

Saras Ricerche e Tecnologie SpA
Società unipersonale appartenente al Gruppo Saras



Unità Commerciale
Galleria De Cristoforis, 1
20122 Milano
Tel: 02.48002137; Fax: 02.7737801

Sede Legale
Traversa 2^ Strada Est
I-09032 Assemini – CA
Tel.: 070.24638.1; Fax: 070.24638242

Stabilimenti e Laboratori
Traversa 2^ Strada Est
I-09032 Assemini – CA
Tel.: 070.24638.1; Fax: 070.24638242

Traversa C, 5^ Strada Ovest
I-09032 Assemini – CA
Tel.: 070.2464200; Fax: 070.2464230

**STATO AVANZAMENTO
DEL PIANO DI MONITORAGGIO RELATIVO AI LAVORI DI
BANCHINAMENTO DEL BACINO DI EVOLUZIONE DEL PORTO CANALE**

**I° TRIMESTRE
AGOSTO 2009 - OTTOBRE 2009**



Capitale Sociale Euro 3.600.000,00 Int. Vers.
REA-Cagliari 172199
Codice Fiscale e Partita IVA 02269370926



INDICE

1. Attività monitoraggio porto canale.....	3
1.1 Obiettivi.....	4
2. Materiali e metodi.....	5
2.1 Materiali e metodi monitoraggio polveri.....	5
2.2 Materiali e metodi monitoraggio acque.....	5
2.3 Materiali e metodi monitoraggio sedimenti marini.....	6
2.4 Materiali e metodi monitoraggio biocenosi.....	7
3. Risultati attività monitoraggio aria.....	8
4. Risultati attività monitoraggio acqua e sedimenti marini.....	11
4.1 Monitoraggio acque mare.....	11
4.2 Monitoraggio sedimenti.....	15
5. Risultati attività monitoraggio biocenosi.....	19
6. Conclusioni.....	20



Gruppo di lavoro

COORDINAMENTO ATTIVITA'

Ing. Davide Carta

COORDINAMENTO SCIENTIFICO

Prof. Antonio Viola

RESPONSABILE LABORATORIO

Dott. Edoardo Suardi

ATTIVITA'

Dr. Felicina Trebini



1. ATTIVITÀ MONITORAGGIO PORTO CANALE

1.1 Obiettivi

L'obiettivo del piano di monitoraggio è quello di verificare gli eventuali impatti sull'ambiente generati dai lavori svolti nell'ambito del piano di banchinamento del lato sud del bacino di evoluzione del Porto Canale.

È stata dunque definita una metodologia e una procedura per il monitoraggio ambientale che prevede le seguenti attività:

- monitoraggio comparto atmosfera;
- monitoraggio ambiente idrico;
- misure di torbidità;
- analisi sedimenti;
- analisi biologica delle biocenosi.

Tali attività sono finalizzate al controllo:

- delle concentrazioni di inquinanti e delle polveri generati durante la fase di costruzione e utilizzazione della banchina;
- delle concentrazioni di inquinanti, dei solidi sospesi nelle acque marine generati durante la fase di costruzione e utilizzazione della banchina;
- delle alterazioni alle biocenosi.



2. MATERIALI E METODI

2.1 Materiali e metodi - Monitoraggio polveri

È stato utilizzato il metodo NIOSH 0500 per determinare l'esposizione alle polveri totali. Le misurazioni sono state effettuate con lo strumento Universal Pump Model 224-PCXR8 (campionatore elettronico con controllo automatico del flusso) della SKC Instruments Inc. in grado di individuare le polveri totali sospese (TSP).

L'obiettivo è stato quello di monitorare le polveri sollevate e diffuse durante le operazioni di realizzazione delle opere (demolizioni, scavi, movimentazione di inerti e transito di mezzi da lavoro).

Prima di ogni misura è stata effettuata la taratura della strumentazione seguendo le indicazioni riportate nel manuale operativo fornito dal produttore. Ogni mese per cinque giorni sono stati posizionati gli strumenti nelle 4 stazioni durante le ore di lavoro del cantiere ed è stato effettuato il campionamento.

2.2 Materiali e metodi monitoraggio acque

Nel 1° trimestre è stato effettuato il campionamento ante operam per verificare la qualità ambientale prima dell'inizio dei lavori di dragaggio a mare.

Il monitoraggio ha previsto le seguenti due fasi:

- prelievo dei campioni
- analisi chimica in laboratorio.

Per il rilevamento dei parametri idrologici è stata utilizzata una sonda multiparametrica Idromar modello IM 7337.

La sonda è stata allestita con i sensori per la misura dei seguenti parametri: temperatura, pH, conducibilità, ossigeno disciolto, torbidità e clorofilla. La trasparenza delle acque è stata misurata con il disco di Secchi.

Il campionamento delle acque di fondo è stato effettuato con una bottiglia di Niskin della capacità di 5 litri. Nelle acque, in linea con quanto previsto dal D.Lgs 3 aprile 2006, n. 152 e dalla Water Framework Directive (2000/60/CE), sono stati prelevati i campioni in 3 stazioni (riportate nella planimetria allegata) e a 3 profondità diverse (superficie a 0.5 m, intermedia a circa 7.5 m e fondo a circa 14 m).



Per ogni stazione sono stati determinati, sul campione medio composito, i parametri e le metodiche analitiche specifiche come riportato in Tabella 1:

Parametro	U.M.	Metodo di Riferimento
Azoto Ammoniacale	mg/l	IRSA/CNR 4010A
Azoto Nitroso	mg/l	NOVA THALASSIA - vol.11 (1990) 133-138
Azoto Nitrico	mg/l	NOVA THALASSIA - vol.11 (1990) 139-150
Solidi sospesi totali	mg/l	IRSA 2090/03
Ortofosfato	mg/l)	NOVA THALASSIA - vol.11 (1990) 123-132
Fosforo totale	mg/l	NOVA THALASSIA - vol.11 (1990) 171-179
Fluoruri	mg/l	IRSA 4100 B
Cianuri liberi	µg/l	Met/084 Rev.0 -IRSA 4050/94 -EPA 9014 (1996)

Tabella 1

2.3 Materiali e metodi monitoraggio sedimenti marini

È stato effettuato un campionamento di sedimenti superficiali con benna Vann Veen gestita sul fondo da sommozzatore.

Il campionamento ha avuto lo scopo di controllare lo stato di qualità nella fase ante operam al fine di studiare l'evoluzione dei sedimenti nella successiva fase costruttiva.

Il monitoraggio ha previsto le seguenti due fasi:

- prelievo dei campioni;
- analisi chimica in laboratorio.

Nei sedimenti - seguendo i riferimenti normativi del "Manuale per la movimentazione dei sedimenti marini ICRAM-APAT e il Decreto Ministeriale n° 367 del 06/11/2003 - sono stati analizzati i parametri elencati in Tabella 2 con le relative metodiche :

As	mg/kg	EPA 6010C
Cd	mg/kg	EPA 6010C
Cr totale	mg/kg	EPA 6010C
Pb	mg/kg	EPA 6010C
Ni	mg/kg	EPA 6010C
Cu	mg/kg	EPA 6010C
V	mg/kg	EPA 6010C
Zn	mg/kg	EPA 6010C
SOMMA IPA	mg/kg	I-132
Idroc leggeri <C12	mg/kg	I-181
Idroc pesanti >C12	mg/kg	I-182
Pirene	mg/kg	I-132
Benzo(a)antracene	mg/kg	I-132



Crisene	mg/kg	I-132
Benzo(b)fluorantene	mg/kg	I-132
Benzo(k)fluorantene	mg/kg	I-132
Benzo(a)pirene	mg/kg	I-132
Indeno pirene	mg/kg	I-132
Dibenzo(a,h)antracene	mg/kg	I-132
Benzo(g,h,i)perilene	mg/kg	I-132
Dibenzo(a,l)pirene	mg/kg	I-132
Dibenzo(a,e)pirene	mg/kg	I-132
Dibenzo(a,i)pirene	mg/kg	I-132
Dibenzo(a,h)pirene	mg/kg	I-132
SOMMA IPA	mg/kg	I-132
Idroc leggeri <C12	mg/kg	I-181
Idroc pesanti >C12	mg/kg	I-182
PCB	mg/kg	UNI-EN 12766/1-2

Tabella 2

2.4 Materiali e metodi monitoraggio biocenosi

Il campionamento del macrozoobenthos è stato effettuato con benna *Vann Veen*; il materiale raccolto è stato setacciato *in loco* per trattenere tutti quegli organismi con diametro del corpo superiore a 0,5 mm.

Gli organismi così raccolti sono stati conservati in una soluzione di formalina e successivamente determinati e conteggiati allo stereomicroscopio.

Per ogni stazione sono state prelevate 2 distinte campionature che unite tra loro hanno costituito il campione.



3. RISULTATI ATTIVITÀ MONITORAGGIO ARIA

Sono state individuate 4 stazioni di monitoraggio per il controllo delle polveri totali: tre all'interno del cantiere e una posta in prossimità della zona umida del complesso lagunare di Santa Gilla. La frequenza prevista per i campionamenti è basata sulle seguenti 3 fasi:

2. Fase Ante Operam (A.O.);
3. Fase Costruttiva (F.C.);
4. Fase Post Operam (P.O.).

Sono riportati i risultati della fase A.O. e i risultati dei primi mesi della fase costruttiva.

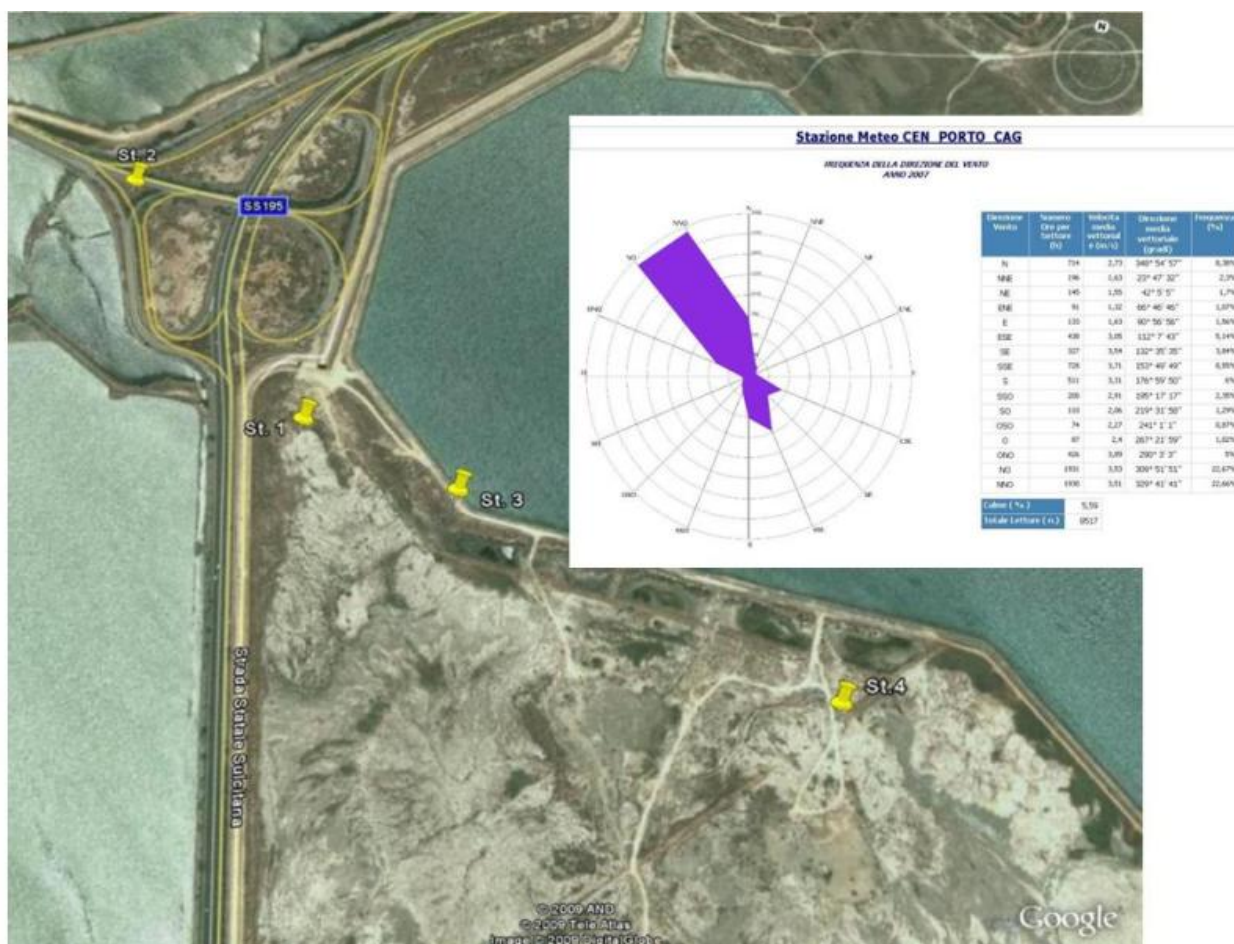


Fig. 1 – ubicazione stazioni monitoraggio aria.



I risultati del monitoraggio delle polveri totali nella fase ante operam sono i seguenti:

	Conc. polveri tot. $\mu\text{g}/\text{m}^3$				Temperatura media $^{\circ}\text{C}$
	P1	P2	P3	P4	
Blank	1.06	1.08	1.07	1.07	32
Blank	6.28	39.95	21.94	21.74	36.1
Blank	13.91	56.39	12.79	54.78	31.8

Tab 3 – concentrazioni polveri monitoraggio Ante Operam

I risultati del monitoraggio delle polveri totali del I° trimestre durante la fase costruttiva sono riportati nella seguente tabella:

	Conc. polveri tot. $\mu\text{g}/\text{m}^3$				Temperatura media $^{\circ}\text{C}$
	P1	P2	P3	P4	
Ago. I° giorno	101.4	262.4	73.31	186.8	32.3
Ago. II° giorno	1.12	1.48	1.13	1.14	31.4
Ago. III° giorno	1.08	1.75	1.09	1.07	28.4
Ago. IV° giorno	1.16	1.15	1.16	1.17	34
Ago. V° giorno	0.98	0.97	0.98	0.99	35.1
Set. I° giorno	31.58	23.80	60.31	1.14	37.6
Set. II° giorno	1.16	44.18	1.17	8.18	37.5
Set. III° giorno	50.63	17.57	19.76	38.61	28.1
Set. IV° giorno	87.09	61.30	66.43	30.78	35.6
Set. V° giorno	1.13	1.13	1.13	17.37	33.8
Ott. I° giorno	35.05	32.16	60.01	30.70	25.8
Ott. II° giorno	1.11	1.27	1.11	6.67	24.7
Ott. III° giorno	1.08	1.08	1.09	1.48	22.5
Ott. IV° giorno	24.29	8.14	57.68	68.24	21
Ott. V° giorno	153.4	37.40	1.13	60.23	18.9

Tab 4 – concentrazioni polveri monitoraggio primo trimestre fase costruttiva

I valori più elevati sono stati registrati nel primo campionamento di agosto con un valore massimo di $262.46 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (postazione 1) e di $186.80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (postazione 4); nel terzo e nel quarto campionamento di settembre con concentrazioni massime rispettivamente di $50.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (postazione 1) e $87.09 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (postazione 2); nel quarto e quinto campionamento di ottobre (valori massimi di $68.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ P3, $153.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ P1).

Le concentrazioni più alte sono state osservate nel primo campionamento di agosto e nell'ultimo di ottobre.



In particolare il valore massimo di 262.46 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ è stato registrato ad agosto nella stazione 2 che risulta esterna al cantiere.

Data l'ubicazione della stazione, è verosimile che il valore sia stato influenzato anche dal traffico veicolare della S.S 195 e della strada delle saline Contivecchi.

Nei giorni successivi i valori sono scesi mantenendosi sotto i 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

I risultati dei restanti monitoraggi non si sono discostati in modo significativo dai bianchi (campionamento ante operam in fase di cantiere non attivo).

In conclusione i risultati relativi al primo trimestre hanno mostrato valori molto al di sotto del valore limite soglia di 3000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ individuato dall'ACGIH (American Conference of Industrial Hygienists) e riportato dal Giornale degli Igienisti Industriali nel Supplemento al Volume 34 n. 2 Aprile 2009.



4. RISULTATI ATTIVITÀ MONITORAGGIO ACQUA E SEDIMENTI MARINI

Sono state svolte le seguenti attività:

- I. Analisi chimiche acque marine;
- II. Analisi dei sedimenti;
- III. Analisi delle biocenosi bentoniche.

4.1 Monitoraggio acque mare

Per il monitoraggio delle acque sono state individuate le seguenti stazioni :

- st. 6, interna al Porto Canale di fronte all'area delle attività di banchinamento;
- st.11, interna tra il punto di restringimento del bacino e l'inizio del canale;
- st.7 tra la fine del canale e il bacino racchiuso dai moli.

Per le analisi chimiche delle acque sono state utilizzate, come normativa di riferimento, il DLgs 152/06, la WFD Water Frame Directive 2000/60 CE e gli standard metodologici previsti nelle Metodologie analitiche di riferimento "Programma di monitoraggio per il controllo dell'ambiente marino costiero, Triennio 2001-2003" redatte dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del territorio e ICRAM (2001).





Fig. 2 – ubicazione stazioni monitoraggio acque (st.6 – st.11 – st. 7)

Le attività di monitoraggio in questo primo trimestre sono state finalizzate al controllo della fase ante operam in quanto le attività di dragaggio in mare non erano ancora iniziate.

Di seguito si riportano i risultati delle analisi effettuate nella fase A.O.

	Stazione 7	Stazione 11	Stazione 6
Coordinate	39°12' 14,4" 009°04'54,2"	39°12' 56,6" 009°03'51,5"	39°13' 01,4" 009°03'31,5"
Data rilevamento	10 settembre 09	10 settembre 09	10 settembre 09
Ora	09:30	10:00	11:00
Cielo	sereno	sereno	sereno
Vento m/s	3	2	2
Vento direzione	NW	NW	NW
Distanza da terra m		50	110
Profondità m	15	15	15
Trasparenza m	2.10	1.50	1.50

Tab. 5 – coordinate delle stazioni, dati meteo marini

stazione	data	ora	prof. m	T°C	Sal psu	pH	O2 ppm	O2 %	torb NTU	clor.a mg/mc
6	10/09/09	11.18.57	0.29	25.71	38.08	8.16	6.06	92.13	6.7	0.99

Parametro	Risultato	U.M.
Azoto Ammoniacale	0,004	mg/l
Azoto Nitroso	0.0012	mg/l
Azoto Nitrico	0.007	mg/l
Solidi sospesi totali	19.52	mg/l
Ortofosfato	0.003	mg/l
Fosforo totale	0.003	mg/
Fluoruri	0.43	mg/l
Cianuri liberi	5	mg/l

Tab. 6 – risultati analisi acque st. 6

stazione	data	ora	Prof. m	T°C	Sal psu	pH	O2 ppm	O2 %	torbidità NTU	clor.a mg/mc
7	10/09/09	9.53.41	0.18	25.31	38.06	8.25	6.3	95.22	3.25	2.66

Parametro	Risultato	U.M.
AzotoAmmoniacale	0.004	mg/l
Azoto Nitroso	0.0012	mg/l
Azoto Nitrico	0.002	mg/l
Solidi sospesi totali	17.84	mg/l
Ortofosfato	0,003	mg/l
Fosforo totale	0.003	mg/
Fluoruri	0.46	mg/l
Cianuri liberi	5	mg/l



Tab. 7 – risultati analisi acque st. 7

stazione	data	ora	Prof. m	T°C	Sal psu	pH	O2 ppm	O2 %	torbidità NTU	clor.a mg/mc
11	10/09/09	10.26.15	0.11	25.51	38.13	8.21	5.92	89.78	6.46	1.80

Parametro	Risultato	U.M.
AzotoAmmoniacale	0.004	mg/l
Azoto Nitroso	0.0012	mg/l
Azoto Nitrico	0.002	mg/l
Solidi sospesi totali	20.82	mg/l
Ortofosfato	0.003	mg/l
Fosforo totale	0.003	mg/l
Fluoruri	0.48	mg/l
Cianuri liberi	5	mg/l

Tab. 8 – risultati analisi acque st. 11

Le concentrazioni dei nutrienti (fosforo e forme ammoniacali) sono state confrontate con i valori soglia indicati dalla letteratura (Smith et al., 1999) e con le curve di probabilità di Vollenweider (OECD, 1982) riportati di seguito.

Trophic state		TN (mg m-3)	TP (mg m-3)	chl a (mg m-3)	SD (mg m-3)
Lake	Oligotrophic	<350	<10	<3.5	>4
	Mesotrophic	350-650	10-30	3.5-9	2-4
	Eutrophic	650-1200	30-100	9-25	1-2
	Hypertrophic	>1200	>100	>25	<1
Stream	Oligotrophic	<700	<25	<10	<20
	Mesotrophic	700-1500	25-70	10-30	20-70
	Eutrophic	>1500	>75	>30	>70
Coastal Marin water	Oligotrophic	<260	<10	<1	>6
	Mesotrophic	260-350	10-30	1-3	3-6
	Eutrophic	350-400	30-40	3-5	1.5-3
	Hypertrophic	>400	>40	>5	<1.5

Tabella 9 – Valori utilizzati per valutare lo stato trofico dei laghi (Nurnberg, 1996), dei fiumi (Dodds et al, 1998) e delle acque costiere (Hakanson, 1994) - **N**: total nitrogen, **TP**: total phosphorus, **TIN**: total inorganic nitrogen, **Chl a**: chlorophyll a, **SD**: Secchi disk transparency

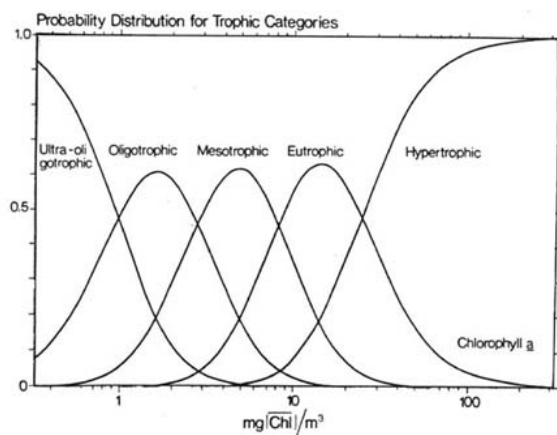
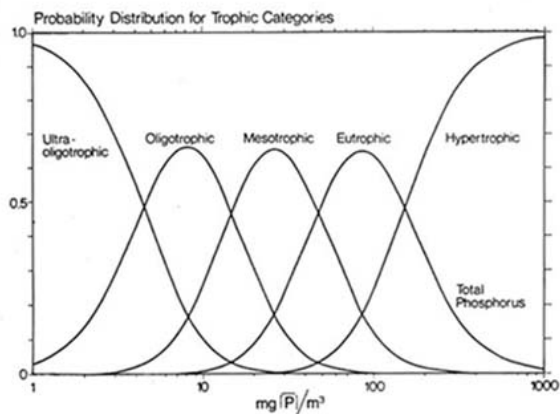


Fig. 3 - Probabilità di appartenenza alle diverse classi trofiche in base alle concentrazioni di P tot(%) e di clorofilla a (%).

Le concentrazioni degli ortofosfati sono risultate, in tutte le stazioni, sempre al di sotto dei 3 mg/m^3 stabiliti da Smith e dunque indicativi di uno stato di oligotrofia, confermate dalle curve di probabilità di Vollenweider.

Anche l'azoto totale (come somma delle 3 forme) è risultato sempre al sotto del valore soglia dell'oligotrofia di 260 mg/m^3 /elevata probabilità di condizioni oligotrofiche secondo le curve).

La clorofilla *a* invece ha mostrato nelle stazioni 7 e 11 concentrazioni tipiche di condizioni mesotrofiche sia secondo i valori soglia (1-3 mg/m^3) sia secondo le curve di probabilità. La stazione 6 ha mostrato una concentrazione minore di 1 mg/m^3 (alte probabilità di condizioni oligotrofiche). I valori di ossigeno disciolto sono stati sempre vicini alla saturazione.

Le basse concentrazioni di nutrienti e la torbidità elevata fanno pensare ad un ambiente con condizioni non adatte allo sviluppo algale (fitoplancton e macroalghe), confermato anche dai bassi valori di clorofilla *a*. I valori dei fluoruri e dei cianuri sono risultati sempre inferiori ai limiti di legge (tab. 3, D.lgs 152/06).



4.2 Monitoraggio sedimenti

Il monitoraggio dei sedimenti è stato effettuato nelle stesse stazioni delle acque di mare:

- st. 6, interna al Porto Canale di fronte all'area delle attività di banchinamento;
- st.11, interna tra il punto di restringimento del bacino e l'inizio del canale;
- st.7 tra la fine del canale e il bacino racchiuso dai moli.

Di seguito si riportano i risultati delle analisi dei sedimenti:

ST 06		Livello Chimico Limite (LCL) ISPRA-APAT	Standard di qualità sedimenti acque marino-costiere D.M. 367/2003
	mg/kg	mg/kg	mg/kg
As	14.77	32	12
Cd	5.18	0.8	0.3
Cr totale	36.27	360	50
Pb	20.1	70	30
Ni	15.46	75	30
Cu	28.6	52	
V	60.60	-	
Zn	107.5	170	
	mg/kg	µg/Kg	µg/Kg
Pirene	<0.08	-	-
Benzo(a)antracene	<0.08	693	-
Crisene	<0.09	846	-
Benzo(b)fluorantene	<0.08	40	40
Benzo(k)fluorantene	<0.1	20	20
Benzo(a)pirene	<0.1	763	30
Indeno pirene	<0.1	70	70
Dibenzo(a,h)antracene	<0.11	135	-
Benzo(g,h,i)perilene	<0.1	55	55
Dibenzo(a,l)pirene	<0.16	-	-
Dibenzo(a,e)pirene	<0.15	-	-
Dibenzo(a,i)pirene	<0.04	-	-
Dibenzo(a,h)pirene	<0.25	-	-
SOMMA IPA	<1.43	4000	200
Idroc leggeri <C12	<0.25	-	-
Idroc pesanti >C12	<3.3	-	-
PCB	<0.1	189	4

Tab. 10 – risultati analisi sedimenti st. 6



ST 07	mg/kg	Livello Chimico Limite (LCL) ISPRA-APAT	
		mg/kg	Standard di qualità sedimenti acque marino-costiere D.M. 367/2003 mg/kg
As	18.25	32	12
Cd	0.107	0.8	0.3
Cr totale	42.91	360	50
Pb	23.99	70	30
Ni	18.7	75	30
Cu	49.11	52	
V	72.13	-	
Zn	133.3	170	
	mg/kg	µg/Kg	µg/Kg
Pirene	<0.08	-	-
Benzo(a)antracene	<0.08	693	-
Crisene	<0.09	846	-
Benzo(b)fluorantene	<0.08	40	40
Benzo(k)fluorantene	<0.1	20	20
Benzo(a)pirene	<0.1	763	30
Indeno pirene	<0.1	70	70
Dibenzo(a,h)antracene	<0.11	135	-
Benzo(g,h,i)perilene	<0.1	55	55
Dibenzo(a,l)pirene	<0.16	-	-
Dibenzo(a,e)pirene	<0.15	-	-
Dibenzo(a,i)pirene	<0.04	-	-
Dibenzo(a,h)pirene	<0.25	-	-
SOMMA IPA	<1.43	4000	200
Idroc leggeri <C12	<0.25	-	-
Idroc pesanti >C12	<3.3	-	-
PCB	<0,1	189	4

Tab. 11 – risultati analisi sedimenti st. 7



ST 11	mg/kg	Livello Chimico Limite (LCL) ISPRA-APAT mg/kg	Standard di qualità sedimenti acque marino-costiere D.M. 367/2003 mg/kg
As	11.75	32	12
Cd	6.524	0.8	0.3
Cr totale	46.59	360	50
Pb	23.89	70	30
Ni	20.57	75	30
Cu	32.72	52	
V	79.45	-	
Zn	128	170	
	mg/kg	µg/Kg	µg/Kg
Pirene	<0.08	-	-
Benzo(a)antracene	<0.08	693	-
Crisene	<0.09	846	-
Benzo(b)fluorantene	<0.08	40	40
Benzo(k)fluorantene	<0.1	20	20
Benzo(a)pirene	<0.1	763	30
Indeno pirene	<0.1	70	70
Dibenzo(a,h)antracene	<0.11	135	-
Benzo(g,h,i)perilene	<0.1	55	55
Dibenzo(a,l)pirene	<0.16	-	-
Dibenzo(a,e)pirene	<0.15	-	-
Dibenzo(a,i)pirene	<0.04	-	-
Dibenzo(a,h)pirene	<0.25	-	-
SOMMA IPA	<1.43	4000	200
Idroc leggeri <C12	<0.25	-	-
Idroc pesanti >C12	<3.3	-	-
PCB	<0,1	189	4

Tab. 12 – risultati analisi sedimenti st. 11

In relazione ai livelli chimici limite definiti dal "Manuale per la movimentazione dei sedimenti marini" realizzato dall'ICRAM e dall' APAT si evidenziano superamenti nelle concentrazioni dei parametri analizzati per Cd (limite di 0.8) mg/kg, benzo(k)fluorantene (20 µg/Kg), benzo(b)fluorantene (40 µg/Kg) e indeno pirene (70 µg/Kg).

Se i risultati si confrontano con gli standard di qualità dei sedimenti di acque marino-costiere individuati dal Decreto Ministeriale n° 367 del 06/11/2003 emergono superamenti per Cd (limite di 2 mg/kg), As (12 mg/kg), benzo(k)fluorantene (20 µg/Kg), benzo(b)fluorantene (40 µg/Kg),



Benzo(a)pirene (30 µg/Kg), Indeno pirene (70 µg/Kg), benzo (g,h,i)perilene (55 µg/Kg), somma IPA (200 µg/Kg) e PCB (4 µg/Kg).

Valori elevati dei metalli erano comunque attesi data la storia e l'ubicazione del Porto Canale che ha risentito, come la Laguna di Santa Gilla, di forti fenomeni di inquinamento soprattutto tra gli anni '60 e '70.

Infatti, il sistema del Porto Canale appartiene allo stesso bacino idrografico della Laguna di Santa Gilla ricevendo parte delle acque dolci del Fluminimannu e del Cixerri, i cui 2 bacini insieme sono estesi circa 2380 km². Infatti per controllare e gestire le acque del Fluminimannu e del Cixerri è stata costruita una soglia sfiorante tra la foce dei due fiumi e la laguna in modo da convogliare le acque in un canale che costeggia il perimetro occidentale della laguna e che confluisce le acque nel porto canale.

Attualmente la soglia ha ceduto e non è funzionante dunque le acque in arrivo dai due fiumi si dividono e una parte va nella laguna e un'altra al porto canale.



Fig. 4 – Laguna Santa Gilla – canale ovest e punto di immissione nel porto canale



5. RISULTATI ATTIVITÀ MONITORAGGIO BIOCENOSI

Il monitoraggio delle biocenosi bentoniche è stata eseguita anch'essa nelle stesse postazioni individuate per le analisi delle acque di mare (st.6, st. 7, st.11).

	specie		Stazioni		
			St.6	St.7	St.11
<i>Anellida Polychaeta</i>	n.d.	n°/m ²	33	150	
	<i>Sternaspis scutata</i>	n°/m ²		67	
<i>Mollusca Bivalvia</i>	<i>Corbula gibba</i>	n°/m ²	4483	567	1183
	Tellinidae sp.	n°/m ²	17	17	17

Tab. 13 – risultati analisi Zoobenthos

I risultati delle analisi del benthos presente nel sedimento del bacino del porto canale hanno evidenziato una scarsità di individui e taxa.

Un popolamento con poche specie fortemente dominanti è caratteristico di ambienti instabili, quali possono essere quelli in cui è avvenuta una forte perturbazione, ed è tipico di stadi di colonizzazione iniziale.

Il bivalve *Corbula gibba*, già segnalato come specie pioniera (Salen e Picard, 1981) si insedia molto precocemente e raggiunge elevate densità in breve tempo.

Questa specie, che viene inserita nelle "biocenosi dei fondi mobili instabili" secondo la nomenclatura introdotta da Pérèe&Picard (1964) delle principali biocenosi bentoniche, è una specie particolarmente resistente all'inquinamento.

In particolare la modestissima ricchezza specifica con assoluta e forte dominanza del Mollusco Lamellibranco *Corbula gibba* (tipica specie opportunistica) in genere è caratteristico di un ambiente bentonico fangoso con una forte instabilità sedimentaria e una frequente torbidità delle acque almeno presso il fondo.

Il sedimento indagato risente, molto probabilmente, della frequente circolazione navale all'interno dell'area indagata che può provocare rimescolamenti degli strati superficiali del sedimento.

La causa potrebbe essere ricondotta alle navi porta container che, quando cariche, hanno un considerevole pescaggio e l'azione delle eliche potrebbe determinare una risospensione dei sedimenti.



6. CONCLUSIONI

I risultati del monitoraggio, in fase costruttiva, delle polveri totali non hanno mostrato mai superamenti dei limiti di legge (ACGIH), la concentrazione più elevata è stata rilevata nella stazione esterna al cantiere, tale valore potrebbe aver risentito della sua vicinanza della S.S 195 e della strada delle saline Contivecchi.

I risultati relativi al primo trimestre hanno mostrato valori molto al di sotto del valore limite soglia di $3000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ individuato dall'ACGIH (American Conference of Industrial Hygienists) e riportato dal Giornale degli Igienisti Industriali nel Supplemento al Volume 34 n. 2 Aprile 2009

Non sono state rilevate concentrazioni a rischio per la salute umana e neanche per la componente biotica della zona umida limitrofa.

I parametri della colonna d'acqua sono risultati indicativi di condizioni oligotrofiche. Le basse concentrazioni di fosforo e azoto potrebbero indicare l'assenza di specie vegetali (fitoplancton e macroalghe) in quanto sostanze necessarie per lo sviluppo delle specie algali così come la luce, quest'ultima data la presenza di torbidità non può penetrare nella colonna d'acqua rendendo non idoneo l'ambiente allo sviluppo algale. La trasparenza è risultata di circa 1.5 m nelle stazioni 6 e 11 e di 2.10 m nella stazione 7.

Le analisi dei sedimenti hanno mostrato, come atteso, alcuni superamenti di metalli (Cd, Ni, As). Infatti - come già precedentemente detto - il Porto Canale ha probabilmente risentito, come la Laguna di Santa Gilla, dei consistenti fenomeni di inquinamento verificatisi tra gli anni '70.

Le biocenosi rilevate nei sedimenti hanno indicato un ambiente instabile, soggetto a continue perturbazioni e con forte torbidità.

Per quanto riguarda i risultati del monitoraggio ante operam delle acque, dei sedimenti e delle biocenosi emerge un ambiente già perturbato, caratterizzato da scarsa trasparenza, assenza di specie biotiche significative.

Per cui i lavori in fase costruttiva in mare si troveranno, eventualmente, ad interferire con un ambiente già considerevolmente condizionato dalle attività portuali precedenti.