



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

GASDOTTO ITALIA – LIBIA

**MONITORAGGIO DELL'AREA MARINA
INTERESSATA DALL'APPRODO IN TERRITORIO ITALIANO**

**Seconda campagna di indagine
Ottobre - Novembre 2004**

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

Il Responsabile scientifico
Prof. Santino Orecchio

Direttore C.I.R.I.T.A.
Prof. R. Catalano

Le analisi sono state condotte dalla Dott.ssa Manuela Governanti e dalla Dott.ssa Viviana Paradiso Ciotti presso il laboratorio CIRITA-CEOM, sito in Via Archirafi 26, Palermo



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

INDICE

1. PREMESSA

2. APPROCCIO METODOLOGICO ALLE INDAGINI

2.1 Piano di campionamento

2.2 Considerazioni sulle metodiche analitiche

3. PARAMETRI DETERMINATI

4. METALLI

4.1 Estrazione selettiva dei metalli dai sedimenti

4.2 Metalli nei campioni d'acqua

5. ANALISI DEGLI IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI

5.1 Estrazione degli Idrocarburi Policiclici Aromatici dai sedimenti

5.2 IPA nei campioni d'acqua

6. TOC NEI CAMPIONI D'ACQUA

7. CONSIDERAZIONI SUI RISULTATI OTTENUTI

8. BIBLIOGRAFIA



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

1. PREMESSA

Per valutare l'impatto sull'ambiente dei lavori di movimentazione di sedimenti per la costruzione del gasdotto sono stati presi in considerazione i seguenti parametri delle acque:

- Idrocarburi Policiclici Aromatici (17 composti);
- Metalli pesanti totali (arsenico, cadmio, nichel, piombo, rame);
- Total Organic Carbon.

Mentre nei sedimenti sono stati considerati i seguenti analiti:

- Idrocarburi Policiclici Aromatici (17 composti);
- Metalli pesanti nelle seguenti frazioni:
 1. scambiabili;
 2. legati ai carbonati;
 3. legati ad idrossidi di ferro e manganese;
 4. presenti nella frazione organica;
 5. sottoforma di 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 suddetto campionamento ed a quello precedente.



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

2. APPROCCIO METODOLOGICO ALLE INDAGINI

2.1 Piano di campionamento

Le stazioni dalle quali sono stati prelevati i campioni di sedimento sono state complessivamente 24 (tabella 1) mentre i campioni d'acqua sono stati prelevati soltanto da 8 di esse. Il protocollo di campionamento ha posizionato le stazioni di campionamento 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
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

2.2 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	Gasromatografico	GC-MS Shimadzu 5050	-C.M. Reddy, J.G. Quinn. (1990) -V.U. Fossato, <i>et al.</i> , (1995) -G. Spinelli, <i>et al.</i> , (1999)
Metalli	Spettrofotometrico	Assorbimento Atomico	-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



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

TOC		TOC Shimadzu 5000A	- 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	
Metalli	Arsenico (As), Cadmio (Cd), Nichel (Ni), Piombo (Pb), Rame (Cu), Zinco (Zn).
Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)	Naftalene, Acenaftilene, Acenaftene fluorene, Fenantrene, Antracene, Fluorantene, Pirene, Benzo(a)antracene, Crisene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(a)pirene, Perilene, Indeno(1,2,3-c,d)pirene, Dibenzo(a,h)antracene, Benzo(g,h,i)perilene

4. METALLI

4.1 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 NH₄OAc 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 NH₂OH-HCl e acido acetico al 25%, mantenendolo in continua agitazione.

Frazione 4 Metalli legati alla sostanza organica

Il residuo è stato trattato con HNO₃ 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 $\mu\text{g/Kg}$ (ppb)

Stazioni	Scambiabili	Carbonati	Ossidi di Fe e Mn	Sostanza organica	Silicati
1-10 OVEST	201	426,4	4264	4815,6	0
1-10 EST	254,2	331	1879,8	6972	0
1-50 OVEST	284,2	406,8	7332	2930,4	0
1-50 EST	150,8	401,2	653,6	6691,2	0
1-100 OVEST	152,4	633	7682	4171,2	0
1-100 EST	209,6	494,2	7222	3241,2	0
1-200 OVEST	223,2	608,4	4590	6925,2	0
1-200 EST	179,4	936	7370	2823,6	0
2-10 OVEST	95,6	361,4	3360	6876	0
2-10 EST	127,2	339,4	5594	6687,6	0
2-50 OVEST	165,2	391	7562	4138,8	0
2-50 EST	144,2	391,6	7224	3429,6	0
2-100 OVEST	222,2	546,2	8152	4717,2	0
2-100 EST	280,6	511,2	8096	4792,8	0
2-200 OVEST	237,2	566,4	7710	2817,6	0
2-200 EST	202,4	646,2	7724	2612,4	0
3-10 OVEST	139,6	553,4	7698	6218,4	0
3-10 EST	197	273,4	11006	5834,4	0
3-50 OVEST	226,2	266,2	11950	5692,8	0
3-50 EST	193	792,2	11626	4222,8	0
4-10 OVEST	395,4	646,8	11432	4909,2	0
4-10 EST	394,8	458,6	10590	5919,6	0
4-50 OVEST	206,4	833,6	11154	5802	0
4-50 EST	185,8	626,4	11534	5652	0

Cadmio (Cd) concentrazioni espresse in $\mu\text{g/Kg}$ (ppb)

Stazioni	Scambiabili	Carbonati	Ossidi di Fe e Mn	Sostanza organica	Silicati
1-10 OVEST	5	257	14	3	245
1-10 EST	5	66	7	2	411
1-50 OVEST	5	484	2	2	1432
1-50 EST	5	21	7	6	3118
1-100 OVEST	6	41	2	7	3508
1-100 EST	5	87	2	1	846
1-200 OVEST	6	75	10	1	1767
1-200 EST	5	26	3	4	1974
2-10 OVEST	7	49	8	8	1635
2-10 EST	5	677	7	2	0
2-50 OVEST	4	1	4	10	984
2-50 EST	4	0	3	4	489
2-100 OVEST	2	53	8	3	2675
2-100 EST	2	41	8	3	1546
2-200 OVEST	3	0	5	6	372
2-200 EST	1	4	4	7	384
3-10 OVEST	1	156	7	21	1648
3-10 EST	2	57	18	0	331
3-50 OVEST	10	87	9	18	263
3-50 EST	6	185	7	1	187
4-10 OVEST	4	116	14	0	288
4-10 EST	9	61	7	1	1522
4-50 OVEST	5	94	7	2	330
4-50 EST	2	204	16	2	307



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

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

Stazioni	Scambiabili	Carbonati	Ossidi di Fe e Mn	Sostanza organica	Silicati
1-10 OVEST	1567	34286	12142857	17143	0
1-10 EST	1228	31429	21000000	27429	0
1-50 OVEST	940	37143	14286	0	0
1-50 EST	341	34286	23285714	60000	0
1-100 OVEST	734	28571	28571	0	0
1-100 EST	453	40000	17143	0	0
1-200 OVEST	308	42857	15000000	22286	0
1-200 EST	181	34286	188571	0	0
2-10 OVEST	281	37143	19000000	5143	0
2-10 EST	308	37143	1714286	8571	0
2-50 OVEST	205	31429	428571	0	0
2-50 EST	180	31429	1857143	0	0
2-100 OVEST	4580	34286	17143	0	0
2-100 EST	337	37143	17143	29143	0
2-200 OVEST	2744	34286	17143	0	0
2-200 EST	3740	34286	11429	0	0
3-10 OVEST	0	34286	17143	0	0
3-10 EST	3226	31429	3142857	10286	0
3-50 OVEST	1040	34286	20000	0	0
3-50 EST	609	34286	11429	0	0
4-10 OVEST	614	37143	34286	6857	0
4-10 EST	747	31429	31429	5143	0
4-50 OVEST	579	34286	34286	8571	0
4-50 EST	0	34286	42857	8571	0

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

Stazioni	Scambiabili	Carbonati	Ossidi di Fe e Mn	Sostanza organica	Silicati
1-10-est	198	2743	1388	812	5329
1-10-ovest	233	2512	262	1036	7544
1-50-est	235	3000	2398	629	10094
1-50-ovest	190	2302	178	907	5688
1-100-est	207	3318	3629	883	5331
1-100-ovest	144	3506	7885	759	4243
1-200-est	180	3153	1301	1124	7466
1-200-ovest	246	2552	7026	555	0
2-10-est	251	2117	830	629	5270
2-10-ovest	228	2332	7428	796	0
2-50-est	268	1931	6203	562	546
2-50-ovest	197	1980	5270	501	476
2-100-est	196	2634	6862	754	0
2-100-ovest	250	2248	6449	683	0
2-200-est	290	2120	6027	478	0
2-200-ovest	294	2273	6287	516	0
3-10-est	181	5463	5330	1422	1848
3-10-ovest	141	4249	4970	1461	1845
3-50-est	169	5341	5322	1027	8626
3-50-ovest	174	4441	4848	899	3024
4-10-est	122	7018	10118	2193	1231
4-10-ovest	148	7611	7417	2189	0
4-50-est	139	7442	7593	2511	6675
4-50-ovest	252	7406	10384	2229	1239



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-est	0	443,2	179130	11478	0
1-10-ovest	12,76	222,8	300869	276522	0
1-50-est	0	204,4	2609	522	0
1-50-ovest	0	88,08	1021739	82696	0
1-100-est	0	353,8	869	783	0
1-100-ovest	0	204,8	2609	261	0
1-200-est	103,1	192,9	913043	32087	0
1-200-ovest	0	83,32	5217	261	0
2-10-est	0	61,54	543478	167739	0
2-10-ovest	19,72	322,8	366087	1122	0
2-50-est	0	63,02	23913	783	0
2-50-ovest	0	55,82	150000	3652	0
2-100-est	0	64,78	435	261	0
2-100-ovest	0	20,16	1304	2087	0
2-200-est	0	16,98	1304	261	8
2-200-ovest	0	5,88	2609	522	0
3-10-est	0	568	5217	3391	0
3-10-ovest	0	442,4	244783	10174	0
3-50-est	0	711,4	5652	2609	0
3-50-ovest	0	277,8	3913	1565	0
4-10-est	29,64	481	11304	4174	0
4-10-ovest	0	724,4	6522	4956	0
4-50-est	0	438,4	6087	4956	0
4-50-ovest	0	533,4	6956	5478	0

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

Stazioni	Scambiabili	Carbonati	Ossidi di Fe e Mn	Sostanza organica	Silicati
1-10-est	1739	4348	18522	5270	2197
1-10-ovest	1826	3913	9391	9548	1409
1-50-est	2261	4261	19826	2191	54939
1-50-ovest	1391	3652	10957	7722	0
1-100-est	1478	12174	22087	4748	0
1-100-ovest	1739	4783	21565	2922	15948
1-200-est	1739	4261	21826	4070	17670
1-200-ovest	1913	3739	19130	2087	4435
2-10-est	1739	3478	17739	4017	0
2-10-ovest	1565	4261	19565	4226	0
2-50-est	1739	3478	15478	2870	10348
2-50-ovest	1478	3304	16000	3130	12609
2-100-est	1304	3739	21217	1983	0
2-100-ovest	1739	3478	16522	2191	2157
2-200-est	1565	3130	13478	1043	0
2-200-ovest	1304	3217	13043	783	0
3-10-est	1565	6000	32435	7826	1739
3-10-ovest	1565	4957	29130	5896	0
3-50-est	1217	6000	33391	5896	36974
3-50-ovest	1478	4870	25304	3913	0
4-10-est	1478	5826	41391	10174	8956
4-10-ovest	1478	7130	37565	11739	0
4-50-est	1652	5391	38174	13774	14052
4-50-ovest	1391	5913	41304	12313	4296



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

Arsenico (As)

Le concentrazioni totali di arsenico tendono ad aumentare allontanandosi dalla linea di costa, mentre non si nota alcun andamento particolare nelle vicinanze della posizione del gasdotto. Rispetto alle concentrazioni della precedente campagna non si evidenziano significative variazioni. L'arsenico è presente principalmente nella fase organica e negli ossidi di Fe e Mn. Le concentrazioni del metallo scambiabile risultano leggermente più elevate nella seconda campagna.

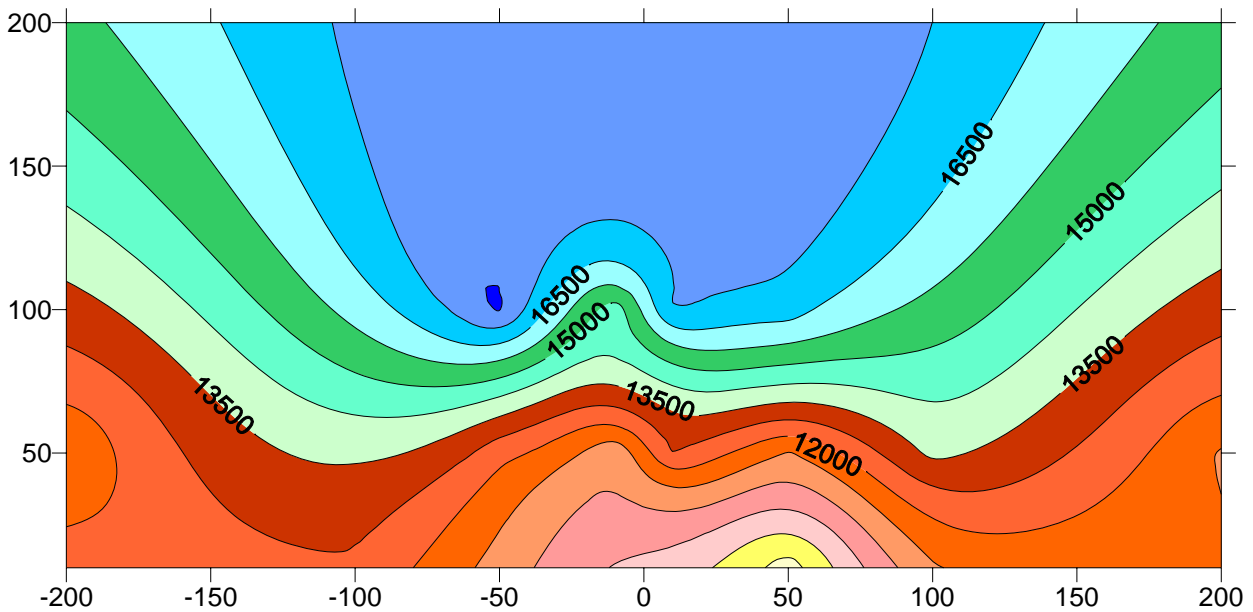


Grafico 1



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

Cadmio (Cd)

In generale, le concentrazioni totali di cadmio nei sedimenti della seconda campagna risultano 6-7 volte più elevate rispetto a quelle della campagna precedente. In particolare le concentrazioni maggiori si riscontrano alle basse batimetrie. Il Cadmio è presente in tutte le cinque fasi ma in buona parte dei campioni si presenta principalmente legato ai silicati, ad eccezione di un solo campione in cui è quasi totalmente sotto forma di carbonati. Una diminuzione delle concentrazioni, rispetto alla campagna precedente si nota nella fase scambiabile.

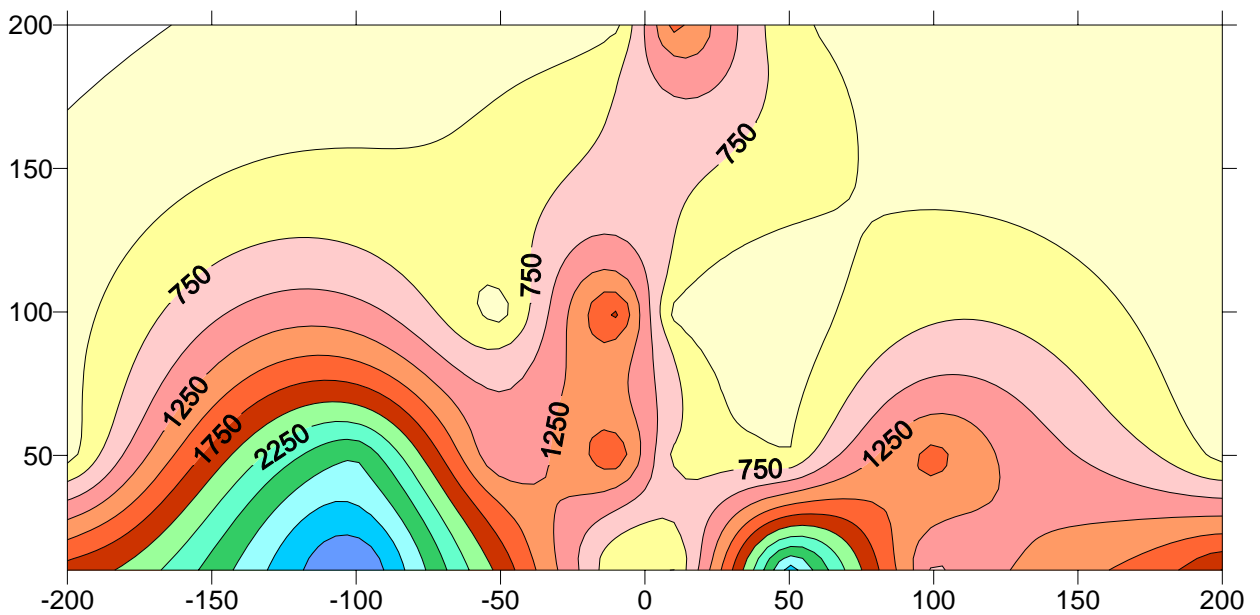


Grafico 2



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

Nichel (Ni)

Le concentrazioni totali di nichel mediamente aumentano di 500 volte rispetto a quelle della prima campagna, in particolare, le concentrazioni più elevate si riscontrano ad est ed ad ovest rispetto alla posizione del tubo ed a basse batimetrie (vicino la costa). Per quanto riguarda il suddetto metallo è legato principalmente ai carbonati e agli ossidi di Ferro e Manganese. Non si riscontra Nichel legato ai silicati. Nella maggior parte dei campioni il Nichel presente nella prima e quarta fase è trascurabile rispetto al totale.

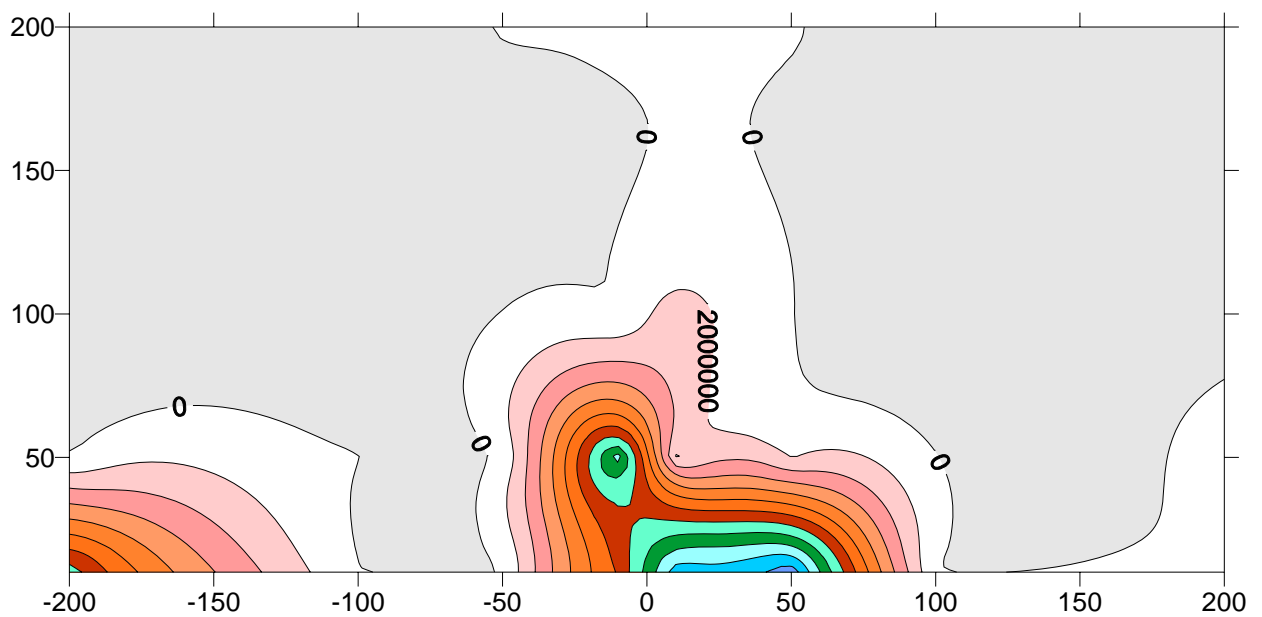


Grafico 3



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

Piombo (Pb)

Le concentrazioni totali di piombo subiscono quasi un raddoppio tra la prima e seconda campagna. Non sono state riscontrate distribuzioni particolari rispetto a quelle della prima campagna. Si nota un aumento considerevole delle concentrazioni di piombo nella fase scambiabile. Piombo è distribuito prevalentemente tra carbonati e silicati fino alla batimetria di 10 metri. La batimetria di 20, 30 e 40 metri è caratterizzata da più elevate concentrazioni di Piombo presente nella fase carbonatica e degli ossidi di Ferro e Manganese.

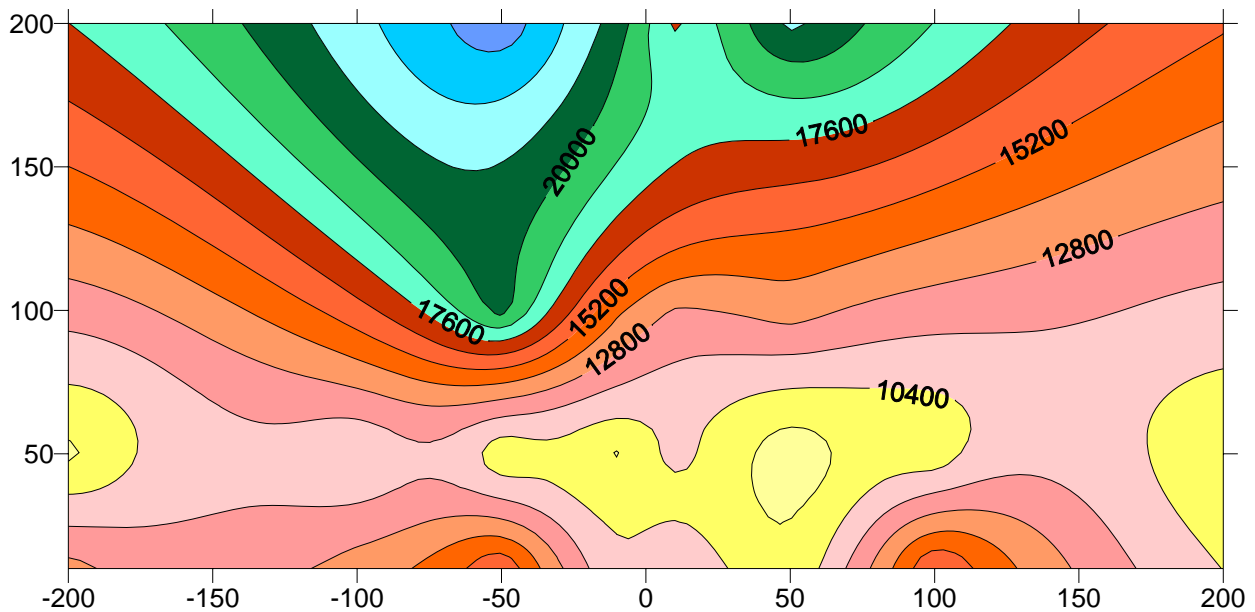


Grafico 4



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

Rame (Cu)

Anche per questo metallo si nota l'aumento delle concentrazioni, in special modo alle basse batimetrie. In tutti i campioni esaminati si riscontra Rame legato agli ossidi di Ferro e Manganese ed alla sostanza organica. Nella fase scambiabile e silicatica la presenza di Rame è quasi nulla e comunque trascurabile rispetto al totale.

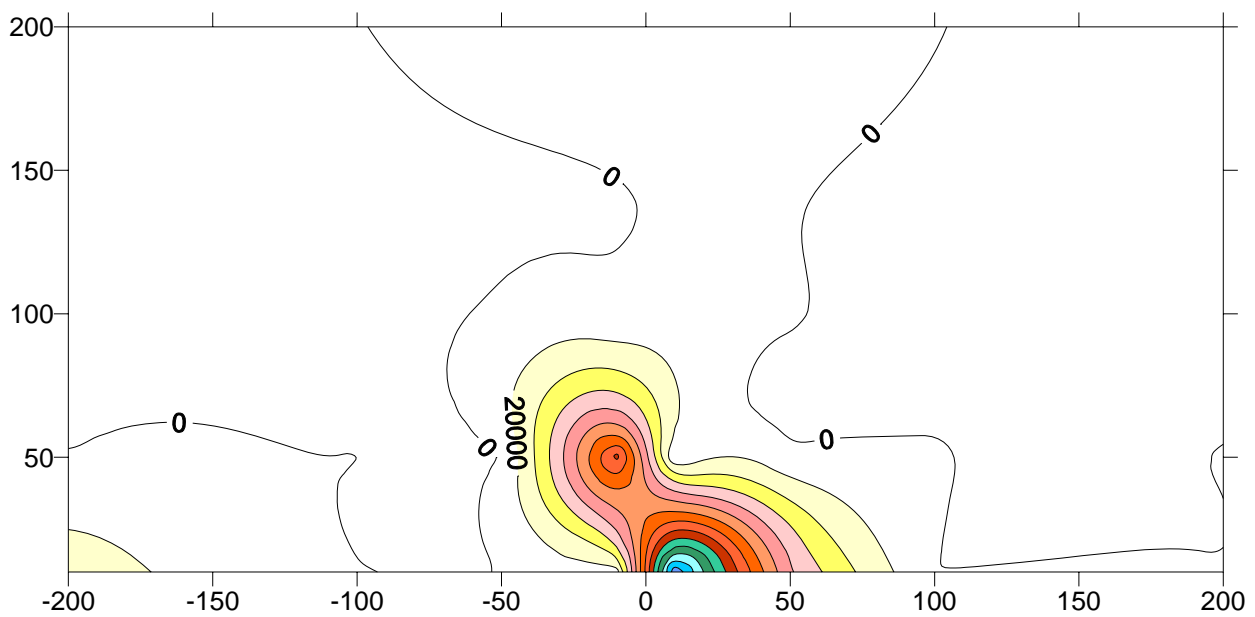


Grafico 5



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

Zinco (Zn)

Modesto è l'aumento delle concentrazioni di zinco riscontrate nei sedimenti della seconda campagna rispetto a quelle della precedente. L'aumento delle concentrazioni riguarda principalmente la parte ovest del gasdotto e si attenua dopo i primi 100 metri. Rispetto ai dati della precedente campagna si riscontra un notevole aumento delle concentrazioni del metallo della fase scambiabile. Dall'osservazione del grafico si evince la presenza di Zinco scambiabile nella maggior parte dei campioni. La concentrazione di metallo scambiabile e di quello legato ai carbonati è simile in tutti i campioni esaminati, 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.

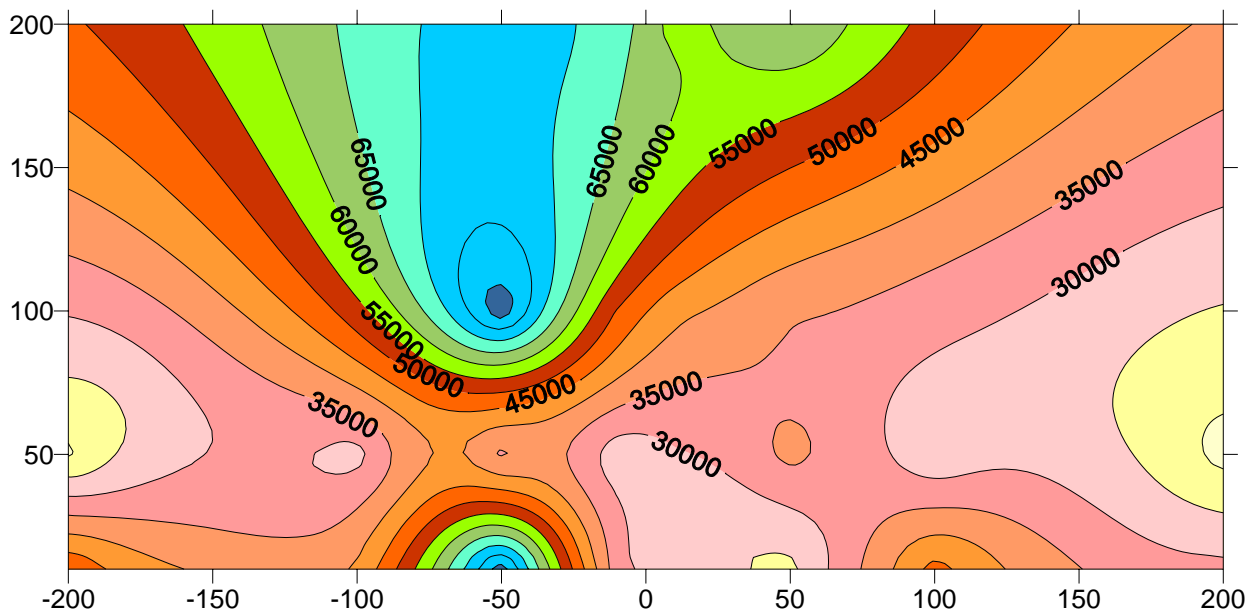


Grafico 6



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

4.2. Metalli nei campioni d'acqua

Dal grafico 7 si può osservare che il metallo presente in maggior concentrazione in tutti i campioni è lo Zinco, seguito dal Rame. In particolare, le concentrazioni sono comprese rispettivamente tra 1.5 ppb e 3.3 ppb e tra 0.65 ppb e 1.5 ppb. Mentre Piombo, Nichel, ed Arsenico sono presenti in concentrazione minore: tra 0.08 e 0.54 ppb per il Piombo; tra 0 e 0.76 ppb per il Nichel; tra 0.01 e 0.15 ppb per l'Arsenico. Il Cadmio è presente in tracce (0-0.03 ppb).

Rispetto alla precedente campagna si riscontra la diminuzione delle concentrazioni di quasi tutti i metalli. Si può ipotizzare che il rilascio di solfuro causato dal movimento dei materiali dei fondali possa avere provocato la precipitazione dei metalli idrosolubili sotto forma di solfuri poco solubili.

5. ANALISI DEGLI IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI

5.1 Estrazione degli Idrocarburi Policiclici Aromatici dai sedimenti

Prima dell'estrazione ad una quantità accuratamente pesata di sedimento precedentemente scongelato ed omogeneizzato con Na₂SO₄ anidro in polvere sono stati aggiunti 200 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 250 µl di una soluzione cicloesamica contenente quattro standard deuterati (concentrazione 0.2 mg/l):

- *Acenaftene d₁₀*;
- *Fenantrene d₁₀*;
- *Crisene d₁₂*;
- *Perilene d₁₂*.

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



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

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

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
Naftalene	2,0	2,7	1,9	2,9	1,3	1,3	1,2	4,0	6,4	1,4	2,3	1,7
acenaftilene	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Acenaftene	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fluorene	1,1	0,9	0,6	1,2	0,8	0,8	0,4	2,2	4,3	0,7	1,0	1,1
Fenantrene	14,7	10,3	12,0	8,6	7,0	7,0	7,6	28,1	30,3	10,3	13,2	12,3
Antracene	2,5	1,7	1,1	1,1	0,3	0,3	0,5	1,6	3,0	0,9	1,5	1,1
Fluorantene	71,2	16,3	25,4	28,0	29,0	19,9	4,1	13,6	49,6	4,0	9,7	4,5
Pirene	68,9	12,5	13,9	19,0	0,0	14,4	2,1	7,4	26,2	2,0	1,9	1,8
benzo (a) antracene	57,9	22,1	13,7	6,1	0,0	0,0	0,6	1,7	7,4	0,5	0,9	0,4
Risene	5,5	1,9	2,1	2,3	0,0	0,0	0,8	3,8	4,5	1,1	0,7	1,2
benzo (b) fluorantene	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
benzo (k) fluorantene	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
benzo (a) pirene	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Terilene	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
indeno(1,2,3-cd) pyrene	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
dibenzo (a,h) anthracene	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
benzo (g,h,i) perilene	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabella 3

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
Naftalene	3,3	6,2	4,7	3,0	9,6	2,5	4,6	1,0	4,2	7,2	2,0	1,6
acenaftilene	0,1	0,4	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,3	1,1	0,2	0,0
Acenaftene	0,3	0,6	0,0	0,0	1,9	1,6	0,0	0,0	0,4	0,3	0,5	0,0
Fluorene	0,6	1,6	1,2	3,6	5,8	4,2	0,8	0,3	0,7	1,4	1,4	0,8
fenantrene	6,7	18,2	18,1	31,3	63,3	41,9	8,9	4,6	5,8	11,1	14,0	9,1
antracene	0,0	0,0	1,0	1,9	1,2	4,8	0,5	0,2	0,6	1,7	1,6	1,1
fluorantene	3,0	5,6	6,0	11,3	98,9	9,2	3,4	3,1	3,4	7,9	22,8	4,9
Pirene	1,6	3,6	2,9	6,0	60,5	26,7	2,0	2,4	2,8	6,8	24,9	3,1
benzo (a) antracene	1,0	1,4	0,6	1,5	26,4	10,3	0,7	1,5	0,9	2,9	19,1	0,8
Risene	1,1	1,3	1,2	2,4	49,5	21,0	1,2	1,5	2,3	2,9	4,6	2,9
benzo (b) fluorantene	4,5	4,4	0,0	0,0	0,0	7,2	0,0	0,0	2,0	2,1	2,4	0,0
benzo (k) fluorantene	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	3,9	0,0	0,0	0,4	2,0	1,7	0,0
benzo (a) pirene	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	2,8	0,0	0,0	0,6	3,1	1,5	0,0
perilene	0,8	0,9	0,0	0,0	2,4	0,5	0,3	0,2	0,4	1,0	0,2	1,3
indeno(1,2,3-cd) pyrene	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
dibenzo (a,h) anthracene	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,3	0,0	0,0	0,0
benzo (g,h,i) perilene	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,3	1,7	0,0

Tabella 4



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

Nei campioni di sedimento, le concentrazioni totali di Idrocarburi Policiclici Aromatici variano da 15 a 320 $\mu\text{g}/\text{Kg}$. Queste concentrazioni risultano maggiori di quelle determinate nella precedente campagna. La maggior parte dei campioni presenta concentrazioni simili tra loro. Osservando il grafico che mostra le distribuzioni degli IPA nell'area soggetta ad indagine, si nota che le concentrazioni maggiori si collocano proprio lungo l'asse del gasdotto e si attenuano allontanandosi ad est e ad ovest. In generale i rapporti tra i vari composti restano costanti rispetto alle analisi precedenti. Grafico 7 (IPA 2004). Grafico 8 (IPA 2005).

5.2 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.

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 rilevabilità 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. Non si osservano variazioni rispetto alle condizioni antecedenti l'inizio dei lavori di scavo.



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

Grafico 7 : Distribuzioni totali IPA I Campagna

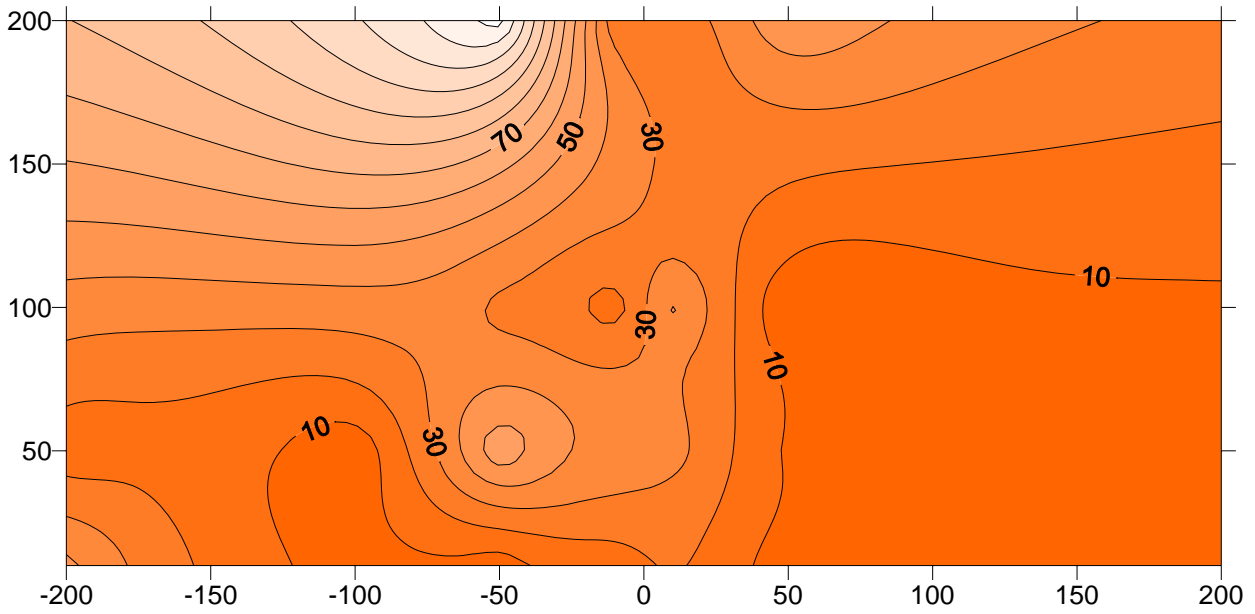
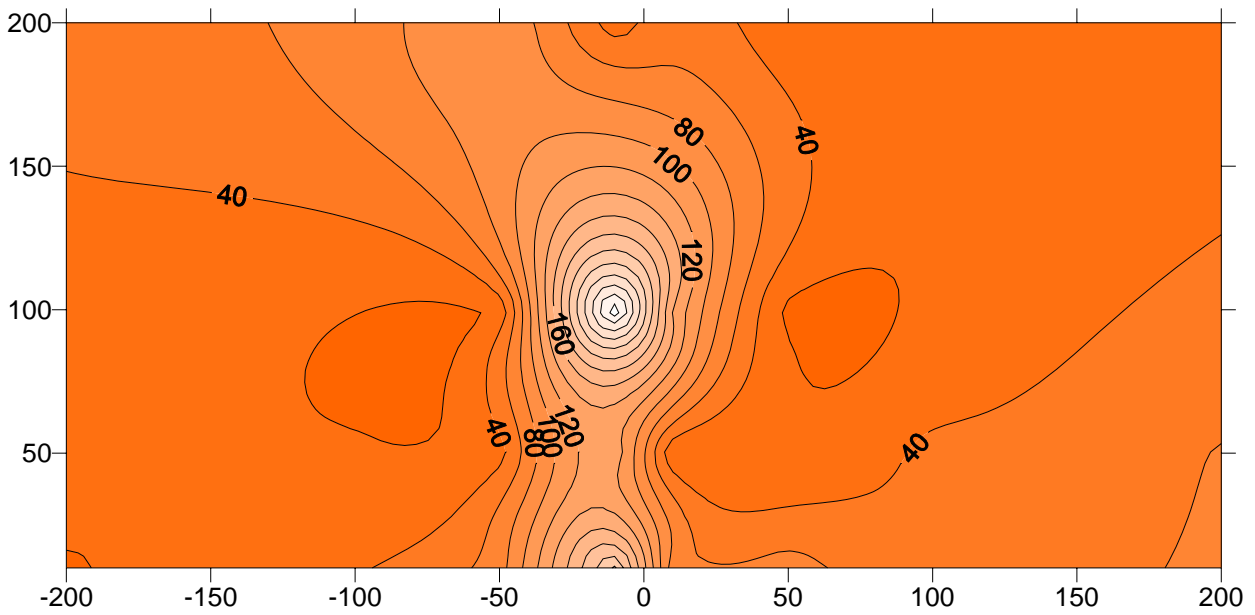


Grafico 8: Distribuzioni totali IPA II Campagna





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

6. TOC NEI CAMPIONI D'ACQUA

I risultati della determinazione del *total organic carbon* nei campioni d'acqua sono riportati in tabella 5. In pratica non si osservano variazioni apprezzabili delle concentrazioni relativamente alla diversa posizione delle stazioni di campionamento. La concentrazione media risulta 1.9 ppm, praticamente uguale (2,05ppm) a quella determinata nella precedente campagna.

Stazioni	TOC (ppm)
1-10 ovest	2,371
1-10 est	2,424
2-10 ovest	1,927
2-10 est	1,771
3-10 ovest	1,741
3-10 est	1,653
4-10 ovest	1,543
4-10 est	1,748

7. CONSIDERAZIONI SUI RISULTATI OTTENUTI

Sia per quanto riguarda i metalli, sia per gli IPA, dal confronto dei risultati ottenuti dalle analisi dei campioni della seconda campagna con quelli della precedente emerge che i lavori effettuati hanno avuto un impatto peggiorativo nei confronti dell'ambiente marino.

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)