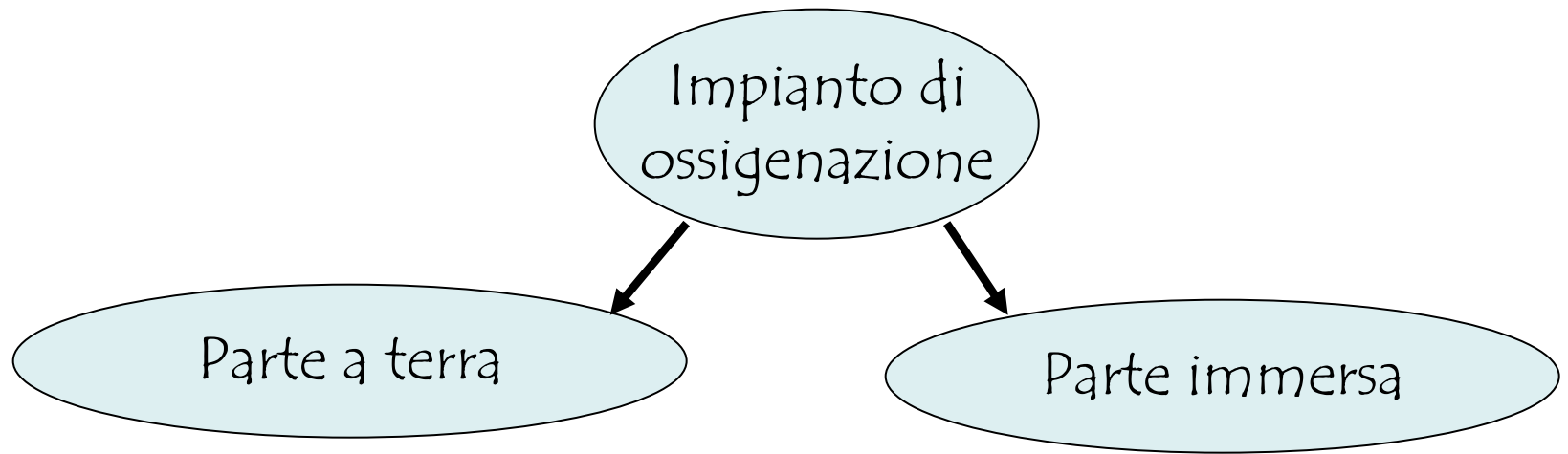
BIO₂ REMEDIATION A FUSINA

Il principio di funzionamento del sistema OXY-DEP è il seguente: la pompa preleva l'acqua e la invia ad un miscelatore statico dove, in corrispondenza alla sezione minima, viene iniettata una quantità di ossigeno pari a 3 volte quella che, alle condizioni operative, satura la corrente d'acqua. Il liquido superossigenato è quindi inviato ad un eiettore liquido-liquido, costituito da un ugello di fronte al quale è posizionato un bicono convergente divergente. L'acqua, uscendo ad alta velocità dall'ugello, fa sì che tra ugello e bicono si crei una differenza di pressione. Una certa portata d'acqua è quindi richiamata dalle zone circostanti l'eiettore ed in essa viene disciolto l'eccesso di ossigeno precedentemente iniettato.

L'impianto è stato attivato alle ore 20.00 e spento alle ore 07.00 di ciascun giorno per tutta la durata della sperimentazione.



BIO₂ REMEDIATION A FUSINA



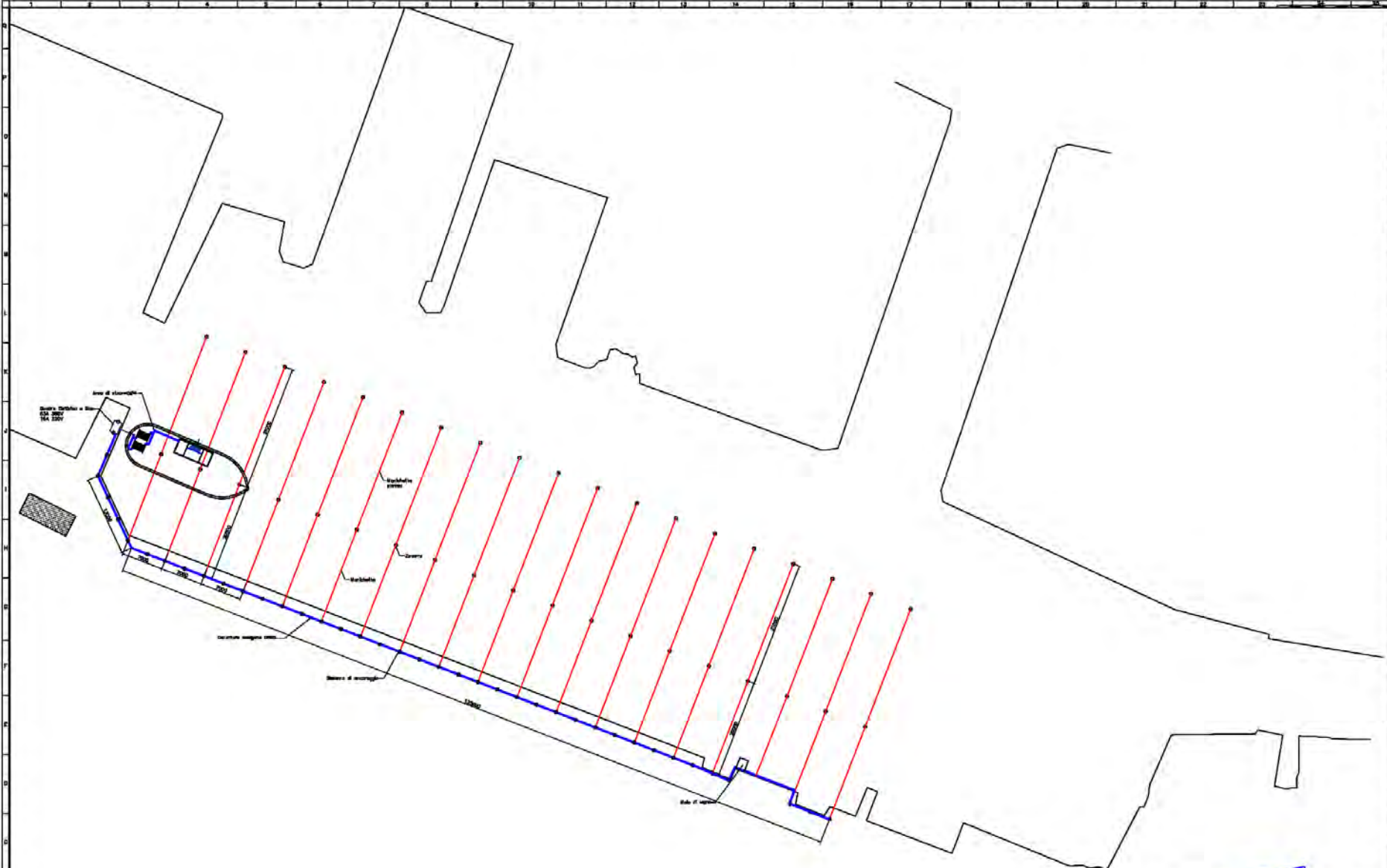
BIO₂ REMEDIATION A FUSINA



ARSENALE

- L'area prescelta per il posizionamento dello stoccaggio di ossigeno è prossima al molo ovest, che produce il restringimento tra la Darsena dell'Arsenale Vecchio e la Darsena delle Galeazze. In prossimità del molo è stata ormeggiata una chiatta sulla quale è installato l'evaporatore criogenico da 20.000 litri e la batteria di vaporizzazione.
- Dal vaporizzatore parte una manichetta collegata al collettore principale per la distribuzione di ossigeno gassoso alle manichette.
- Il collettore percorre la lunghezza della Darsena dell'Arsenale Vecchio lungo la sponda. Dal collettore si diramano 19 calate a cui sono collegate le manichette porose ciascuna lunga 21 m.
- L'impianto di dissoluzione, costituito da un fascio di manichette porose è stato posato sul fondale del bacino della Darsena dell'Arsenale Vecchio.
- E' stata inoltre approntata un'imbarcazione per il trasporto di una cassa mobile per rifornire di ossigeno liquido l'evaporatore installato sulla chiatta ormeggiata presso l'Arsenale (rifornimento ogni 15 gg. circa).
- Durante le ore notturne, l'ossigeno liquido, contenuto nell'evaporatore criogenico, viene vaporizzato per scambio termico nei vaporizzatori e convogliato, attraverso la rete distributiva, alle manichette porose poste sul fondo della Darsena dell'Arsenale Vecchio. L'impianto funziona in modo automatico senza necessità di presidio.





Area di stoccaggio
 Spazio dedicato a [illegibile]
 02/10/2017

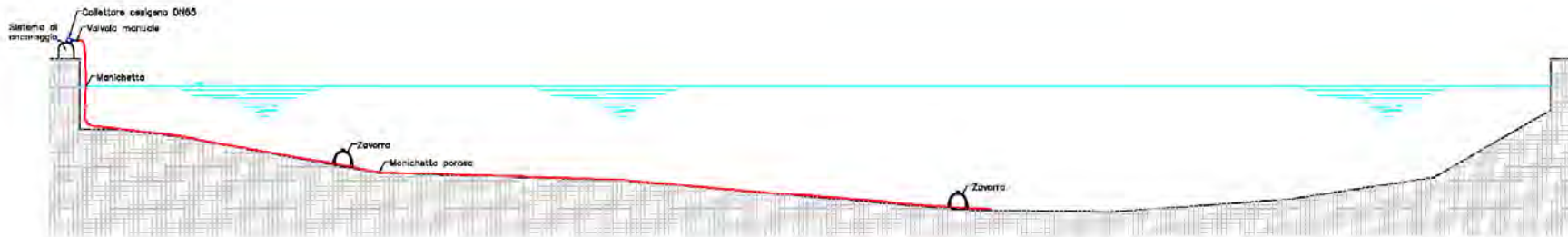
Banchina

Sistema di distribuzione

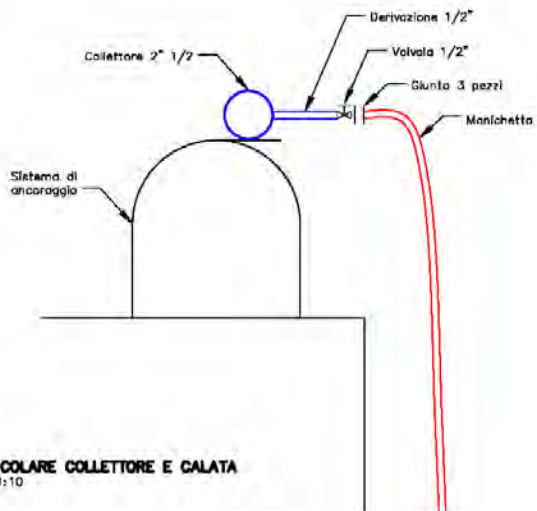
Area di stoccaggio

OPERA PRELIMINARE
 DEL COMUNE 20/10/2017

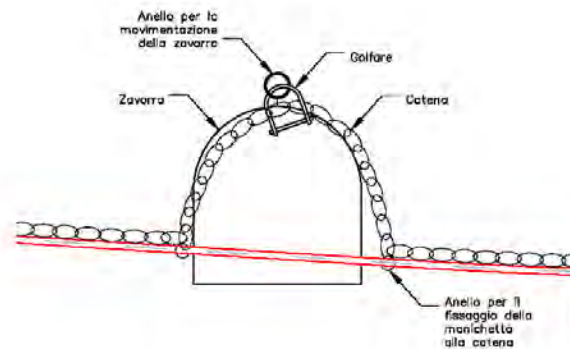
OPERA REMEDIATION 2	
SCHEMA DELLA DISTRIBUZIONE	
PROGETTAZIONE	SCALE 1:100
DATA 20/10/17	ALLEGATO
Nota: Questo schema è relativo al cantiere di [illegibile] e non deve essere utilizzato per altri scopi.	
	AG



SEZIONE DARSENA
scala 1:100



PARTICOLARE COLLETTORE E CALATA
scala 1:10



PARTICOLARE ANCORAGGIO MANICHETTA
scala 1:10

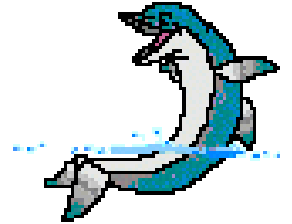
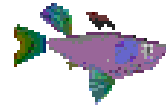
PRELIMINARE

REV.	DESCRIZIONE	DATA	DIS.	CONTR.	APPROV.
BIO2 REMEDIATION 2 SEZIONE DARSENA DELL'ARSENALE VECCHIO PARTICOLARI DI INSTALLAZIONE			OMM DATA 10-11-04 DIS. GRECO	C.C. SCALA 1:100 CONTR. OGLIARI	DIS. N° B2223 FOGLIO 1 di 1 FILE B2223.C1
LAYER ATTH TUTR Diritto Forme di riproduzione del presente disegno di proprietà della Soc. SAPIO e il relativo a. termini di legge.			APPROVAZIONE OGLIARI		FORN. A2

evaporatore criogenico da 20,000 litri



Tracce dell'areazione



MONITORAGGIO ED ANALISI

Monitoraggio della colonna d'acqua

Sonda multiparametrica

- ◊ Temperatura
- ◊ Conducibilità
- ◊ Salinità
- ◊ pH
- ◊ Torbidità
- ◊ Potenziale redox

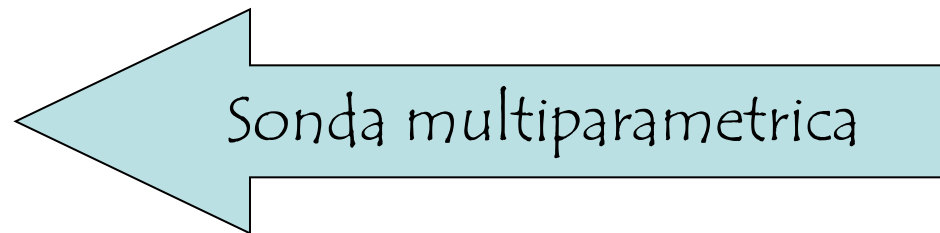
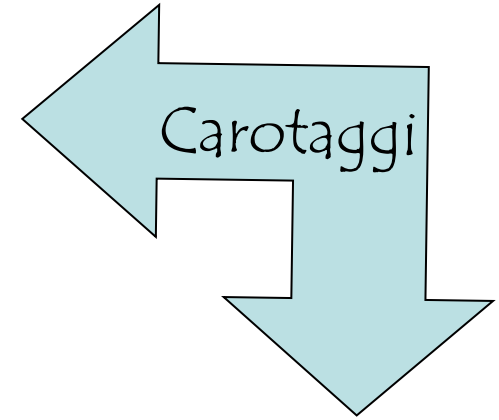
Analisi dei sedimenti

Carotaggi

- ◊ Conte batteriche
- ◊ Carbonio organico
- ◊ Granulometria
- ◊ Mineralogia
- ◊ Inquinanti organici
- ◊ Metalli pesanti

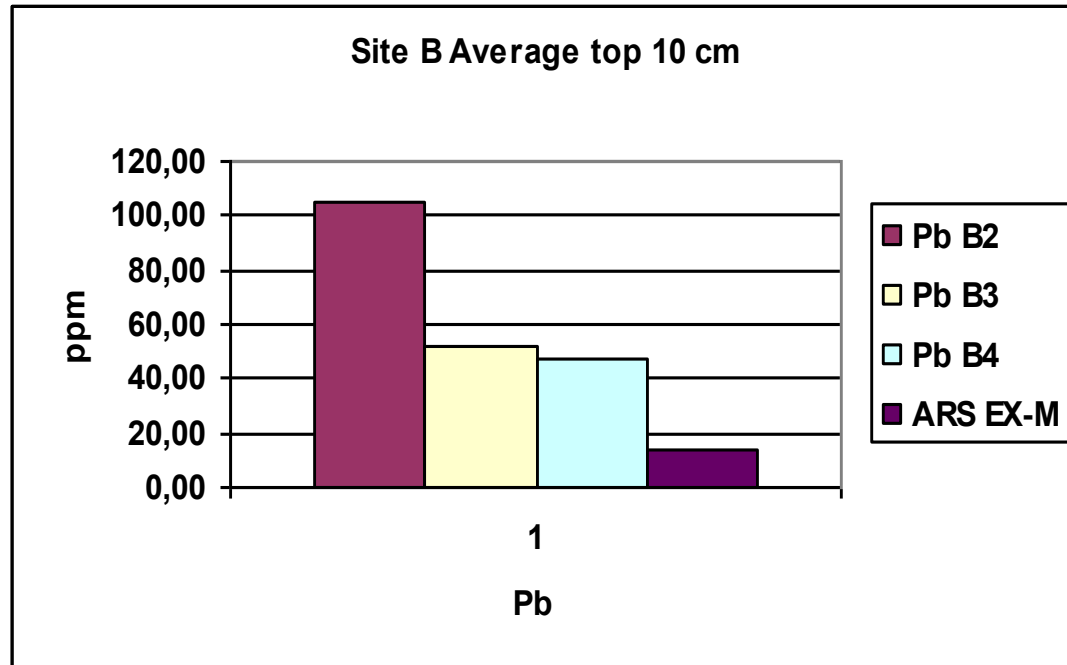


MONITORAGGIO ED ANALISI



Pb content variations

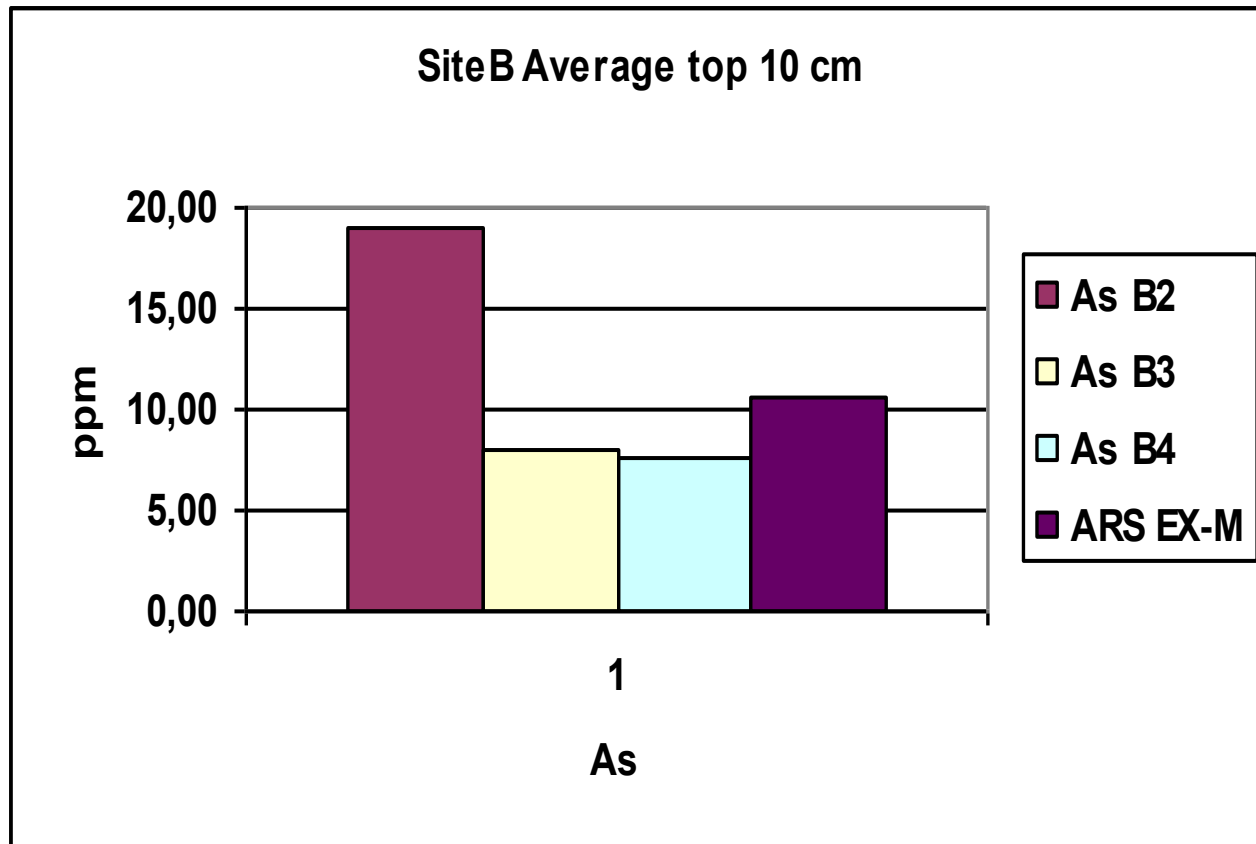
Before (B2), during (B3), after (B4) aeration
ARS EX-M: natural reference base



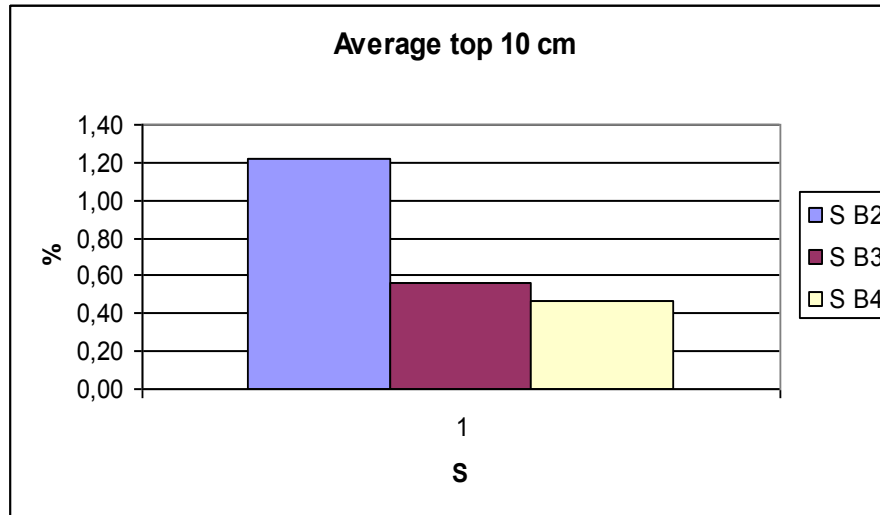
As content variations

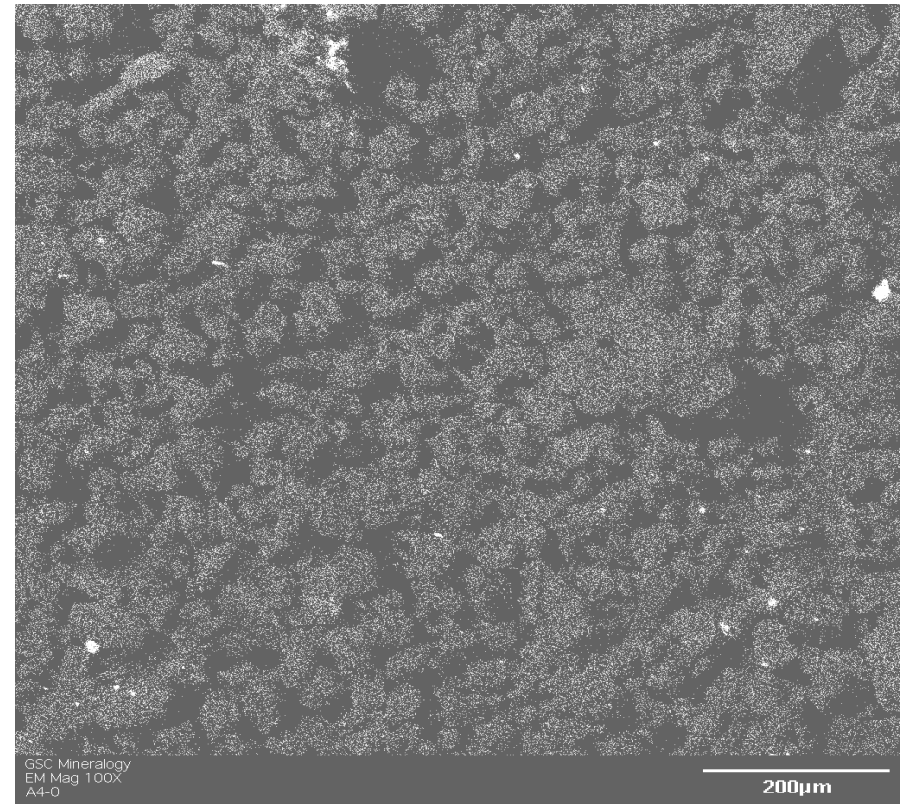
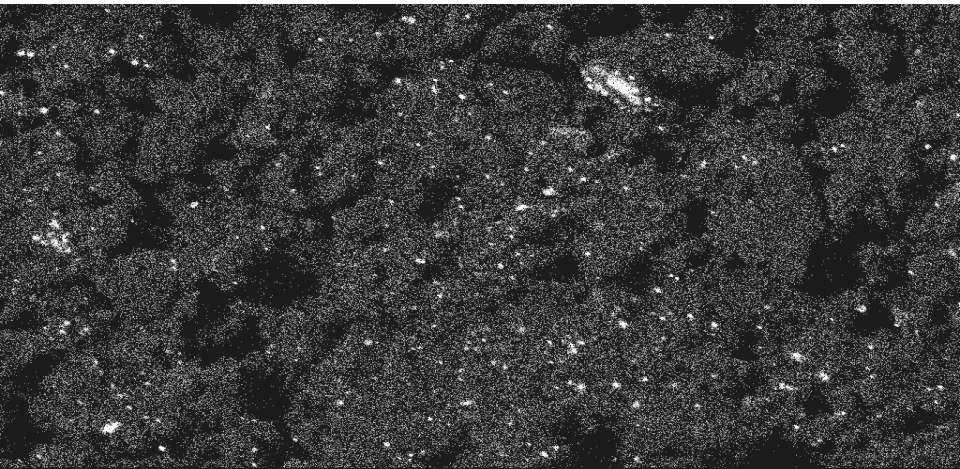
Before (B2), during (B3), after (B4) aeration

ARS EX-M: natural reference base



S content variations: before (B2), during (B3) and after (B4) the aeration campaign.





A

B

Photo A: sample A3-0 taken during the aeration campaign,

Photo B: sample A4-0 taken after the aeration campaign

High resolution x—ray map of Sulfur (S) (bright spots)

The Sulfur bright spots are less abundant in Photo B as effect of the aeration.

All spots checked by EDS: the chemistry is Fe and S (Pyrite)



Innovative treatment by bioremediation of contaminated sediments from the Venice Lagoon, Italy: the Arsenale Vecchio case study.

- **M. Bonardi†, G. Ravagnan‡, J. A. R. Stirling ∞, C. Morucchio‡, and S. De Sanctis\$**
- †CNR-ISMAR Sezione dei Sistemi Marini e Costieri San Polo 136430125 Venezia,
- ‡ Università Cà Foscari Venezia, Dipartimento di Scienze Ambientali-Santa Marta, Dorsoduro 213730123 Venezia,
- ∞ Geological Survey of Canada 601 Booth St. K1A0E8 Ottawa, ON,
- \$Gruppo SAPIOS.r.l. Monza (MI) Italy



. Journal of Coastal Research, SI 50 (Proceedings of the 9th International Coastal Symposium), April 2007-Gold Coast, Australia, ISBN

CONCLUSIONS

The experiment of the Arsenale Vecchio shipyard basin has indicated that forced aeration and oxygenation :

- is effective in reducing the organic and inorganic contaminants in the top surficial sediments;**
- is also effective in the recovery of the water body above;**
- is not obtrusive, allowing the daily normal navigation;**
- bottom sediment mixing is reduced and limited to the top 5-10 cm;**
- forced aeration could represent a cost effective way of environmental recovery in situations where removing, in situ chemical treatment or capping of bottom sediments with inert material may not be economically and/or environmentally feasible;**
- finally and not less important, the forced aeration and oxygenation of the the water column above the surficial sediments favors the oxygenation of the suspended particles that will sediment forming with time a clean capping over the contaminated bottom.**

Results

- The effects of forced aeration are limited to the top 10-20 cm.
- Evidence of the effects of forced oxygenation on the very top sediments
 - Evidence of environmental recovery of the Arsenale Vecchio shipyard basin.
- After 15 months of aeration with no additional oxygenation, the surficial sediments are clean, light gray silt with no foul smell.
 - Build up of a “natural” capping of clean oxygenated sediments that will seal the contaminated bottom sediments

H a n n o c o l l a b o r a t o :



UNIVERSITÀ
CA' FOSCARI
VENEZIA

Prof. G. Ravagnan
Dott. C. Morucchio



MAGISTRATO ALLE ACQUE

Consorzio Venezia Nuova
Arch. A.G. Bernstein
Geom. G. Mainoldi
Arch. F. Lanza



Amm. E.A. Muliere
Cap. C. Patrese
Cap. F. Bottoni



Prof. P. Cescon
Ing. P. Campostrini



Istituto di Scienze Marine – Venezia
Consiglio Nazionale delle Ricerche

Dott. L. Alberotanza
Dott. M. Bonardi



Ing. S. De Sanctis
Ing. S. Ogliari
Geom. D. Barzon