



**C.I.R.I.T.A.**

*Centro Interdipartimentale di Ricerche sulla Interazione Tecnologia-Ambiente*

(C.I.R.I.T.A.) Università degli studi di Palermo Via Archirafi, 28 - 90123

Tel. Direzione 0916171170 - fax 0916162057

E-Mail [cirita@unipa.it](mailto:cirita@unipa.it)

**GASDOTTO ITALIA – LIBIA**

**MONITORAGGIO DELL'AREA MARINA**

**INTERESSATA DALL'APPRODO IN TERRITORIO ITALIANO**

**Quinta campagna di indagine**

**Settembre 2006**

**Sintesi dei risultati delle indagini condotte  
sulla matrice acquosa e sui sedimenti**

**Attuatori:**

Dott.ssa Loredana Culotta

Dott.ssa Brunella Cavaliere

**Responsabile Scientifico del Progetto**

Prof. Raimondo Catalano

**Responsabile Scientifico**

*Prof. Santino Orecchio*



C.I.R.I.T.A.

## INDICE

<b>1.     PREMESSA</b>	<b>3</b>
<b>2.     APPROCCIO METODOLOGICO ALLE INDAGINI</b>	<b>4</b>
Punti di campionamento	4
Considerazioni sulle metodiche analitiche	5
<b>3.     PARAMETRI DETERMINATI</b>	<b>5</b>
<b>4.     METALLI</b>	<b>6</b>
Estrazione selettiva dei metalli dai sedimenti	6
Metalli nei campioni d'acqua	13
<b>5.     ANALISI DEGLI IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI</b>	<b>13</b>
Estrazione degli Idrocarburi Policiclici Aromatici dai sedimenti	13
IPA nei campioni d'acqua	15
<b>6.     TOC NEI CAMPIONI D'ACQUA</b>	<b>16</b>
<b>7.     CONSIDERAZIONI SUI RISULTATI OTTENUTI</b>	<b>16</b>
<b>8.     BIBLIOGRAFIA</b>	<b>16</b>



**C.I.R.I.T.A.**

## **1. PREMESSA**

Per valutare l'impatto del gasdotto sull'ambiente sono stati presi in considerazione i seguenti parametri delle acque:

- Idrocarburi Policiclici Aromatici;
- Metalli pesanti totali (arsenico, cadmio, nichel, piombo, rame e zinco);
- Total Organic Carbon.

Nei sedimenti sono stati considerati i seguenti analiti:

- Idrocarburi Policiclici Aromatici (15 composti);
- Metalli pesanti nelle seguenti frazioni:
  1. scambiabile;
  2. legata ai carbonati;
  3. legata ad idrossidi di ferro e manganese;
  4. legata alla frazione organica;
  5. legata ai silicati.

Si riportano di seguito i risultati e le considerazioni relative alle analisi chimiche condotte su campioni di acqua e di sedimenti provenienti dal Canale di Sicilia relativamente al campionamento Settembre 2006.



C.I.R.I.T.A.

## 2. APPROCCIO METODOLOGICO ALLE INDAGINI

### Punti di campionamento

Per l'esecuzione della ricerca sono state selezionate complessivamente 24 stazioni (tabella 1) dalle quali sono stati prelevati i campioni di sedimento mentre soltanto da 8 di esse sono stati prelevati campioni d'acqua. Le stazioni di campionamento sono ubicate a 10, 50, 100 e 200 metri a est ed a ovest dal gasdotto e rispettivamente alle batimetrie di 10, 20, 30 e 40 metri.

Stazione	Linea batimetrica (m)	Distanza dal gasdotto (m)	Campione
1-10 ovest	10	10	Sedimento - Acqua
1-10 est	10	10	Sedimento - Acqua
1-50 ovest	10	50	Sedimento
1-50 est	10	50	Sedimento
1-100 ovest	10	100	Sedimento
1-100 est	10	100	Sedimento
1-200 ovest	10	200	Sedimento
1-200-est	10	200	Sedimento
2-10 ovest	20	10	Sedimento - Acqua
2-10 est	20	10	Sedimento - Acqua
2-50 ovest	20	50	Sedimento
2-50 est	20	50	Sedimento
2-100 ovest	20	100	Sedimento
2-100 est	20	100	Sedimento
2-200 ovest	20	200	Sedimento
2-200 est	20	200	Sedimento
3-10 ovest	30	10	Sedimento - Acqua
3-10 est	30	10	Sedimento - Acqua
3-50 ovest	30	50	Sedimento
3-50 est	30	50	Sedimento
4-10 ovest	40	10	Sedimento - Acqua
4-10 est	40	10	Sedimento - Acqua
4-50 ovest	40	50	Sedimento
4-50 est	40	50	Sedimento

Tabella 1. Stazioni di campionamento



C.I.R.I.T.A.

### Considerazioni sulle metodiche analitiche

Le determinazioni analitiche sono state eseguite utilizzando i metodi e gli strumenti illustrati in tabella 2.

Parametro	Metodo	Strumentazione	Riferimento Bibliografico
Idrocarburi Policiclici Aromatici	Gascromatografico	GC-MS	-C.M. Reddy, J.G. Quinn. (1990) -V.U. Fossato, <i>et al.</i> , (1995) -G. Spinelli, <i>et al.</i> , (1999)
Metalli	Spettrofotometrico	ICP-MS	-Metodi di analisi per acque di mare. I.R.S.A. CNR Quaderni 59 -M. Camusso, <i>et al.</i> , I.R.S.A. CNR
TOC		Effettuate presso CADA - Menfi	- Seritti, <i>et al.</i> , (1998)

**Tabella 2.** Riepilogo dei metodi e degli strumenti utilizzati per le determinazioni analitiche

### 3. Parametri determinati

Su ciascuna delle stazioni sono stati rilevati i parametri riportati nella seguente tabella:

PARAMETRO	
<b>Metalli</b>	Arsenico (As), Cadmio (Cd), Nichel (Ni), Piombo (Pb), Rame (Cu), Zinco (Zn).
<b>Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)</b>	Acenaftilene, Acenaftene, Fluorene, Fenantrene, Antracene, Fluorantene, Pirene, Benzo(a)antracene, Crisene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(a)pirene, Indeno(1,2,3-c,d)pirene, Dibenzo(a,h)antracene, Benzo(g,h,i)perilene



C.I.R.I.T.A.

## 4. Metalli

### Estrazione selettiva dei metalli dai sedimenti

La metodica d'estrazione utilizzata è una modifica di quella riportata da Tessier et al. (1979). Il metodo permette l'individuazione della distribuzione dei metalli investigati (As, Cd, Cu, Ni, Pb e Zn) in 5 frazioni.

**Frazione 1** *Metalli scambiabili*

Il campione è stato trattato con una soluzione di NaOAc, mantenendo in agitazione fino al completamento dell'estrazione (verificato mediante analisi ripetute a tempi diversi).

**Frazione 2** *Metalli legati ai carbonati*

Al residuo, separato dall'estratto per centrifugazione, è stata aggiunta una soluzione di NH<sub>4</sub>OAc portata a pH 5 per aggiunta di acido acetico mantenendo in costante agitazione.

**Frazione 3** *Metalli legati ad idrossidi di Fe e Mn*

Il residuo è stato estratto con una soluzione 1:1 di NH<sub>2</sub>OH·HCl e acido acetico al 25%, mantenendolo in continua agitazione.

**Frazione 4** *Metalli legati alla sostanza organica*

Il residuo è stato trattato con HNO<sub>3</sub> concentrato in mineralizzatore a microonde.

**Frazione 5** *Metalli legati ai silicati*

La frazione residua è stata trattata con HF concentrato in mineralizzatore a microonde.

I risultati delle analisi sono di seguito riportati.



C.I.R.I.T.A.

**Arsenico (As) concentrazioni espresse in µg/Kg (ppb)**

Stazioni	Scambiabile	Carbonati	Ossidi di Fe e Mn	Sostanza organica	Silicati
1-10 OVEST	112	164	4980	9127	459
1-10 EST	57	205	4278	7115	368
1-50 OVEST	84	221	3041	9424	457
1-50 EST	59	171	4822	9093	334
1-100 OVEST	65	210	2788	9469	352
1-100 EST	88	184	4435	9313	348
1-200 OVEST	64	163	3175	8020	299
1-200 EST	60	201	4639	7706	269
2-10 OVEST	77	189	3775	7244	336
2-10 EST	77	203	5672	8557	299
2-50 OVEST	62	157	3989	7614	250
2-50 EST	91	180	5473	8058	415
2-100 OVEST	87	220	3515	7842	417
2-100 EST	99	232	5925	8431	341
2-200 OVEST	93	176	3677	9205	335
2-200 EST	85	232	5698	7998	264
3-10 OVEST	174	164	4902	12655	656
3-10 EST	167	188	4698	13980	632
3-50 OVEST	114	130	3212	12994	747
3-50 EST	199	224	4953	13077	703
4-10 OVEST	180	210	4307	10842	820
4-10 EST	190	233	4728	9757	823
4-50 OVEST	194	205	3678	10199	723
4-50 EST	248	299	5952	11192	818

**Cadmio (Cd) concentrazioni espresse in µg/Kg (ppb)**

Stazioni	Scambiabile	Carbonati	Ossidi di Fe e Mn	Sostanza organica	Silicati
1-10 OVEST	1	42	23	15	1
1-10 EST	1	37	9	4	1
1-50 OVEST	1	34	13	3	1
1-50 EST	1	35	18	12	1
1-100 OVEST	1	36	12	4	1
1-100 EST	1	44	13	3	1
1-200 OVEST	1	37	11	1	1
1-200 EST	1	35	15	4	1
2-10 OVEST	1	30	24	2	1
2-10 EST	1	32	15	2	1
2-50 OVEST	1	27	21	5	2
2-50 EST	1	30	14	1	1
2-100 OVEST	1	30	13	1	1
2-100 EST	1	34	12	2	1
2-200 OVEST	1	35	11	2	1
2-200 EST	1	29	15	2	1
3-10 OVEST	1	49	15	8	3
3-10 EST	1	49	20	7	1
3-50 OVEST	1	47	15	7	1
3-50 EST	1	55	20	8	1
4-10 OVEST	1	58	17	6	1
4-10 EST	1	60	21	8	1
4-50 OVEST	1	52	13	7	1
4-50 EST	1	56	22	10	1



C.I.R.I.T.A.

**Nichel (Ni)** concentrazioni espresse in  $\mu\text{g}/\text{Kg}$  (ppb)

Stazioni	Scambiabile	Carbonati	Ossidi di Fe e Mn	Sostanza organica	Silicati
1-10 OVEST	59	2136	8123	7205	858
1-10 EST	39	2033	5458	3870	526
1-50 OVEST	33	1824	3767	4178	519
1-50 EST	28	2256	5393	4702	338
1-100 OVEST	38	1645	3323	4266	569
1-100 EST	41	2317	6878	5468	383
1-200 OVEST	20	1730	4166	3531	337
1-200 EST	26	2234	5694	3480	196
2-10 OVEST	23	1666	2599	1711	770
2-10 EST	31	2096	4648	2831	217
2-50 OVEST	14	1736	2777	1977	235
2-50 EST	17	2107	4447	2609	591
2-100 OVEST	36	1888	2786	1970	366
2-100 EST	29	2268	4561	2738	392
2-200 OVEST	19	1755	2809	2500	314
2-200 EST	19	2101	4375	2311	194
3-10 OVEST	61	1693	7754	6011	1254
3-10 EST	48	2405	11311	9059	968
3-50 OVEST	45	1922	7658	6959	1102
3-50 EST	55	2374	11004	8754	1040
4-10 OVEST	49	1948	9746	7540	1629
4-10 EST	63	2465	12961	10084	1758
4-50 OVEST	48	1892	8481	7865	1101
4-50 EST	64	2056	11434	9624	1802

**Piombo (Pb)** concentrazioni espresse in  $\mu\text{g}/\text{Kg}$  (ppb)

Stazioni	Scambiabile	Carbonati	Ossidi di Fe e Mn	Sostanza organica	Silicati
1-10 OVEST	5	1555	3358	1906	1326
1-10 EST	65	592	698	648	1099
1-50 OVEST	5	880	1163	812	1340
1-50 EST	26	664	1011	967	1095
1-100 OVEST	5	994	1226	1026	1186
1-100 EST	6	1127	1394	1208	1000
1-200 OVEST	5	873	1126	884	1172
1-200 EST	5	864	929	764	1023
2-10 OVEST	5	661	652	443	1052
2-10 EST	5	660	801	662	980
2-50 OVEST	5	675	738	484	872
2-50 EST	7	649	845	579	1166
2-100 OVEST	5	975	741	638	1078
2-100 EST	5	760	851	644	1123
2-200 OVEST	5	891	782	626	1076
2-200 EST	5	723	754	609	991
3-10 OVEST	5	3144	3967	2066	1285
3-10 EST	5	2978	3158	2173	1402
3-50 OVEST	5	3294	3604	2475	1376
3-50 EST	5	3880	3489	2343	1446
4-10 OVEST	5	5108	6734	3483	1324
4-10 EST	5	5286	6221	3518	1397
4-50 OVEST	5	5489	6441	4021	1016
4-50 EST	5	4934	6199	3006	1465





C.I.R.I.T.A.

**Rame (Cu) concentrazioni espresse in µg/Kg (ppb)**

Stazioni	Scambiabili	Carbonati	Ossidi di Fe e Mn	Sostanza organica	Silicati
1-10 OVEST	125	340	2449	5036	579
1-10 EST	27	13	457	1139	655
1-50 OVEST	60	20	588	1593	627
1-50 EST	32	54	510	1304	682
1-100 OVEST	53	70	781	1690	447
1-100 EST	92	115	1067	2105	380
1-200 OVEST	43	112	628	1294	397
1-200 EST	36	32	698	1243	296
2-10 OVEST	51	65	1022	634	523
2-10 EST	30	55	405	927	339
2-50 OVEST	26	12	913	712	341
2-50 EST	67	13	422	849	621
2-100 OVEST	33	18	331	689	393
2-100 EST	40	12	373	887	547
2-200 OVEST	32	132	378	886	421
2-200 EST	35	18	351	742	337
3-10 OVEST	215	271	2106	5317	798
3-10 EST	116	625	2452	5287	789
3-50 OVEST	90	330	2482	5139	669
3-50 EST	156	723	2780	5370	893
4-10 OVEST	169	376	2784	7698	1256
4-10 EST	184	695	3592	7913	1565
4-50 OVEST	116	355	2533	7346	964
4-50 EST	130	388	2751	7529	1188

**Zinco (Zn) concentrazioni espresse in µg/Kg (ppb)**

Stazioni	Scambiabili	Carbonati	Ossidi di Fe e Mn	Sostanza organica	Silicati
1-10 OVEST	459	3028	20193	20358	5841
1-10 EST	504	2184	10857	7660	3240
1-50 OVEST	205	1955	9063	13094	3889
1-50 EST	405	1881	9646	10815	3758
1-100 OVEST	230	1745	10543	13902	3640
1-100 EST	349	2590	12302	12397	2695
1-200 OVEST	195	1945	9591	10197	3795
1-200 EST	373	1832	10353	8322	1812
2-10 OVEST	270	1385	9673	7089	4709
2-10 EST	338	1513	9130	6964	2052
2-50 OVEST	180	1720	11286	6251	3265
2-50 EST	270	1626	9204	7332	3799
2-100 OVEST	216	1416	7551	7439	3107
2-100 EST	249	1800	8667	7317	12599
2-200 OVEST	270	1253	9091	8638	3774
2-200 EST	254	1779	8661	7030	1417
3-10 OVEST	351	2422	20724	23793	7512
3-10 EST	221	3850	22702	23550	5434
3-50 OVEST	261	3707	19774	24491	7046
3-50 EST	252	4555	25252	23848	6432
4-10 OVEST	271	4061	27373	31184	9933
4-10 EST	259	4888	31578	30498	9869
4-50 OVEST	295	3975	24878	32596	7919
4-50 EST	444	3893	29283	29056	9463



C.I.R.I.T.A.

In generale, le concentrazioni totali di tutti i metalli tranne quelle dell'arsenico, tenendo conto delle incertezze sul campionamento e sull'analisi, si mantengono costanti fino alla seconda linea batimetrica. Da questo punto in poi, pressoché dalla stazione 3-10-ovest, si nota che le concentrazioni tendono ad aumentare.

### Arsenico (As)

L'arsenico è presente principalmente nella fase organica e negli ossidi di Fe e Mn. Le concentrazioni si mantengono costanti e basse nei carbonati e nei silicati. Molto basse risultano le concentrazioni di arsenico scambiabile.

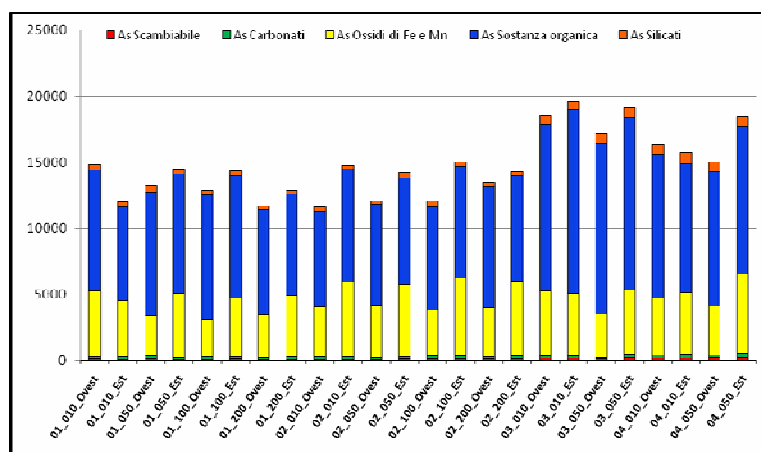


Figura 1 – concentrazioni di As ( $\mu\text{g}/\text{Kg d.w.}$ )

### Cadmio (Cd)

Le concentrazioni di questo metallo legato labilmente ai sedimenti risultano, nella maggior parte delle stazioni, minori dei limiti di rivelabilità del metodo. Il metallo è presente sotto forma di carbonato e, in minor concentrazione, negli ossidi di ferro e manganese.

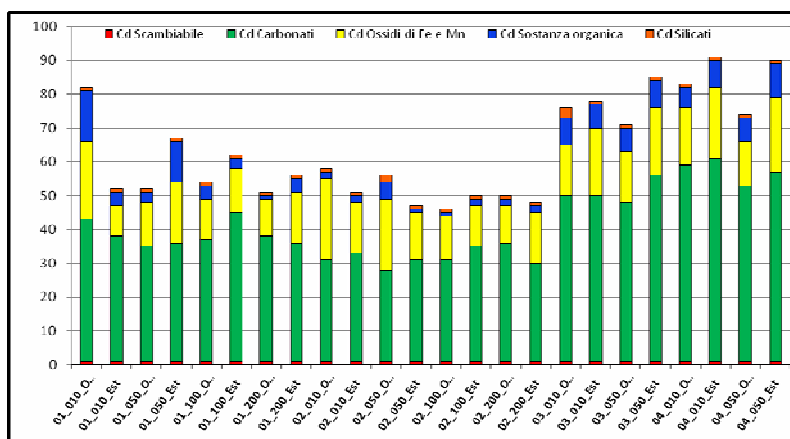


Figura 2 – concentrazioni di Cd ( $\mu\text{g}/\text{Kg d.w.}$ )



C.I.R.I.T.A.

## Nichel (Ni)

La concentrazione di Nichel riscontrata nella prima fase è trascurabile rispetto a quella totale. Il metallo è presente nei campioni principalmente sotto forma organica e/o di solfuri e negli ossidi di Fe e Mn. I carbonati si mantengono costanti in tutta la zona investigata.

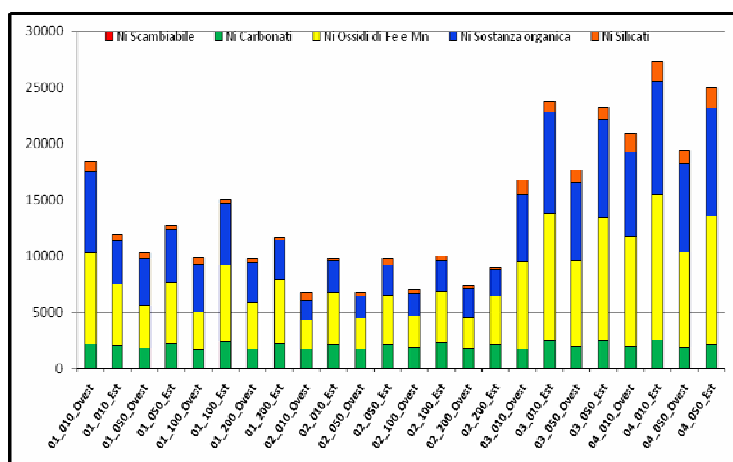


Figura 3 – concentrazioni di Ni ( $\mu\text{g}/\text{Kg}$  d.w.)

## Piombo (Pb)

Le concentrazioni totali di piombo aumentano dalla stazione 3-10 ovest e da questa fino alla 4-50 est il metallo è presente principalmente nella seconda e nella terza fase e in minor misura è presente nella fase organica o solforica.

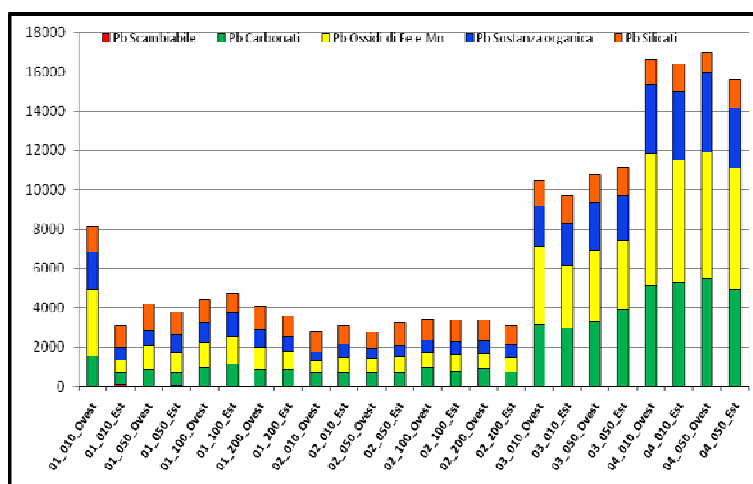


Figura 4 – concentrazioni di Pb ( $\mu\text{g}/\text{Kg}$  d.w.)



C.I.R.I.T.A.

## Rame (Cu)

Elevate concentrazioni di rame si riscontrano nella stazione 1-10 ovest ed in quelle a partire dalla 3-10 ovest. Il metallo è presente nei campioni sotto forma di sostanze organiche o, più probabilmente, sotto forma di solfuro.

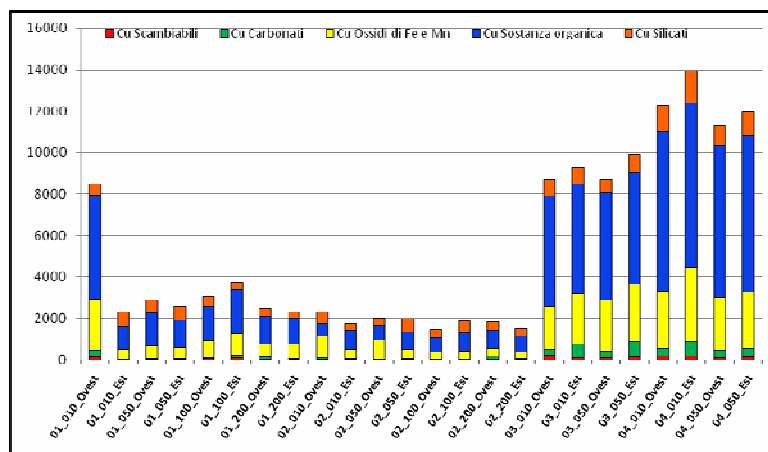


Figura 5 – concentrazioni di Cu ( $\mu\text{g/Kg d.w.}$ )

## Zinco (Zn)

La concentrazione di zinco scambiabile è trascurabile rispetto a quella del metallo legato agli ossidi di ferro e manganese ed alle sostanze organiche e/o ai solfuri. Non varia apprezzabilmente la concentrazione di metallo legato ai carbonati, mentre si osserva un aumento della concentrazione di zinco legato agli ossidi di Ferro e Manganese e di quello legato alla frazione organica all'aumentare della batimetria.

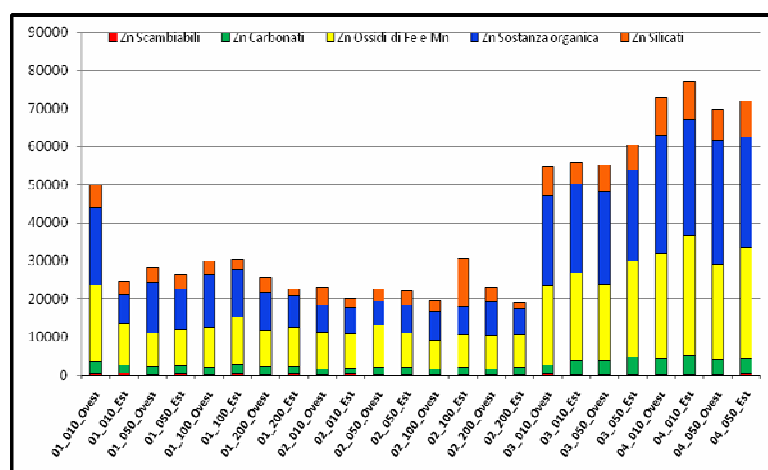


Figura 6 – concentrazioni di Zn ( $\mu\text{g/Kg d.w.}$ )



C.I.R.I.T.A.

### Metalli nei campioni d'acqua

Dalla figura 7 si può osservare che il metallo presente in maggiore concentrazione nelle stazioni prese in considerazione è lo Zinco e la sua concentrazione varia da 13 ppb a 29 ppb. Cadmio ed Arsenico sono quelli presenti in concentrazione minori e variano, rispettivamente, da 0,34 a 0,96 ppb e da 0,08 a 0,31 ppb.

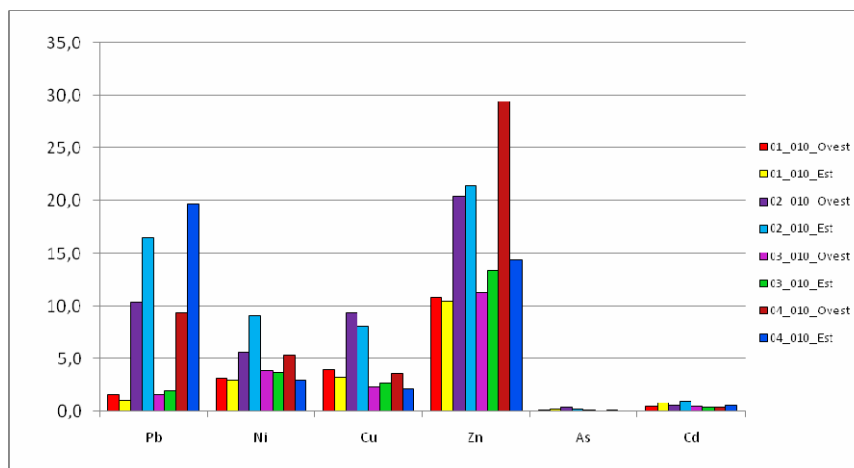


Figura 7 – concentrazioni di metalli nelle acque (ppb)

## 5. Analisi degli Idrocarburi Policiclici Aromatici

### Estrazione degli Idrocarburi Policiclici Aromatici dai sedimenti

Prima dell'estrazione, ad una quantità accuratamente pesata di sedimento, precedentemente scongelato ed omogeneizzato con  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  anidro in polvere, sono stati aggiunti 400 mg di rame granulare lavato con HCl 1N, acqua distillata, acetone e diclorometano.

Il campione così trattato è stato estratto in Soxhlet, per 24 ore, con una miscela 1:1 n-pentano e diclorometano (Simoneit, 1998). Il riscaldamento è stato regolato in modo tale che il solvente effettuasse 5 cicli l'ora. L'estratto ottenuto è stato ridotto a piccolo volume usando un evaporatore rotante termostato a 40 °C. Mediante una debole corrente d'azoto, l'estratto è stato portato completamente a secco e successivamente addizionato di 1 ml di una soluzione cicloesamica contenente quattro standard deuterati (concentrazione 0.2 mg/l):

- Acenafte  $d_{10}$ ;
- Fenantrene  $d_{10}$ ;
- Crisene  $d_{12}$ ;
- Perilene  $d_{12}$ .

L'analisi è stata condotta con GC-MS utilizzando il metodo SIM.

Nelle tabelle 3 e 4 sono riportate le concentrazioni parziali dei singoli IPA espresse in  $\mu\text{g}/\text{Kg}$



C.I.R.I.T.A.

Composti	1-10-est	1-10-ovest	1-50-est	1-50-ovest	1-100-est	1-100-ovest	1-200-est	1-200-ovest	2-10-est	2-10-ovest	2-50-est	2-50-ovest
Acenaftilene	0,01	0,16	0,06	0,09	0,26	0,35	0,08	0,15	0,05	0,14	0,06	0,03
Acenaftene	0,63	1,34	0,91	0,68	0,9	1,56	0,7	0,6	0,29	0,47	0,28	0,45
Fluorene	0,42	0,62	0,7	0,25	1,12	1,43	0,67	0,65	0,32	0,55	0,39	0,31
Fenantrene	2,87	2,94	3,73	1,08	5,23	10,16	3,35	2,99	1,12	2,22	1,51	1,77
Antracene	0,43	0,6	0,4	0,16	0,75	1,76	0,47	0,57	0,1	0,23	0,23	0,21
Fluorantene	0,94	1,82	0,75	0,77	2,25	11,84	1,29	1,04	0,42	1,62	0,56	0,34
Pirene	1,33	2,2	1,29	0,91	2,74	11,22	1,98	1,92	0,62	1,78	0,76	0,5
benzo (a) antracene	0,22	0,61	0,28	0,43	0,7	6,99	0,51	1,47	0,04	1,06	0,17	0,08
Crisene	0,79	1,49	0,76	0,57	1,42	8,73	0,69	3,74	0,27	1,02	0,5	0,4
benzo (b) fluorantene	0,27	0,73	0,19	0,52	0,25	7,41	0,51	1,44	0,05	0,77	0,28	0,34
benzo (k) fluorantene	0,34	0,78	0,09	0,39	0,11	6,02	0,38	0,94	0,05	0,94	0,25	0,21
benzo (a) pirene	0,19	0,81	0,27	0,37	0,46	7,69	0,2	2,39	0,11	0,7	0,19	0,2
indeno(1,2,3-cd) pyrene	0,13	0,93	0,26	0,51	1,26	4,55	0,52	0,98	0,6	1,21	0,59	0,08
dibenzo (a,h) anthracene	0,25	1,06	0,49	0,14	1,99	3,21	0,99	1,25	1,13	0,49	1,34	0,15
benzo (g,h,i) perilene	0,15	1,76	0,29	0,73	1,26	6,38	0,69	2,19	0,08	1,07	0,39	0,09

Tabella 3 - contrazioni dei singoli IPA ( $\mu\text{g}/\text{Kg d.w.}$ )

Composti	2-100-est	2-100-ovest	2-200-est	2-200-ovest	3-10-est	3-10-ovest	3-50-est	3-50-ovest	4-10-est	4-10-ovest	4-50-est	4-50-ovest
Acenaftilene	0,06	0,04	0,29	0,09	0,1	0,28	0,1	0,07	0,25	3,09	0,72	0,95
Acenaftene	0,48	1,29	0,24	1,34	0,35	1,41	0,46	1,3	0,7	0,83	2,01	1,08
Fluorene	0,48	0,54	0,45	0,87	0,51	1,61	0,74	1,22	0,99	1,65	0,83	1,05
fenantrene	3,55	2,95	1,66	3,99	3,09	7,34	2,94	10,29	8,25	11,04	4,37	5,53
antracene	0,66	0,69	0,12	0,61	0,4	1,27	0,43	2,61	1,38	2,21	1,26	1,18
fluorantene	3,38	0,56	0,63	0,87	4,93	5,03	2,83	15,32	6,65	15,51	7,61	3,62
Pirene	2,99	1,33	0,74	1,42	4,63	5,3	3	14,18	6,53	14,55	7,33	4
benzo (a) antracene	0,8	0,19	0,21	0,39	1,66	1,43	0,96	6,34	2,17	7,12	2,64	1,66
Crisene	1,35	0,86	0,3	1,4	4,13	3,22	2,69	8,25	6,59	8,89	6,49	4,55
benzo (b) fluorantene	0,24	0,04	0,17	0,04	1,42	1,63	3,55	5,37	5,54	6,91	2,81	2,16
benzo (k) fluorantene	0,18	0,05	0,14	0,04	1,06	1,17	2,71	4,93	4,3	5,46	2,19	1,86
benzo (a) pirene	0,47	0,06	0,14	0,46	1,13	1,28	0,67	4,68	1,63	3,83	2,03	1,72
indeno(1,2,3-cd) pyrene	1,35	0,14	0,73	0,08	2,16	1,64	1,82	3,61	0,24	4,53	2,5	0,14
dibenzo (a,h) anthracene	2,19	0,26	1,86	0,15	2,19	0,31	1,73	2,37	0,45	3,23	2,78	0,27
benzo (g,h,i) perilene	0,86	0,15	0,27	0,09	2,25	1,46	2,03	3,48	0,26	4,84	3,26	0,16

Tabella 4 - contrazioni dei singoli IPA ( $\mu\text{g}/\text{Kg d.w.}$ )



C.I.R.I.T.A.

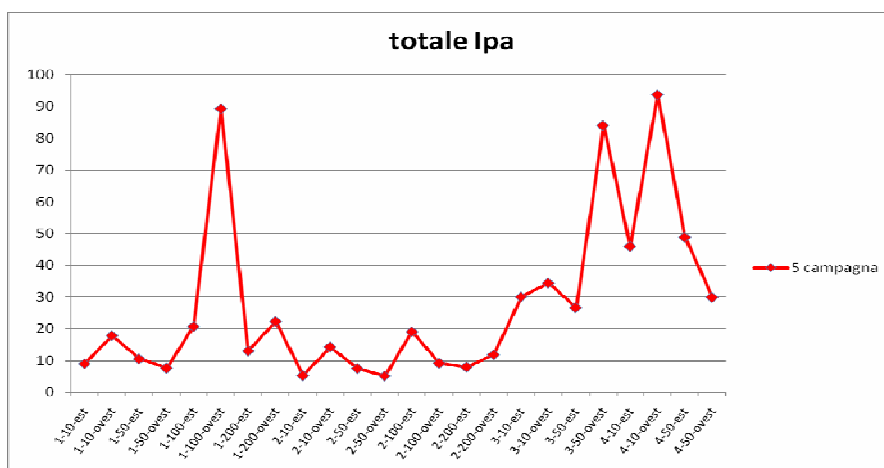


Figura 8 - contrazioni di IPA totali (µg/Kg d.w.)

Nei campioni di sedimento, le concentrazioni totali di Idrocarburi Policiclici Aromatici variano da 5 a 94 µg/Kg p.s.. A prescindere da pochi campioni, la maggior parte presenta concentrazioni molto simili tra loro. Si nota soltanto una leggera diminuzione delle concentrazioni di IPA allontanandosi ad est e ad ovest dalla posizione del gasdotto, fatta eccezione per poche stazioni, come si può osservare dalla figura 9. In questa sono riportate le concentrazioni totali di IPA contro la distanza dal tubo, a cui è stata attribuita coordinata 0. Lo stesso andamento si riscontra anche per alcuni IPA considerati singolarmente.

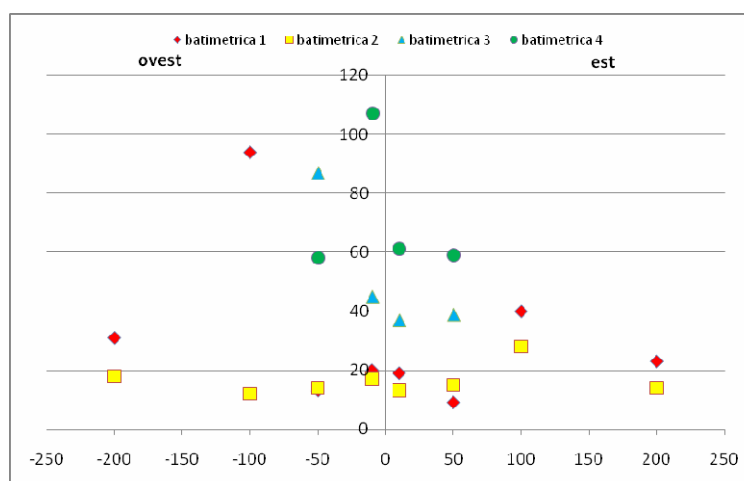


Figura 9 – concentrazioni totali di IPA (µg/Kg d.w.)

### IPA nei campioni d'acqua

L'estrazione degli IPA dai campioni di acqua è stata effettuata mediante tecnica SPE (Envy Disk). Prima dell'estrazione il disco è stato condizionato con diclorometano e acetonitrile. Dopo il passaggio del campione di acqua attraverso il filtro, gli analiti sono stati eluiti con diclorometano e n-esano in successione. L'analisi è stata condotta con GC-MS utilizzando il metodo SIM.



C.I.R.I.T.A.

### Analisi IPA

Per quanto riguarda la determinazione degli IPA nei campioni d'acqua, i risultati ottenuti mostrano valori nulli o molto vicini al limite di rivelabilità della metodica.

Concentrazioni così basse ci hanno indotto ad effettuare ulteriori verifiche (confronto di bianchi, prove di recupero, ripetizione delle analisi su campioni già analizzati). Pertanto, possiamo considerare assenti gli IPA nei campioni d'acqua.

### 6. TOC nei campioni d'acqua

I risultati della determinazione del total organic carbon nei campioni d'acqua sono sotto riportati e variano da 1,6 a 4,1. Il valore medio risulta 2,6 mg/l.

Stazioni	1-10 E	1-10 W	2-10 E	2-10 W	3-10 E	3-10 W	4-10 E	4-10 W
TOC (mg/l)	1,6	3,5	2,8	3,3	1,5	4,1	1,6	2,7

Tabella 5 – TOC (mg/l)

### 7. Considerazioni sui risultati ottenuti

In generale, le concentrazioni degli analiti (IPA e metalli) presi in considerazione non fanno ipotizzare condizioni ambientali allarmanti, inoltre si nota una lieve diminuzione delle concentrazioni sia degli IPA sia dei metalli pesanti di interesse tossicologico rispetto a quelle della 4° campagna.

### 8. Bibliografia

- I.R.S.A., 1986. Atti del convegno «Criteri e limiti per il controllo delle acque, dieci anni di esperienze».C.N.R., Roma, Quaderno 75.
- Fossato V.U., 1983. Metodologie di analisi di idrocarburi da petrolio. Metodologie analitiche per lo studio della qualità dell'Ambiente Marino. CNR Progetto Finalizzato Oceanografia e Fondi Marini.
- Spinelli G., M. Mazzetti , P. Colombini, D. Greco, F. Righini e B. Pisani. Boll. Chim. Igien., Vol 50 (1999)
- Reddy C.M., J.G. Quinn., 1990. Marine Pollution Bulletin, Vol 38, 2, 126-135 (1990)
- Seritti D.Russo, L.Nannicini, R. Del Vecchio, 1998. Chem. Spec. and Biovail. 10 (3)
- Simoneit B.R.T., PAHs and related compounds, vol.3-I, Springer (1998)
- Tessier A., Campbell P.G.C., Bisson M. Analytical Chemistry, vol.51,7 (1979)