



Sito: Raffineria Sarroch (Cagliari)

**IMPIANTO: IGCC – Impianto di
Gassificazione a Ciclo
Combinato**

Gestore: SARAS SPA

Categoria: IPPC 1.1

DOMANDA DI AUTORIZZAZIONE INTEGRATA AMBIENTALE

AI SENSI DEL D.LGS. N.59 DEL 18 FEBBRAIO 2005

Scheda E - Allegato E.4

Piano di monitoraggio e controllo

NOTA

Il Piano di monitoraggio dell'impianto IGCC è integrato nel Piano di monitoraggio del complesso Raffineria.

L'aggiornamento del Piano di monitoraggio sarà allegato alla Domanda di Autorizzazione Integrata Ambientale della raffineria, di prossima presentazione.

Si allega il Progetto di monitoraggio dell'intero complesso Raffineria + Impianto IGCC per l'anno 2004.



INDICE

<i>PUNTI 1 e 2</i>	4
<i>Monitoraggio continuo dei fumi emessi dall'impianto IGCC</i>	4
<i>Campagne periodiche di misura e caratterizzazione delle emissioni di tutti gli altri inquinanti e microinquinanti di cui al D.M. 12.07.1990</i>	4
1 SCOPO DELL'INDAGINE.....	5
2 PRESCRIZIONI DEL MINISTERO DELL'AMBIENTE.....	5
3 ANALISI IN CONTINUO DEI FUMI.....	6
3.1 METODOLOGIE DI MISURA ADOTTATE.	6
3.1.1 METODI DI MISURA	6
3.1.2 MODALITA' DI CAMPIONAMENTO	7
3.1.3 CERTIFICAZIONI.....	7
3.1.4 CALIBRAZIONI	7
3.1.5 MANUTENZIONE.....	7
3.2 DATI RILEVATI NEL 2004.....	8
3.2.1 INDICE DI DISPONIBILITA' DEL DATO.....	9
3.2.2 VALORI RILEVATI	9
4 CAMPAGNE PERIODICHE DI MISURA E CARATTERIZZAZIONE DELLE EMISSIONI DI TUTTI GLI ALTRI INQUINANTI E MICROINQUINANTI.....	10
4.1 MODALITA' DI CAMPIONAMENTO ED ANALISI.....	10
4.2 RISULTATI DELLE MISURE	11
5 CONCLUSIONI.....	11
<i>PUNTO 3</i>	12
<i>Predisposizione di un programma di campionamento e misure della qualità dell'aria che integri le informazioni desumibili dalla rete di monitoraggio operante nell'aria</i>	12
1 SCOPO DELL'INDAGINE.....	13
2 PRESCRIZIONI DEL MINISTERO DELL'AMBIENTE.....	13
3 ANALISI DEI DATI RILEVATI NEL PERIODO 2004/2005.....	14
<i>PUNTO 4</i>	23
<i>Monitoraggio della temperatura e della concentrazione di Cloro dello scarico dell'acqua di mare</i>	23
1 SCOPO DELL'INDAGINE.....	24
2 PRESCRIZIONI DEL MINISTERO DELL'AMBIENTE.....	24
3 DATI RILEVATI NEL 2004	25
<i>PUNTO 5</i>	26
<i>Esecuzione di campagne di controllo dello stato di salute dell'ambiente marino</i>	26
INTRODUZIONE.....	27
Monitoraggio relativo all'anno 2004	29
Conclusioni	48
<i>PUNTO 6</i>	81
<i>Esecuzione di campagne periodiche per il controllo dell'inquinamento ambientale interno ed esterno alla raffineria dovuto ai microinquinanti</i>	81
1. POLVERI TOTALI SOSPESI.....	84
1.1 Caratteristiche	84
1.2 Metodo di misura	85
1.2.1 Principio.....	85
1.2.2 Apparecchiatura	85



1.2.3 Campionamento	85
1.2.4 Procedimento	85
1.2.5 Espressione del risultato.....	86
1.3 Risultati e conclusioni	86
2. METALLI PESANTI.....	89
2.1 Caratteristiche	89
2.2 Metodi di misura	89
2.2.1 Principio	89
2.2.2 Apparecchiatura e reagenti.....	89
2.2.3 Campionamento	90
2.2.4 Procedimento	90
2.6 Espressione del Risultato	90
2.3 Risultati e conclusioni	91
3. IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI (IPA).....	105
3.1 Caratteristiche	105
3.2 Metodo di misura	106
3.2.1 Principio	106
3.2.2 Apparecchiatura	106
3.2.3 Campionamento	106
3.2.4 Procedimento	107
3.2.5 Espressione del Risultato	107
3.3 Risultati e conclusioni	107
<i>PUNTO 7.....</i>	<i>119</i>
<i>Esecuzione di campagne periodiche per il controllo dell'inquinamento ambientale interno ed esterno alla raffineria dovuto alla deposizione di polveri.....</i>	<i>119</i>
1. METODOLOGIA DI INDAGINE	122
1.1 Campionamento	122
1.2 Analisi	122
1.3 Espressione dei risultati	122
2. RISULTATI E CONCLUSIONI	123
2.1 Ricadute totali	123
2.2 Sostanze saline in soluzione.....	126
2.3 Metalli pesanti.....	138
2.4 Fluoruri.....	161
2.5 Conclusioni	169
<i>PUNTO 8.....</i>	<i>170</i>
<i>Esecuzione di campagne periodiche per controllo dell'inquinamento ambientale interno ed esterno alla raffineria dovuto all'aerosol marino</i>	<i>170</i>
1 SCOPO DELL'INDAGINE.....	171
2 PRESCRIZIONI DEL MINISTERO DELL'AMBIENTE.....	171
3 METODOLOGIA DI CAMPIONAMENTO ED ANALISI.....	171
3.1 MODALITA' DI CAMPIONAMENTO	171
3.2 METODOLOGIA ANALITICA	172
<i>PUNTO 9.....</i>	<i>181</i>
<i>Esecuzione di campagne periodiche per il controllo dello stato di naturalità della vegetazione ...</i>	<i>181</i>
ANALISI E MONITORAGGIO PER IL CONTROLLO DELLO STATO DI NATURALITÀ DELLA VEGETAZIONE.....	182
Inquadramento geografico	182
Geomorfologia	183



Geologia.....	184
Idrografia.....	186
Bioclimatologia.....	187
RISULTATI DELL'ANALISI BRIOFITICA RELATIVI ALL'ANNO 2004.....	193
<i>PUNTO 10.....</i>	<i>201</i>
<i>Esecuzione di campagne periodiche per il controllo dei livelli di rumore in corrispondenza delle abitazioni più vicine alla raffineria</i>	<i>201</i>
1 SCOPO DELL'INDAGINE.....	202
2 PRESCRIZIONI DEL MINISTERO DELL'AMBIENTE.....	202
3 METODOLOGIE DI MISURA ADOTTATE.	203
3.1. Metodi di misura	203
3.2. Individuazione e classificazione dei punti di misura	203
4 RISULTATI DELLE MISURAZIONI.....	205
4.1 Valutazione dei livelli di emissione (punti 1/10).....	206
4.2 Valutazione dei livelli di immissione (punti 11/17).....	206
5 CONCLUSIONI.....	207



PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

PUNTI 1 e 2

Monitoraggio continuo dei fumi emessi dall'impianto IGCC

e

***Campagne periodiche di misura e caratterizzazione delle
emissioni di tutti gli altri inquinanti e microinquinanti di cui al
D.M. 12.07.1990***



1 SCOPO DELL'INDAGINE.

Scopo delle presenti campagne di monitoraggio è il controllo in continuo delle emissioni dell'impianto IGCC, per quanto riguarda i seguenti parametri: SO_x, NO_x; PTS, CO, O₂, temperatura e portata dei fumi, e il controllo periodico per quanto riguarda le emissioni di tutti gli altri inquinanti e microinquinanti.

2 PRESCRIZIONI DEL MINISTERO DELL'AMBIENTE.

Le prescrizioni del Ministero dell'Ambiente relativamente alle emissioni dell'impianto IGCC riportate al punto b) del giudizio di Compatibilità Ambientale del 28.12.1994 (documento DEC/VIA/2025), ribadite nel successivo documento del 24.03.1995 protocollo 845/95/SIAR sono:

- “dovrà essere effettuato il monitoraggio in continuo dei fumi per quanto riguarda le emissioni di ossidi di zolfo come SO₂, ossidi di azoto come NO₂, CO e polveri, nonché quello della temperatura e dell'ossigeno.”
- “Nella marcia alimentata a Syngas non dovranno essere superate le seguenti concentrazioni limite di inquinanti nei fumi (su base secca con ossigeno al 15%):”

<i>inquinante</i>	<i>Concentrazione limite</i>
<i>SO₂</i>	<i>60 mg/Nm³</i>
<i>NO₂</i>	<i>60 mg/Nm³</i>
<i>PTS</i>	<i>10 mg/Nm³</i>
<i>CO</i>	<i>30 mg/Nm³</i>

- “Le emissioni dovranno comunque essere in ogni caso conformi alle normative vigenti alla data di entrata in esercizio dell'impianto.”

All'interno del monitoraggio ambientale relativamente alle emissioni in atmosfera dell'impianto IGCC, viene quindi effettuato il monitoraggio in continuo dei seguenti parametri:

- ossidi di zolfo (come SO₂)
- ossidi di azoto (come NO₂)
- polveri
- ossido di carbonio
- temperatura dei fumi
- tenore di ossigeno
- portata dei fumi

Per il controllo degli altri inquinanti e microinquinanti sono effettuate campagne periodiche (semestrali) e i valori rilevati vengono confrontati con i limiti imposti dal D.M. 12 luglio 1990.



3 ANALISI IN CONTINUO DEI FUMI

3.1 METODOLOGIE DI MISURA ADOTTATE.

Il sistema effettua la misura delle grandezze in continuo mediante le seguenti funzioni:

- campionamento ed analisi;
- calibrazione;
- acquisizione, validazione ed elaborazione automatica dei dati;

Il sistema si basa sull'estrazione e la successiva analisi di un campione di gas dal flusso effluente.

Il punto di estrazione e di analisi è ubicato ad una altezza di 46 metri all'interno del camino dell'impianto stesso.

3.1.1 METODI DI MISURA

Sono presenti 3 sistemi di analizzatori dedicati all'analisi degli effluenti gassosi di ciascuno dei tre gruppi di produzione, tali sistemi includono campionatori, analizzatori e sistemi di registrazione ed elaborazione dei dati.

I parametri registrati sono: SO₂, NO₂, polveri, CO, O₂, temperatura e portata dei fumi.

Le caratteristiche generali degli analizzatori previsti per la misura di SO₂, NO₂ e CO sono le seguenti:

<i>Tipo di strumentazione</i>	Estrattiva
<i>Principio di misura</i>	Infrarosso (NDIR)
<i>Periodo di attività senza interventi manutentivi</i>	Maggiore di 7 giorni
<i>Portata di campionamento</i>	10-100 litri/ora
<i>Range di misura SO₂</i>	0-500 mg/Nm ³
<i>Range di misura NO₂</i>	0-300 mg/Nm ³
<i>Range di misura CO</i>	0-8000 mg/Nm ³
<i>Valore minimo rilevabile</i>	<1% fondo scala
<i>Drift dello zero</i>	<1% fondo scala ogni 7 giorni
<i>Span drift</i>	<1% fondo scala ogni 7 giorni
<i>Errore totale (drift+linearità)</i>	<2% fondo scala ogni 7 giorni
<i>Tempo di risposta (90% valore finale)</i>	<20 sec max

L'ossigeno viene rilevato da 3 appositi analizzatori con le seguenti caratteristiche tecniche:

<i>Principio di misura</i>	paramagnetico
<i>Range di misura O₂</i>	0-25 %vol O ₂
<i>Tempo di risposta (90% valore finale)</i>	<3,5 sec



Sono inoltre installati:

- tre dispositivi di misura della portata dei gas con sonda di misura basata sulla misura della pressione differenziale;
- tre rilevatori di temperatura installati direttamente sul camino (termocoppie) con range di misura da 0 a 400 °C;
- tre rilevatori di polveri di tipo in situ basati su assorbimento nel visibile.

3.1.2 MODALITA' DI CAMPIONAMENTO

I campioni prelevati sono trasferiti alla strumentazione di misura per mezzo di linee di trasporto controllate e riscaldate. In tal modo il gas viene mantenuto ad una temperatura al di sopra di quella di condensazione dei composti acidi, in modo da evitare la condensazione e la perdita di componenti significative che devono essere monitorate.

La sezione di campionamento è accessibile ed agibile per le operazioni di rilevazione con le necessarie condizioni di sicurezza.

3.1.3 CERTIFICAZIONI

Tutte le attrezzature sono state scelte in accordo con gli standard di sicurezza e di certificazione vigenti, comprese le marcature CE e la relativa documentazione.

Per la calibrazione automatica gli analizzatori sono dotati di speciali celle di calibrazione approvate dal TUV (ente di certificazione tedesco).

3.1.4 CALIBRAZIONI

Ogni analizzatore installato ha un sistema di calibrazione in campo, automatico, interno, costituito da speciali celle riempite di gas di calibrazione che garantiscono una autonomia di almeno un anno.

Oltre alla calibrazione automatica è possibile anche effettuare la calibrazione manuale degli strumenti.

3.1.5 MANUTENZIONE

Tutta la strumentazione del sistema è controllata da tecnici specializzati con frequenza giornaliera. Le operazioni di manutenzione sono annotate su di un apposito registro.



3.2 DATI RILEVATI NEL 2004

Il 2004 è stato il secondo anno di marcia a regime per l'impianto IGCC, dopo la fase di avviamento completata nell'aprile 2002.

I dati di produzione relativi al 2004 sono positivi e confermano quelli registrati nell'anno precedente. La lieve flessione registrata nelle quantità prodotte è da attribuire alle fermate programmate che l'impianto ha effettuato. Anche gli indici non registrano sostanziali mutamenti.

I dati di consumo evidenziano un leggero incremento dell'utilizzo di gasolio, che ricordiamo essere il combustibile usato nella fase di avviamento e fermata delle turbine e quando è ferma la gassificazione, riconducibili alle fermate e seguenti riavviamenti dell'impianto.

Il resto della raffineria ha beneficiato della produzione dell'IGCC ricevendo da questo una notevole quantità di vapore e idrogeno necessari nei processi di raffinazione.

Nelle tabelle che seguono vengono riassunte le principali voci di produzione dell'impianto IGCC relative al 2004.

Prodotti

	2001	2002	2003	2004
Energia elettrica (MWh)	3.771.912	4.253.010	4.410.201	4.357.642
Vapore Media Pressione (Ton)	458.655	702.158	732.632	623.496
Vapore Bassa Pressione (Ton)	438.398	656.036	597.044	586.555
Idrogeno (kNm3)	126.104	272.450	298.531	300.595
Zolfo (Ton)	25.584	44.280	48.397	47.892
Metal Cake (Big Bags)	700	1.149	1.732	1.231

Consumi

	2001	2002	2003	2004
TAR in carica (ton)	771.393	1.120.152	1.240.182	1.250.769
Syngas bruciato (ton)	2.407.000	3.429.000	3.806.573	3.768.059
Gasolio (ton)	194.604	63.507	18.793	20.072

Indici

	2001	2002	2003	2004	Riferimento *
gCO2/kWh*	616	594	610	629	690
gSO2/kWh*	0,2	0,19	0,11	0,14	1,2
gNO2/kWh*	0,3	0,22	0,13	0,23	0,61

* Si è tenuto conto anche della produzione di idrogeno, vapore di media pressione, vapore di bassa pressione

** "Bilancio di sostenibilità 2004" di enel spa, pag. 107

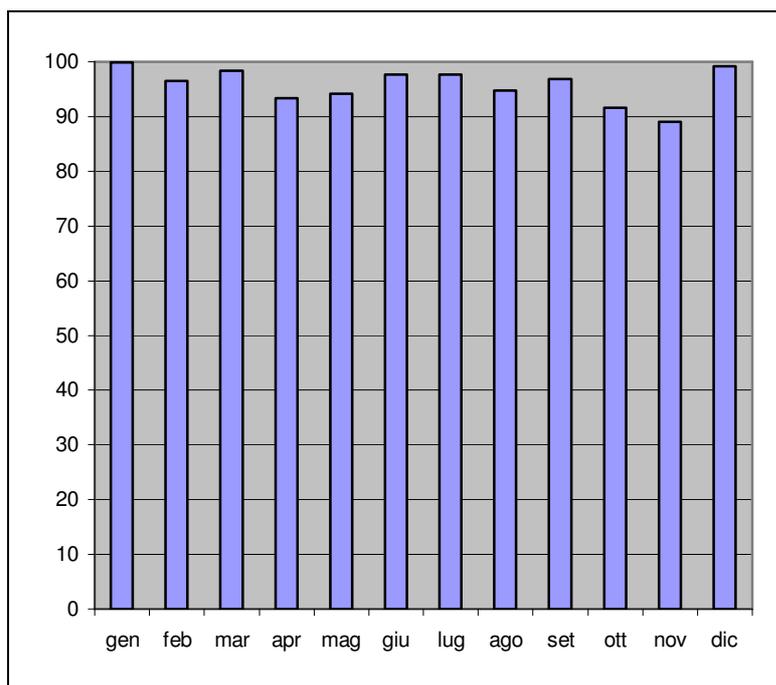


3.2.1 INDICE DI DISPONIBILITA' DEL DATO

L'indice di disponibilità del dato è il rapporto tra le ore di funzionamento dell'analizzatore e le ore di normale funzionamento dell'impianto e fornisce una valida indicazione della continuità del monitoraggio delle emissioni.

Mediamente nel 2004 l'indice è stato del 96%, superiore all'80% minimo richiesto dalla legge e al 92% registrato nel 2003.

<i>periodo</i>	<i>Indice medio di disponibilità di tutti gli analizzatori</i>
Gennaio	100 %
Febbraio	97 %
Marzo	98 %
Aprile	93 %
Maggio	94 %
Giugno	98 %
Luglio	98 %
Agosto	95 %
Settembre	97 %
Ottobre	92 %
Novembre	89 %
Dicembre	99 %
Medio annuo 2004	96 %
Media anno 2003	92 %
Media anno 2002	87 %



3.2.2 VALORI RILEVATI

I valori rilevati sono riassunti nelle seguenti tabelle.

	UNITA'			Valore limite
	701	702	703	
Valori di concentrazione media rilevati nell'anno [mg/Nm³]				
Concentrazione media SO ₂ [mg/Nm ³]	18	19	18	60
Concentrazione media NO _x [mg/Nm ³]	34	27	30	60
Concentrazione media CO [mg/Nm ³]	2,2	3,1	3,1	30
Concentrazione media PTS [mg/Nm ³]	0,1	0,1	0,1	10

I dati mostrano che, nella marcia a syngas, l'impianto è ampiamente al di sotto di limiti di concentrazione stabiliti dal Ministero dell'Ambiente. La marcia a gasolio, a cui si è ricorso per brevi periodi di tempo, ha evidenziato valori di concentrazioni estremamente bassi.



4 CAMPAGNE PERIODICHE DI MISURA E CARATTERIZZAZIONE DELLE EMISSIONI DI TUTTI GLI ALTRI INQUINANTI E MICROINQUINANTI

Il sistema di monitoraggio in continuo delle emissioni dall'impianto IGCC riguarda le sostanze più importanti: SO₂, NO_x, CO e Polveri.

Il controllo delle emissioni di altri inquinanti e microinquinanti è invece affidato a campagne periodiche semestrali durante le quali, oltre la verifica di accuratezza del sistema di monitoraggio in continuo, viene effettuata la misura di concentrazione di diversi parametri al fine di verificare il rispetto dei relativi limiti di emissione.

4.1 MODALITA' DI CAMPIONAMENTO ED ANALISI.

I campionamenti sono stati effettuati su ciascuna linea dell'impianto IGCC. Al momento dei campionamenti l'impianto era in funzionamento normale alimentato a syngas.

I parametri misurati sono:

- Portata dei camini
- Umidità dei fumi
- Polveri totali
- Metalli nelle polveri
- Idrocarburi incombusti
- Tenore di O₂
- CO₂
- CO
- H₂S
- NO_x
- SO₂
- Policlorodibenzofurani e policlorodibenzodiossine (PCDF e PCDD)

Il controllo delle emissioni gassose è stato effettuato in accordo con quanto previsto dalla normativa vigente.



4.2 RISULTATI DELLE MISURE

Nel corso dell'anno 2004 sono state effettuate due campagne periodiche: 1° e 2° semestre 2004. Come accennato in precedenza, il fine di queste campagne è duplice: verificare i dati del sistema di monitoraggio in continuo e misurare le emissioni degli inquinanti e microinquinanti non misurati in continuo.

Per quanto riguarda il secondo punto riportiamo i risultati nella seguente tabella:

inquinante		U.M.	1° semestre 2004			2° semestre 2004		
			U701	U702	U703	U701	U702	U703
Metalli nelle polveri	Arsenico	$\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ di fumi secchi al 15% O_2	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	Piombo		<2	<2	<2	<2	<2	<2
	Cobalto		<0,2	<0,2	<0,2	0,2	<0,2	<0,2
	Nichel		2,6	1,1	2,5	7,3	4,7	3,9
	Cromo		1,3	<0,6	1,2	3,3	1,9	1,2
	Vanadio		<0,4	<0,4	<0,4	0,4	0,7	0,4
	Rame		4,6	4,8	2,3	15,6	1,0	0,7
	Zinco		<2	<2	<2	<2	<2	<2
	Cadmio		<0,4	<0,4	<0,4	0,8	<0,7	0,8
	Mercurio		<0,04	<0,04	1,9	0,07	<0,04	<0,04
Mercurio come gas	mg/Nm^3	<0,003	<0,002	<0,04	<0,001	<0,001	<0,002	
Protossido di azoto		<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	
Benzene		0,007	0,013	0,03	<0,04	<0,04	<0,04	
H_2S		<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,4	<0,3	
Incombusti		0,7	2,1	2,0	1,8	2,0	1,3	
PCDD totali (TEQ)	ng/Nm^3	0,007	0,006	0,008	0,011	0,005	0,005	
PCDF totali (TEQ)		0,056	0,012	0,063	0,085	0,037	0,035	
Somma IPA Borneff	$\mu\text{g}/\text{Nm}^3$	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	

Come si può vedere i valori sono molto buoni e al limite delle soglie di rilevanza strumentali.

La verifica delle misure in continuo ha dato esito positivo confermando valori di emissione estremamente bassi.

5 CONCLUSIONI

Le indicazioni fornite nei primi tre anni di esercizio dell'impianto IGCC dal suo sistema di monitoraggio in continuo delle emissioni sono decisamente positive.

I dati dimostrano infatti che le concentrazioni degli inquinanti nei fumi, relativamente all'impianto in marcia a Syngas, sono ben al di sotto delle concentrazioni limite imposte dal Ministero dell'Ambiente.



PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

PUNTO 3

Predisposizione di un programma di campionamento e misure della qualità dell'aria che integri le informazioni desumibili dalla rete di monitoraggio operante nell'aria



1 SCOPO DELL'INDAGINE.

Scopo del presente monitoraggio è il controllo della qualità dell'aria esterna allo stabilimento industriale. In particolare sono oggetto delle indagini gli inquinanti non monitorati in continuo dalla rete già esistente.

2 PRESCRIZIONI DEL MINISTERO DELL'AMBIENTE

Le prescrizioni del Ministero dell'Ambiente relativamente alle emissioni dell'impianto IGCC riportate al punto b) del giudizio di Compatibilità Ambientale del 28.12.1994 (documento DEC/VIA/2025), ribadite nel successivo documento del 24.03.1995 protocollo 845/95/SIAR sono:

- Dovrà essere predisposto un programma di campionamenti e di misure della qualità dell'aria che integri le informazioni desumibili dalla rete di monitoraggio operante nell'aria; qualora dal risultato delle misure in continuo della rete di monitoraggio si dovesse registrare per alcuni inquinanti un superamento dei valori limiti imputabile allo stabilimento, la raffineria dovrà ridurre proporzionalmente le proprie emissioni in modo da riportare entro i limiti di legge i valori di qualità dell'aria.

Per ottemperare a questa prescrizione si è inizialmente provveduto a realizzare diverse campagne di monitoraggio della qualità dell'aria. Queste campagne sono state condotte mediante un mezzo mobile dotato di analizzatori di H₂S, CO, e Ozono e hanno riguardato il periodo 2000-2001.

Nell'estate 2001 è entrata in esercizio la rete di monitoraggio della qualità dell'aria Saras che ha reso quindi superflue le campagne periodiche.

La rete di monitoraggio della qualità dell'aria Saras, costituita da quattro stazioni (Villa D'Orri, Sarroch, Porto Foxi e Deposito Nazionale), è attrezzata con analizzatori in grado di misurare in continuo la concentrazione nell'aria dei seguenti inquinanti: SO₂, NO₂, CO, H₂S, PM₁₀, Ozono e Idrocarburi non metanici. La stazione situata nell'area del Deposito Nazionale è integrata con una stazione di rilevamento meteorologica. La gestione dei dati provenienti da questa rete è curata dal Servizio Prevenzione e Protezione della Saras.

L'ubicazione delle stazioni di monitoraggio è visibile in fig.1.

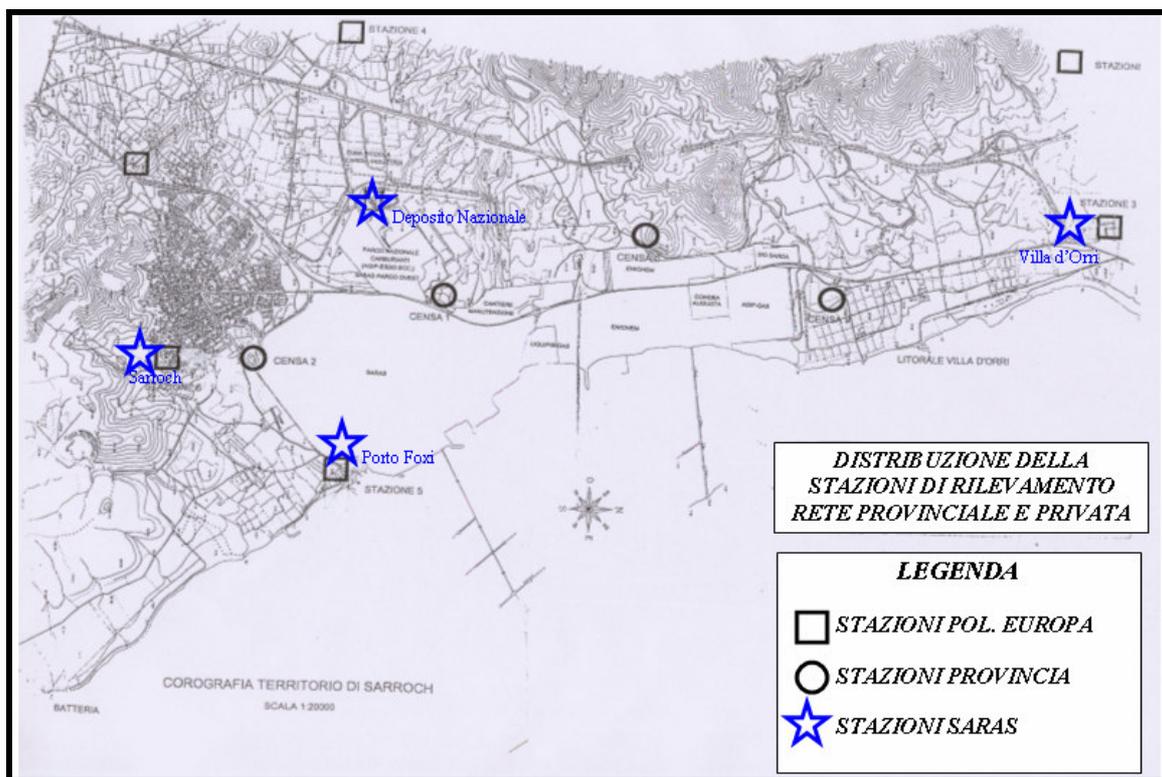


fig. 1

3 ANALISI DEI DATI RILEVATI NEL PERIODO 2004/2005

Dall'analisi dei dati per il periodo 2004/2005 relativi alla rete Saras emerge che i valori limite di qualità dell'aria sono stati rispettati.

Per quanto concerne i valori guida, non si è registrato alcun superamento.

I dati rilevati nel periodo 2004/2005 sono riepilogati nelle seguenti tabelle:

- **Tabella 1:** confronto tra i valori limite e i valori registrati dalle reti della Saras e della Provincia, ai sensi del DPR 203/88, per quanto riguarda SO₂ e NO₂.
- **Tabella 2:** confronto tra i valori guida e i valori registrati dalle reti della Saras e della Provincia, ai sensi del DPR 203/88, per quanto riguarda SO₂ e NO₂.
- **Tabella 3:** confronto tra i valori limite e i valori registrati dalla rete della Saras, ai sensi del DM 60/02, per quanto riguarda SO₂ e NO₂, PM₁₀ e CO.



CONFRONTO TRA VALORI LIMITE E VALORI REGISTRATI [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] (ai sensi del DPR 203/88)							
Inquinante		SO₂				NO₂	
Stazione		Mediana della concentrazione media di 24 ore nell'arco di un anno		98° percentile delle concentrazioni medie di 24 ore nell'arco di un anno		98° percentile delle concentrazioni medie di un ora rilevate durante l'anno	
		Valore registrato	Valore limite	Valore registrato	Valore limite	Valore registrato	Valore limite
RETE SARAS	Villa d'Orri	14	80	39	250	48	200
	Porto Foxi	32	80	109	250	47	200
	Sarroch	6	80	87	250	30	200
	Dep.Nazionale	9	80	35	250	24	200

Tabella 1

CONFRONTO TRA VALORI GUIDA E VALORI REGISTRATI [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] (ai sensi del DPR 203/88)						
Inquinante		SO₂		NO₂		
Stazione		Media delle concentrazioni media di 24 ore nell'arco di un anno		Valore medio delle 24 ore 150	50° percentile delle concentrazioni medie di un ora rilevate durante l'anno	
		Valore registrato	Valore guida	Numero di superamenti	Valore registrato	Valore guida
RETE SARAS	Villa d'Orri	15	60	0	3	50
	Porto Foxi	37	60	1	3	50
	Sarroch	16	60	0	4	50
	Dep.Nazionale	10	60	0	3	50

Tabella 2

CONFRONTO TRA VALORI LIMITE E VALORI REGISTRATI [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] (ai sensi del DM 60/02)										
Inquinante		SO₂		NO₂		PM₁₀			CO	
Stazione		Valore limite orario 380	Valore limite di 24 ore 125	Valore limite orario 260	Valore limite sulla media annuale		Media aritmetica delle concentrazioni medie di 24 ore nell'arco di un anno		Valore limite di 24 ore 55	Media massima giornaliera su 8 ore 12 [mg/m^3]
		Numero di superamenti	Numero di superamenti	Numero di superamenti	Valore registrato	Valore limite	Valore registrato	Valore limite	Numero di superamenti	Numero di superamenti
RETE SARAS	Villa d'Orri	5	0	4	8	52	21	41.6	6	0
	Porto Foxi	9	3	0	13	52	21	41.6	8	0
	Sarroch	0	0	0	6	52	23	41.6	4	0
	Dep. Nazionale	1	0	0	5	52	21	41.6	4	0

Tabella 3



SO₂

Valori limite di riferimento su base annua (dal 1 aprile 2004 al 31 marzo 2005):

Mediana delle concentrazioni medie di 24 h	80 µg/m³
98° percentile delle concentrazioni medie di 24 h	250 µg/m³

Valore limite di riferimento semestre invernale (dal 1 ottobre 2004 al 31 marzo 2005):

Mediana delle concentrazioni medie di 24 h	130 µg/m³
---	-----------------------------

[limiti introdotti dal DPR 203/88]

Stazione N° 1 – Villa d'Orri

N° rilievi annuali	299
Indice di disponibilità	82%
Mediana	14 µg/m ³
98° percentile	39 µg/m ³
N° superamenti giornalieri*	0

Stazione N° 2 – Porto Foxi

N° rilievi annuali	335
Indice di disponibilità	92%
Mediana	32 µg/m ³
98° percentile	109 µg/m ³
N° superamenti giornalieri*	17

Stazione N° 3 – Sarroch

N° rilievi annuali	309
Indice di disponibilità	85%
Mediana	6 µg/m ³
98° percentile	87 µg/m ³
N° superamenti giornalieri*	9

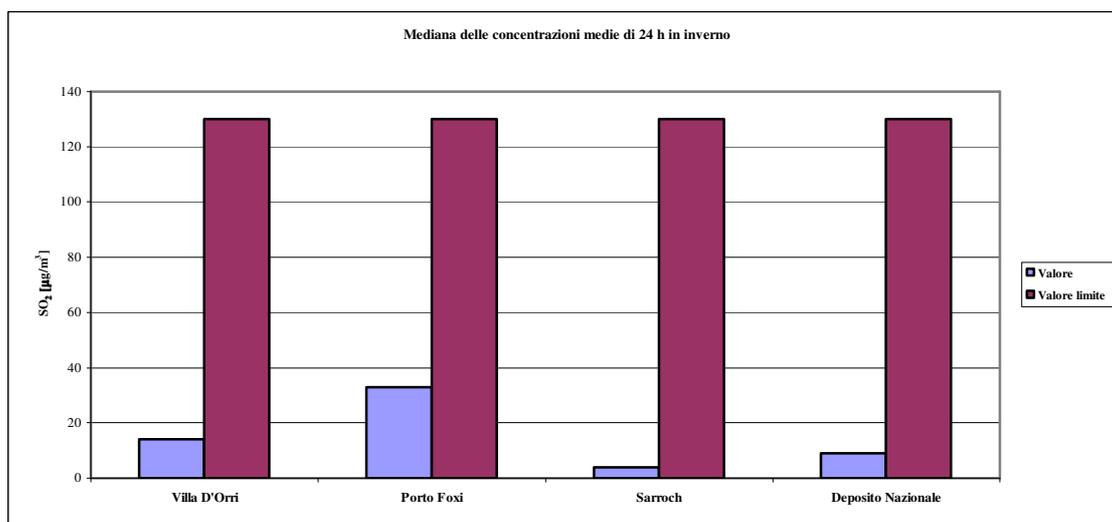
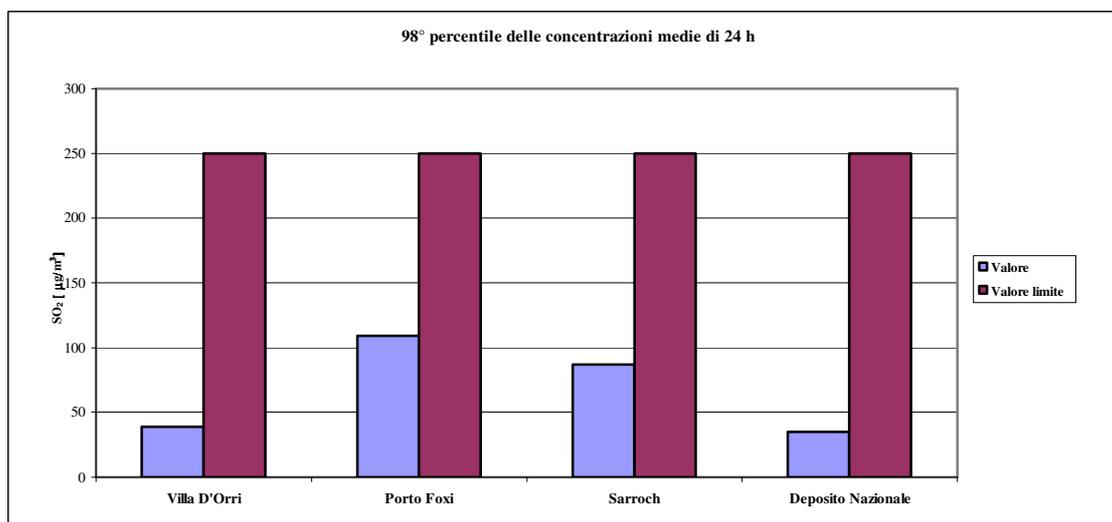
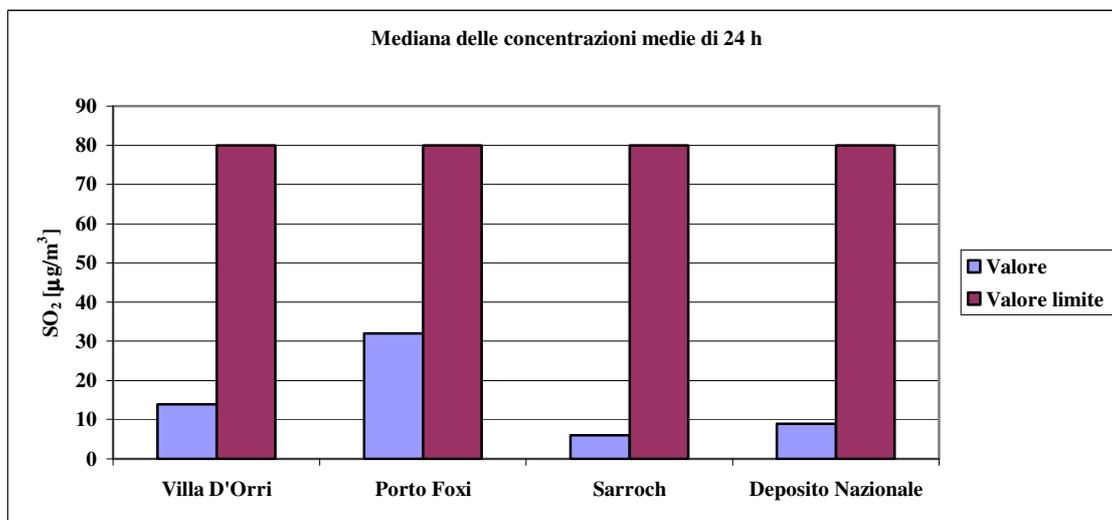
Stazione N° 4 – Deposito Nazionale

N° rilievi annuali	308
Indice di disponibilità	84%
Mediana	9 µg/m ³
98° percentile	35 µg/m ³
N° superamenti giornalieri*	0

* N° superamenti giornalieri riferiti alla mediana delle concentrazioni medie di 24 h



RIEPILOGO SO₂





NO₂

Valori limite di riferimento su base annua (dal 1 gennaio 2004 al 31 dicembre 2004):

98° percentile delle concentrazioni medie orarie **200 µg/m³**

[limiti introdotti dal DPR 203/88]

Stazione N° 1 – Villa d'Orri

N° rilievi orari annuali	7839
Indice di disponibilità	89%
98° percentile	48 µg/m ³
N° superamenti orari	1

Stazione N° 2 – Porto Foxi

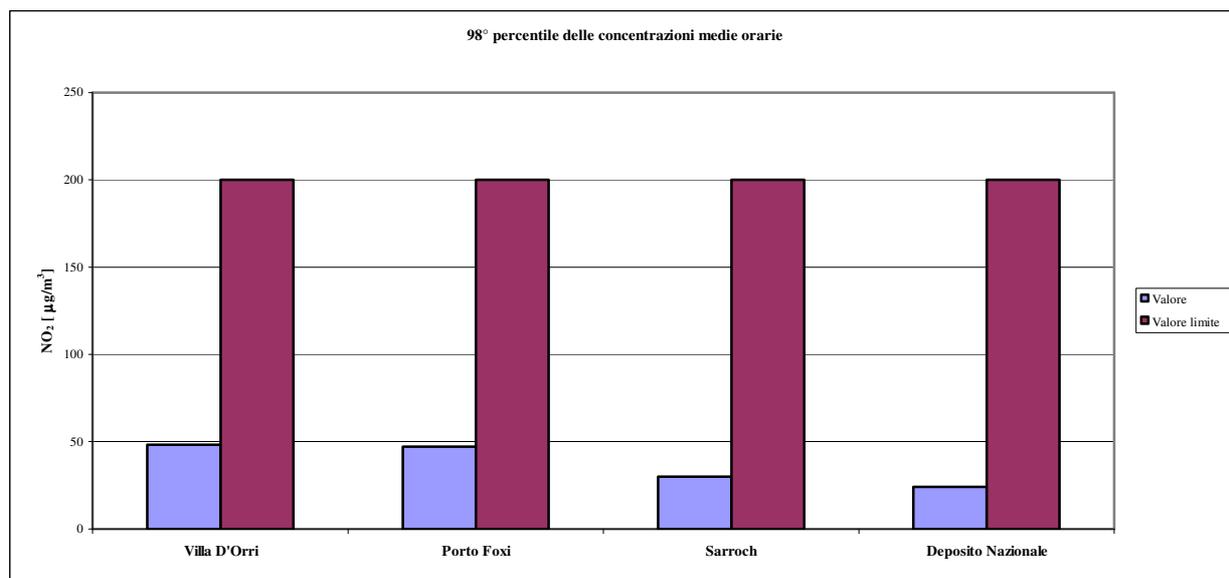
N° rilievi orari annuali	6252
Indice di disponibilità	71%
98° percentile	47 µg/m ³
N° superamenti orari	5

Stazione N° 3 – Sarroch

N° rilievi orari annuali	7562
Indice di disponibilità	86%
98° percentile	30 µg/m ³
N° superamenti orari	0

Stazione N° 4 – Deposito Nazionale

N° rilievi orari annuali	7439
Indice di disponibilità	85%
98° percentile	24 µg/m ³
N° superamenti orari	0





PM₁₀

Valori limite di riferimento annuali (dal 1 gennaio 2004 al 31 dicembre 2004):

Valore limite di 24 ore da non superare più di 35 volte

per anno civile

55 µg/m³

Valore limite annuale

41.6 µg/m³

[limiti introdotti dal Decreto del Min. Amb. N°60 del 2 aprile 2002]

Stazione N° 1 – Villa d'Orri

N° rilievi annuali	302
Indice di disponibilità	83%
Media aritmetica annuale	21 µg/m ³
Numero di superamenti giornalieri	6

Stazione N° 2 – Porto Foxi

N° rilievi annuali	217
Indice di disponibilità	59%
Media aritmetica annuale	21 µg/m ³
Numero di superamenti giornalieri	8

Stazione N° 3 – Sarroch

N° rilievi annuali	316
Indice di disponibilità	86%
Media aritmetica annuale	23 µg/m ³
Numero di superamenti giornalieri	4

Stazione N° 4 – Deposito Nazionale

N° rilievi annuali	287
Indice di disponibilità	78%
Media aritmetica annuale	21 µg/m ³
Numero di superamenti giornalieri	4

Il valore limite di 24 ore da non superare più di 35 volte per anno civile non è stato superato



H2S

Valori limite di riferimento annuali (dal 1 gennaio 2004 al 31 dicembre 2004):

**Valore limite della media oraria da non superare più
di una volta nell'arco di 8 ore**

100 µg/m³

Valore limite della media giornaliera

40 µg/m³

[limiti introdotti dal DPR 322/71]

Stazione N° 1 – Villa d'Orri

N° rilievi orari annuali	7319
Indice di disponibilità	83%.
N° rilievi giornalieri annuali	300
Indice di disponibilità	82%
Numero di superamenti orari	0
Numero di superamenti giornalieri	0

Stazione N° 2 – Porto Foxi

N° rilievi orari annuali	8186
Indice di disponibilità	93%
N° rilievi giornalieri annuali	337
Indice di disponibilità	92%
Numero di superamenti orari	0
Numero di superamenti giornalieri	0

Stazione N° 3 – Sarroch

N° rilievi orari annuali	7331
Indice di disponibilità	83%
N° rilievi giornalieri annuali	288
Indice di disponibilità	79%
Numero di superamenti orari	0
Numero di superamenti giornalieri	0

Stazione N° 4 – Deposito Nazionale

N° rilievi orari annuali	7389
Indice di disponibilità	84%
N° rilievi giornalieri annuali	294
Indice di disponibilità	80%
Numero di superamenti orari	0
Numero di superamenti giornalieri	0

I valori limite non sono stati superati.



CO

Valori limite di riferimento annuali (dal 1 gennaio 2004 al 31 dicembre 2004):

Media massima giornaliera su 8 ore **10 mg/m³**
[limiti introdotti dal Decreto del Min. Amb. N°60 del 2 aprile 2002]

Media massima giornaliera su 1 ore **40 mg/m³**
[limiti introdotti dal DPCM 28/03/83]

Stazione N° 1 – Villa d’Orri

N° rilievi orari annuali	7441
Indice di disponibilità	85%
Numero di superamenti su 8 ore	0
Numero di superamenti su 1 ora	0

Stazione N° 2 – Porto Foxi

N° rilievi orari annuali	7925
Indice di disponibilità	90%
Numero di superamenti su 8 ore	0
Numero di superamenti su 1 ora	0

Stazione N° 3 – Sarroch

N° rilievi orari annuali	8049
Indice di disponibilità	92%
Numero di superamenti su 8 ore	0
Numero di superamenti su 1 ora	0

Stazione N° 4 – Deposito Nazionale

N° rilievi orari annuali	7441
Indice di disponibilità	85%
Numero di superamenti su 8 ore	0
Numero di superamenti su 1 ora	0

I valori limite non sono stati superati.



O₃ e NMHC (idrocarburi escluso il metano)

Valori limite giornalieri di riferimento :

O₃: concentrazione media di 1 ora da non superare più di 1 volta al mese **200 µg/m³**

NMHC: concentrazione media di tre ore consecutive **200 µg/m³**

[limiti introdotti dal DPCM 28/03/83]

Nota 1 : le tre ore consecutive sono fissate dalle autorità regionali competenti; in caso contrario resta valido quanto prescritto dalle norme ISTISAN (dalle 06 alle 09).

Nota 2 : il limite è valido qualora si siano verificati superamenti del valore limite per l'Ozono nell'aria.

Stazione N° 1 – Villa d'Orri

N° rilievi orari annuali - Ozono	7719
Indice di disponibilità	88%
N° rilievi orari annuali - NMHC	6532
Indice di disponibilità	74%
Numero di superamenti Ozono	0
Numero di superamenti NMHC	0

Stazione N° 2 – Porto Foxi

N° rilievi orari annuali - Ozono	7659
Indice di disponibilità	87%
N° rilievi orari annuali - NMHC	7030
Indice di disponibilità	80%
Numero di superamenti Ozono	0
Numero di superamenti NMHC	0

Stazione N° 3 – Sarroch

N° rilievi orari annuali - Ozono	7298
Indice di disponibilità	83%
N° rilievi orari annuali - NMHC	6326
Indice di disponibilità	72%
Numero di superamenti Ozono	0
Numero di superamenti NMHC	0

Stazione N° 4 – Deposito Nazionale

N° rilievi orari annuali - Ozono	7091
Indice di disponibilità	81%
N° rilievi orari annuali - NMHC	5906
Indice di disponibilità	67%
Numero di superamenti Ozono	0
Numero di superamenti NMHC	0

I valori limite non sono stati superati.



PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

PUNTO 4

***Monitoraggio della temperatura e della concentrazione di Cloro
dello scarico dell'acqua di mare***



1 SCOPO DELL'INDAGINE.

Lo scopo dell'indagine concerne, principalmente, il monitoraggio della temperatura per gli scarichi dal sistema di raffreddamento e dai dissalatori, e per il cloro residuo, esclusivamente per gli scarichi dal sistema di raffreddamento.

Per quanto riguarda il controllo degli eventuali incrementi di temperatura provocati nel corpo idrico recettore (mare), si rimanda al punto 5 della campagna di monitoraggio (stato di salute dell'ambiente marino).

2 PRESCRIZIONI DEL MINISTERO DELL'AMBIENTE.

Le prescrizioni del Ministero dell'Ambiente relativamente alle emissioni dell'impianto IGCC riportate al punto b) del giudizio di Compatibilità Ambientale del 28.12.1994 (documento DEC/VIA/2025), ribadite nel successivo documento del 24.03.1995 protocollo 845/95/SIAR sono:

“Dovrà essere predisposto il monitoraggio della temperatura dello scarico dell'acqua di mare e della concentrazione residua di cloro nello stesso.”

A fronte di questa prescrizione si è predisposto il monitoraggio in continuo dei seguenti parametri:

- Scarico torre di raffreddamento: temperatura, ph, cloro residuo e salinità;
- Scarichi dissalatori: temperatura, ph e salinità.

L'attuale normativa in materia di scarichi idrici prevede i seguenti limiti per i parametri in oggetto:

<i>Inquinante</i>	<i>Valore limite</i>
<i>Cloro attivo libero</i>	Concentrazione massima: <i>0,2 mg/m³</i>
<i>pH</i>	Valore minimo: <i>5,5</i>
	Valore massimo: <i>9,5</i>
<i>Temperatura</i>	Valore massimo: <i>35°C</i>



3 DATI RILEVATI NEL 2004

Nelle seguenti tabelle vengono riassunti i valori rilevati in continuo relativamente agli scarichi della torre di raffreddamento e dei due dissalatori.

TORRE DI RAFFREDDAMENTO	Valori medi di emissione			
	Salinità [ms/cm ²]	Temperatura [°C]	CL ₂ [mg/l]	PH
Gennaio	62,6	18,6	0,0	8,8
Febbraio	64,1	18,7	0,0	8,2
Marzo	68,1	19,4	0,0	8,0
Aprile	63,2	23,5	0,0	8,1
Maggio	72,2	20,7	0,0	8,0
Giugno	80,0	24,7	0,1	8,0
Luglio	84,0	26,9	0,1	8,1
Agosto	81,2	26,6	0,1	8,0
Settembre	78,4	26,1	0,1	8,1
Ottobre	58,8	24,4	0,1	8,0
Novembre	69,1	23,8	0,0	8,2
Dicembre	66,5	22,6	0,0	8,3

DISSALATORI	Valori medi di emissione					
	Dissalatore Nord			Dissalatore Sud		
	Salinità [ms/cm ²]	Temperatura [°C]	PH	Salinità [ms/cm ²]	Temperatura [°C]	PH
Gennaio	40,9	15,8	8,6	59,3	17,1	8,3
Febbraio	43,4	15,8	8,6	58,4	17,4	8,8
Marzo	46,1	16,1	9,0	62,5	17,7	8,7
Aprile	38,1	17,6	8,6	60,4	19,8	8,5
Maggio	28,6	19,0	8,5	59,6	22,0	8,4
Giugno	39,3	23,1	7,9	67,4	25,9	8,7
Luglio	38,6	26,2	7,7	75,9	28,9	8,6
Agosto	39,1	27,4	7,5	66,7	29,5	8,6
Settembre	38,6	27,1	8,2	67,4	26,1	8,4
Ottobre	37,2	25,4	8,5	47,2	26,9	8,3
Novembre	39,6	20,6	7,8	40,5	22,3	7,8
Dicembre	39,9	18,3	7,4	43,7	19,8	8,4

Come si evince dalla tabelle i valori delle grandezze misurate in continuo sono mediamente molto al di sotto dei rispettivi limiti di legge.



PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

PUNTO 5

***Esecuzione di campagne di controllo dello stato di salute
dell'ambiente marino***



INTRODUZIONE

Nel mese di luglio dell'anno 1998 ha avuto inizio la prima campagna di rilevamenti idrobiologici relativa al monitoraggio dell'ambiente marino antistante la Raffineria Saras di Sarroch, in accordo con quanto previsto nello Studio di Impatto Ambientale dell'impianto di gasificazione degli idrocarburi pesanti per la produzione di energia in cogenerazione (IGCC).

Il programma di monitoraggio si sviluppa attraverso campagne di rilevamenti condotte con frequenza semestrale nei periodi invernale (gennaio) ed estivo (luglio).

In fase di progettazione del piano di monitoraggio diversi parametri fisici, chimici e biologici furono scelti quali indicatori ambientali da sottoporre ad indagine periodica con lo scopo di conoscere l'evoluzione nel tempo del livello di qualità dell'ambiente marino e quindi permettere una reale valutazione del grado di impatto determinato dall'esercizio dell'impianto di gasificazione.

Sempre durante la fase di progettazione, del piano di monitoraggio, fu definita l'area di indagine e furono fissate le stazioni di rilevamento ubicate su cinque transetti (direttrici sulla quale sono posizionate le stazioni); vedi tavola n° 1.1, allegata.

Le quattro campagne di rilevamenti effettuate nel periodo compreso tra luglio 1998 e gennaio 2000 si riferiscono alla fase *ante operam* del gasificatore; la campagna luglio 2000 si riferisce alla fase di avviamento degli impianti mentre le successive si riferiscono alla fase di esercizio degli stessi impianti.

I risultati delle campagne di monitoraggio vengono raccolti utilizzando un metodo che consente, per ogni componente o indicatore ambientale indagato, di effettuare:

- un agevole confronto dei valori tra le diverse campagne di indagine;
- di rilevare il trend dei valori e del livello di qualità nel corso delle diverse campagne;
- di evidenziare eventuali parametri che subiscono variazioni nel tempo.

Dopo ogni campagna di monitoraggio i dati e i relativi commenti sono raccolti in 4 volumi.

Il **Volume I** include la raccolta delle relazioni tecniche di commento ai risultati delle singole campagne di indagine.

Nella prima relazione si indica la tipologia delle indagini svolte, l'elencazione dei materiali e dei metodi utilizzati; si descrivono le caratteristiche e le peculiarità dell'area di indagine, le stazioni, gli indicatori ambientali indagati e, in particolare per i metalli pesanti, i dati storici delle acque costiere del Golfo di Cagliari, che possono essere utilizzati per confronto con i dati, raccolti ovvero come riferimento.



Nel caso in cui nel corso dello svolgimento delle campagne di indagine si dovessero effettuare modifiche circa metodi, strumenti, componenti e/o indicatori ambientali ecc., la relazione viene puntualmente aggiornata inserendo nel relativo paragrafo la descrizione della modifica apportata.

Per ogni campagna di rilevamenti, si riporta una relazione di sintesi dei risultati, ove si evidenziano le principali differenze rispetto ai valori pregressi e si esprime un sintetico giudizio critico su alcuni componenti ed indicatori ambientali di particolare importanza. Per ogni componente ambientale indagata viene inoltre segnalata la campagna di indagine nella quale era stata effettuata l'ultima variazione delle metodologie o degli strumenti di indagine.

Nel **Volume II** si riportano, attraverso l'utilizzo di tabelle appositamente predisposte e per ogni componente ambientale o indicatore, i valori misurati nelle singole stazioni.

Nel **Volume III** si riportano, sempre con l'utilizzo di apposite tabelle, i risultati dei calcoli statistici (media e deviazione standard) applicati ai valori misurati nelle singole stazioni. I risultati si riferiscono ai singoli transetti (direttrice sulla quale sono state fissate stazioni) quando si prendono in considerazione esclusivamente i valori rilevati nelle stazioni degli stessi transetti ovvero si riferiscono all'area di indagine quando i calcoli comprendono tutti i valori rilevati.

Al fine dell'esecuzione dei calcoli statistici, i parametri chimici determinati con valori inferiori al limite di rilevabilità strumentale (D.L.), sono stati considerati, convenzionalmente, presenti nel campione in concentrazione uguale al limite di rilevabilità.

Per quanto concerne le componenti biologiche (fitoplancton, zooplancton, macroalghe), sempre convenzionalmente al fine della esecuzione dei calcoli statistici, viene attribuito il valore "zero" al numero e/o alla quantità degli organismi per quella stazione, quando non rilevati nella stessa stazione.

Nel **Volume IV** si raccolgono le tavole, la gran parte delle quali rappresenta la restituzione grafica delle elaborazioni dei valori termici e salini delle acque dell'area di indagine (mappature ed incrementi) e gli schemi circolatori delle correnti marine rappresentativi del periodo di misure in relazione alle indagini idrobiologiche.



Monitoraggio relativo all'anno 2004

In base ai risultati delle campagne di rilevamenti, possiamo effettuare il confronto tra le ultime due (relative al 2004) e le precedenti che coincidono con le fasi fase di costruzione, di avviamento e di primo esercizio dell'impianto IGCC.

Idrologia

E' opportuno precisare che il rilevamento dei parametri è stato sempre eseguito contemporaneamente al prelievo dei campioni di acqua e alla registrazione dei dati meteorologici.

Trasparenza

Il primo parametro preso in esame è la trasparenza. Nella campagna gennaio 2004 sono stati misurati buoni valori di trasparenza delle acque, anche nelle stazioni del transetto D dove generalmente si sono rilevati i valori minori. I valori rilevati hanno oscillato tra i 12 e i 17 metri.

La campagna estiva condotta nel luglio 2004 ha confermato la buona trasparenza delle acque già riscontrata nelle precedenti campagne. In questa campagna tutti i valori rilevati sono stati non inferiori alla profondità della stazione.

Viene confermato comunque che le acque delle stazioni del transetto D (fronte Torre Antigori) presentano una minore trasparenza rispetto alle corrispondenti stazioni dei transetti fronte Raffineria. Tenuto conto del verso della corrente marina, le stazioni ubicate su questo transetto risultano, specialmente nel periodo invernale, a monte di corrente rispetto al tratto di mare antistante la Raffineria.

Temperatura

I valori misurati nella campagna invernale sia nelle acque superficiali (-0,1 m), sia in quelle di fondo sono nettamente superiori a quelli rilevati nelle precedenti campagne invernali. Anche nella precedente campagna estiva (luglio 2003) si riscontrò il medesimo andamento. Nella campagna invernale il valore più elevato di temperatura delle acque superficiali è stato misurato nella stazione A1 (14,9 °C), il valore minore nelle stazioni B3 e C1 (13,6 °C), mentre la maggiore differenza tra acqua superficiale e di fondo è stata rilevata nella stazione B1 (+0,9 °C).

Durante la campagna estiva (luglio 2004), i valori misurati sia nelle acque superficiali sia in quelle di fondo sono risultati mediamente inferiori rispetto a quelli della precedente campagna



estiva anche se il valore medio (25,1 °C) è ancora sostenuto. Nella campagna estiva il valore più elevato di temperatura delle acque superficiali è stato misurato nelle stazioni D1 e B1 (25,7 °C), mentre il valore minore nelle stazioni B6 e D6 (24,0 °C).

Tutti i valori termici rilevati rientrano in ogni modo nell'ambito di variabilità delle acque marino costiere dei periodi indagati.

Salinità

Per quanto concerne la salinità delle acque, nel periodo invernale, i valori sono risultati in linea con la precedente campagna e questo può essere imputato ai notevoli apporti idrici derivanti dalle abbondanti piogge registrate anche in questo periodo invernale. Il valore medio registrato nelle acque superficiali è di 37,7‰, mentre nella acque profonde è di 37,9‰.

I valori risultano più elevati durante la stagione estiva; sia nelle acque superficiali che di fondo si è registrato un valore medio di 38,1‰, in linea con le precedenti campagne.

Ossigeno disciolto

Nella campagna invernale, in tutte le stazioni indagate l'ossigeno disciolto, sia nelle acque di superficie che in quelle di fondo, è presente con buoni livelli di percentuale di saturazione (valori compresi tra 95,7% e 105,4%). I valori sono leggermente migliori di quelli rilevati nella precedente campagna invernale.

Durante la campagna estiva in tutte le stazioni indagate l'ossigeno disciolto, sia nelle acque di superficie sia in quelle di fondo, è ben presente con valori compresi tra 5,7 mg/l nella stazione A4 e 8,8 mg/l nella stazione C1 cui corrispondono valori di saturazione compresi tra 88% e 127%.

pH

I valori di pH, durante la campagna invernale, sia in superficie sia presso il fondo, hanno variato tra 8,14 e 8,22 e rientrano nel "range" di variazione delle acque strettamente costiere.

I valori di pH, nel periodo estivo, tra le acque di superficie e quelle di fondo, hanno variato tra 8,08 e 8,12. I valori rientrano nel "range" di variazione osservabile durante il periodo estivo e in giornate intensamente soleggiate (che favoriscono l'attività fotosintetica dei vegetali), nelle acque strettamente costiere che interessano bassi fondali, ove si individuano vaste aree sulle quali è sviluppata la Posidonia.

I parametri idrologici sono riportati nelle tabelle riassuntive 1.1.ar e 1.2.ar.



Rilevamento dell'incremento termico e salino delle acque

I parametri idrologici sono stati misurati alle profondità di 0,1m, 1,5m, 3,0 m e le corrispondenti coordinate geografiche, lungo l'arco di circonferenza di raggio di 1 km e centro nel punto di emissione dei reflui termici I.G.C.C.

Durante la rilevazione dei parametri sono state registrate le condizioni del mare e le condizioni meteorologiche. Analoga registrazione è stata effettuata sulle correnti con l'ausilio di correntometri portatili e crociere di deriva.

Incremento termico

Come previsto dalla metodica IRSA l'incremento termico viene determinato come differenza tra i valori superficiali di temperatura misurati a 1000 metri dallo scarico e quello di un punto o di una porzione di corpo idrico non influenzato dallo scarico stesso ovvero, nel caso non sia possibile definirlo, del punto più freddo dell'arco stesso. Non essendo stato possibile definire come temperatura di riferimento un punto esterno all'arco rappresentativo delle condizioni medie del corpo recettore, è stata assunta, come prevede la metodica, la media delle temperature superficiali misurate alla quota di -0,1 m dei tre punti più freddi del predetto arco aumentata del doppio della deviazione standard.

Nella campagna invernale i valori termici minore e maggiore misurati nell'arco di circonferenza a quota superficiale sono stati rispettivamente 13,8°C e 14,5°C conseguentemente +0,7°C costituisce l'incremento assoluto di temperatura. Alle quote intermedia e profonda gli incrementi termici sono stati simili alla quota superficiale e rispettivamente +0,6°C e +0,7°C.

Nella campagna estiva i valori termici minore e maggiore misurati nell'arco di circonferenza a quota superficiale sono stati rispettivamente 25,0°C e 26,1°C conseguentemente +1,1°C costituisce l'incremento assoluto di temperatura. Alle quote intermedia e profonda gli incrementi termici sono stati simili alla quota superficiale e rispettivamente +1,1°C e +1,2°C.

Dal confronto delle attuali misure (fase di esercizio dell'impianto IGCC) con quelle delle precedenti campagne invernali (fase *Ante operam*) non si osservano particolari differenze tra i rispettivi valori di incremento termico, calcolati nell'arco di circonferenza.

Le tavole 2.12.a÷c e 2.13.a÷c mettono in evidenza l'andamento sopra descritto.



Incremento salino

In contemporanea al rilevamento termico, nei medesimi punti dell'arco di circonferenza ed alle tre quote nominali, è stata misurata la salinità.

Nell'area antistante Porto Foxi, come già osservato nei precedenti rilevamenti, si misurano i valori minori.

Nelle acque superficiali, lungo l'arco di circonferenza con centro in mare nel punto di rilascio dello scarico IGCC e raggio 1 km, i valori di salinità hanno variato tra 37,4 e 38,0 g/kg; conseguentemente l'intervallo salino è stato molto contenuto, pari a 0,6 g/kg.

I valori rilevati appaiono in accordo con quelli tipici delle acque costiere del periodo invernale.

Durante la campagna estiva, lungo l'arco di circonferenza, alle tre quote batimetriche i valori di salinità hanno variato tra 38,0 e 38,2‰; conseguentemente l'intervallo salino è stato pari a 0,2 ‰.

Nel periodo estivo i valori rilevati rientrano tra quelli “normali” delle acque costiere.

Non si rilevano particolari differenze rispetto ai valori misurati nelle campagne condotte in fase *ante operam* I.G.C.C.

Stato trofico delle acque

Composti nutrienti

- **Fosforo**

Il fosforo reattivo e il fosforo totale libero sono stati riscontrati unicamente nelle stazioni A1 e B1 durante la campagna invernale in concentrazioni comunque molto contenute. In tutte le altre stazioni indagate, sia nella campagna invernale che in quella estiva, nei campioni di acque superficiali e di fondo, il fosforo reattivo e il fosforo totale non sono stati riscontrati ovvero, se presenti, lo erano in concentrazione inferiore ai rispettivi limiti di rilevabilità strumentale (0,006 mg/l P-PO₄ e 0,006 mg/l P tot).

- **Azoto**

In entrambe le campagne, l'azoto nitrico è stato misurato nella gran parte delle stazioni, sia nelle acque di fondo sia in quelle di superficie, con valori di concentrazione prossimi al limite di rilevabilità. Nella campagna invernale i valori più elevati sono stati misurati nelle acque di



superficie delle stazioni A1 e B1. Nella campagna estiva le concentrazioni più elevate sono state rilevate nelle stazioni 1 dei transetti B e C.

L'azoto nitroso nella gran parte delle stazioni non è stato riscontrato, in altre o era inferiore al limite di rilevabilità strumentale (0,005 mg/l N-NO₂) o in alcune è stato riscontrato in quantità modeste ma comunque quantitativamente determinabili.

Per quanto concerne l'azoto ammoniacale, durante la campagna estiva, in tutte le stazioni indagate, nei campioni di acque superficiali e di fondo, l'azoto ammoniacale non è stato riscontrato ovvero, se presente, era in concentrazione inferiore al limite di rilevabilità strumentale (0,005 mg/l N-NH₄⁺). Nella campagna invernale è stato riscontrato unicamente nelle acque superficiali della stazione B1.

Per quanto riguarda l'azoto totale, in entrambe le campagne, sia nelle acque di superficie che in quelle di fondo sono stati rilevati valori di concentrazioni notevolmente superiori alla risultante la sommatoria dei valori di concentrazione dei composti inorganici (ammoniacale, nitrico e nitroso). Conseguentemente, la gran parte dell'azoto totale, mediamente oltre il 90%, è rappresentata dall'azoto in diversa forma, legato ad altri composti "frazione non libera" (il fenomeno era stato riscontrato anche nelle precedenti campagne estive 2002/3). I valori rilevati variano da un minimo di 0,037 mg/l (superficie stazione C5) fino a 1,38 mg/l (superficie stazione B5).

Le concentrazioni dei nutrienti sono riportate nelle tabelle riepilogative 2.1.ar e 2.2.ar.

Clorofilla fitoplanctonica

La campagna invernale ha evidenziato valori modesti (<1 mg/m³) nella maggior parte delle stazioni. Valori superiori sono stati riscontrati esclusivamente nelle zone costiere dei transetti A, B, e D. Il valore più elevato (1,99 mg/m³) è stato misurato nelle acque di fondo della zona costiera del transetto B.

Nella campagna estiva, nonostante le condizioni climatiche avrebbe potuto favorire un sviluppo della biomassa fitoplanctonica e quindi della relativa clorofilla, la concentrazione di questa è risultata modesta e sempre inferiore a 1 mg/m³. Il valore più elevato (0,83 mg/m³) è stato misurato nelle acque di fondo della zona del largo del transetto C.

In base ai risultati, sia per il monitoraggio estivo che per quello invernale, le acque del tratto di mare antistante la Raffineria sono classificabili come oligotrofiche.

I risultati medi sono riportati nelle tabelle 3.1.ar e 3.2.ar.



Giudizio sullo stato trofico delle acque

Sulla base dei risultati della campagna invernale, tutte le stazioni dell'area d'indagine, ad eccezione delle stazioni superficiali A1 e B1, evidenziano un indice di trofia cui corrisponde uno stato di qualità elevato. Le acque di superficie delle stazioni A1 e B1 sono classificate come buone.

L'indice trofico calcolato sulla base dei risultati della campagna estiva evidenzia stati di qualità, per la maggior parte delle stazioni, sia delle acque superficiali che profonde, elevati. Fa eccezione la stazione C1 classificata con lo stato buono

La tabella 4 riporta i giudizi relativi agli stati trofici.

Plancton

Fitoplancton

Nella campagna invernale i valori di densità cellulare sono risultati in linea con quelli misurati nella precedente campagna, sia per le acque superficiali che per quelle di fondo. Nella campagna estiva, i valori medi di densità cellulare totale relativi all'area di indagine, sono apparsi leggermente inferiori rispetto alla precedente campagna estiva relativamente ai valori di superficie, mentre sono rimasti costanti in quelle di fondo.

Nell'area di indagine durante la campagna invernale, nelle acque di superficie il valore medio di densità cellulare è stato pari a 68000 ± 23000 cellule/litro, mentre in quelle di fondo è risultato leggermente inferiore, circa 58000 ± 18000 cellule/litro. In questa campagna sono state incluse anche le concentrazioni cellulari relative al transetto D, che risulta quello con maggiore densità cellulare. Complessivamente i valori medi di densità cellulare sono risultati inferiori a quelli della campagna del 2003.

Nell'area di indagine durante la campagna estiva, nelle acque di superficie il valore medio di densità cellulare è stato pari a 36100 ± 16100 cellule/litro. Nelle acque di fondo il valore medio è stato pari a 40200 ± 13600 cellule/litro. Si osservano differenze dei valori di densità cellulare medi tra i tratti costieri e quelli distali, con progressiva diminuzione dei valori di concentrazione dalla costa verso il largo.

Riguardo l'aspetto qualitativo, nella campagna invernale il gruppo delle Diatomee è stato quello più rappresentato mentre la concentrazione delle Dinoficee è risultata modesta in accordo ai



valori medi della stagione. La campagna estiva conferma quanto già osservato nelle precedenti campagne estive, relativamente alla diminuzione della concentrazione delle Diatomee.

In particolare, per i principali gruppi fitoplanctonici, nel 2004 si è evidenziato quanto segue.

Cianoficee: in entrambi i rilevamenti, invernale ed estivo, sono state riscontrate solamente nelle stazioni costiere del transetto B, con valori di concentrazioni simili a quelli misurati nelle precedenti campagne. Nel complesso la rappresentanza quantitativa di questo gruppo continua ad essere molto modesta.

Diatomee: Nella campagna invernale si conferma il gruppo dominante. La campagna estiva ha registrato una brusca diminuzione della concentrazione rispetto alle precedenti campagne estive confermando un trend in diminuzione; inoltre la concentrazione nelle acque di superficie è molto simile a quella delle acque di fondo. La diminuzione dei valori di concentrazione di questa classe e la maggiore varietà di specie indicherebbero un miglioramento qualitativo delle acque.

Dinoflagellati: nella campagna invernale i valori di concentrazione rientrati nella normalità e i valori più alti sono stati riscontrati nelle acque superficiali. In particolare le Dinoficee hanno raggiunto il maggiore valore di concentrazione nelle acque di superficie del transetto C. Non risultano presenti specie classificate tossiche appartenenti alle Dinoficee. I valori medi dell'area di indagine permangono alti e simili a quelli rilevati nell'ultima campagna estiva. Si osservano scarse differenze di valori di densità tra le acque di superficie e di fondo.. Non risultano presenti specie classificate tossiche appartenenti alle Dinoficee.

Coccolitoforidi: I valori medi di densità riferiti all'area di indagine sono leggermente inferiori rispetto a quelli degli ultimi rilevamenti invernali. Il gruppo è ben rappresentato sia nelle acque superficiali che di fondo

Non si rilevano sostanziali variazioni rispetto alle precedenti campagne di indagine estive. Il gruppo è ben rappresentato sia nelle acque superficiali che di fondo

Silicoflagellati: sono stati osservati nella campagna invernale in concentrazioni molto contenute, in particolare nelle acque delle zone del largo del transetto C e D. Non sono stati osservati nella campagna estiva.

Cloroficee e Prasinoficee: sono state riscontrate in entrambe le campagne in tutte le stazioni, benché con modesti valori di concentrazione. Sono generalmente più rappresentati nelle acque superficiali.

Euglenoficee: sono state riscontrate solo in zone limitate (zona costiera del transetto B in estate), in valori di concentrazione comunque molto contenuti.

Nelle tabelle 5.1.ar e 5.2.ar sono riportati i valori del fitoplancton.



Zooplancton

Rispetto al precedente rilevamento invernale i valori di densità sono rientrati nel range di variabilità del sito.

I più elevati valori di abbondanza (densità) di zooplanctonti, relativamente ad ogni transetto, sono stati riscontrati nelle stazioni A5, B5 e C5; la maggior rappresentanza è attribuibile ai Copepodi Calanoidei, le Appendicolarie, poco rappresentate nel precedente rilevamento invernale, sono state riscontrate con valori di densità nella normalità per il sito di indagine.

Gli stadi larvali, pur non numerosi, sono stati rinvenuti in tutte le stazioni indagate, ad eccezione della stazione C1; il valore massimo è stato riscontrato nella stazione C5.

Rispetto ai precedenti rilevamenti estivi si riscontrano valori di densità più elevati rilevati in tutti i transetti.

Le larve sono apparse particolarmente numerose in tutte le stazioni con una discreta rappresentanza delle diverse specie.

I più elevati valori di abbondanza (densità) di zooplanctonti, relativamente ad ogni transetto, sono stati riscontrati nelle stazioni A5, B5 e C5.

Come nelle precedenti campagne estive la maggior rappresentanza è attribuibile ai Copepodi Calanoidei per l'oloplancton ed alle larve dei Molluschi Gasteropodi per il meroplancton. Si osserva inoltre un aumento delle larve di Crostacei.

Sulla base dei valori di concentrazione degli zooplanctonti e dell'abbondanza di meroplancton, la qualità delle acque può essere giudicata buona.

I valori riepilogativi dello zooplancton sono riportati nelle tabelle 6.1.ar e 6.2.ar.



Posidonia oceanica

In questa campagna invernale è proseguita l'indagine di rilevazione delle variazioni nel numero di fasci fogliari per valutare l'attività vegetativa della pianta ovvero il rilevamento di un suo stato di "sofferenza".

Infiorescenze: in questa campagna sono stati osservati numerosi fasci con infiorescenze, evento mai rilevato nelle precedenti campagne. L'evento è stato notato in molte zone del golfo di Cagliari.

Variazione della densità dei fasci fogliari: l'indagine indica un'ampia oscillazione del numero dei fasci con variazioni comprese tra +108 fasci/m² e - 84 fasci/m².

Il valore medio è risultato -12 +/- 52 fasci/m² e conseguentemente leggermente a sfavore dei fasci nuovi.

Numero di foglie del fascio fogliare medio: leggero decremento del numero di foglie rispetto ai valori rilevati nelle precedenti campagne invernali.

Lunghezza delle foglie del fascio fogliare medio: i valori della lunghezza delle foglie sono risultati modesti, ma superiori al valore minimo finora rilevato; complessivamente inferiori rispetto ai valori rilevati nella precedente campagna invernale.

Larghezza delle foglie del fascio fogliare medio: rispetto alla precedente campagna di indagine invernale, si rileva un incremento dei valori medi della larghezza fogliare del fascio medio riferito all'area di indagine.

Superficie delle foglie del fascio fogliare medio: la superficie media risulta inferiore rispetto ai valori calcolati nelle pregresse campagne invernali, in relazione al decremento del numero delle foglie.

Giudizio

Sulla base dei risultati derivanti dall'indagine svolta su vari parametri biometrici si osserva un peggioramento dello stato vegetativo della specie. Questo appare in contrasto con l'osservata fioritura, che potrebbe essere in relazione con le alte temperature medie del mare riscontrate nei periodi estate-autunno 2003, inoltre lo scarso sviluppo fogliare potrebbe essere correlabile proprio alla fioritura.

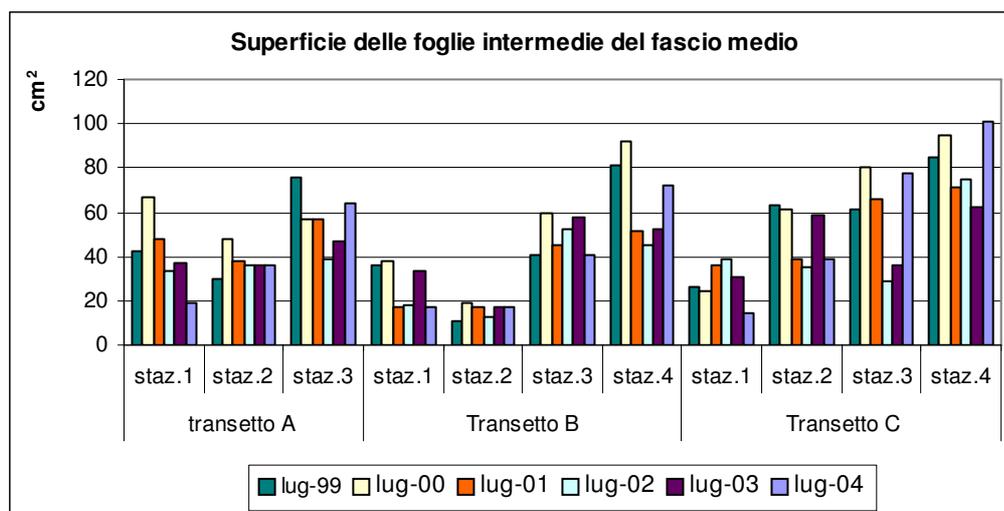
Anche nella campagna estiva parrebbe che nell'area indagata la posidonia sia soggetta a rapide e notevoli variazioni del numero dei fasci fogliari.



Variazione della densità dei fasci fogliari: sono stati infatti riscontrati, a seconda delle stazioni, incrementi anche di 140 unità di fasci ovvero decrementi di 40 unità sulla superficie di un metro quadrato di fondo.

Mediamente nell'area di indagine i fasci fogliari sono risultati incrementati.

Nella figura seguente si mostra graficamente, per ogni stazione e per ogni rilevamento, il valore della superficie delle foglie intermedie del fascio medio:



Numero di foglie del fascio fogliare medio: non si osservano particolari differenze rispetto ai valori medi rilevati nella precedente campagna.

Lunghezza delle foglie del fascio fogliare medio: non si osservano particolari differenze rispetto ai valori medi rilevati nella precedente campagna.

Larghezza delle foglie del fascio fogliare medio: non si osservano particolari differenze rispetto ai valori medi rilevati nella precedente campagna.

Superficie delle foglie del fascio fogliare medio: non si osservano particolari differenze rispetto ai valori medi rilevati nella precedente campagna..

Giudizio

Sulla base dei risultati derivanti dall'indagine svolta su vari parametri biometrici si osserverebbe un peggioramento dello stato vegetativo della specie nel transetto A, mentre nel transetto C si conferma quello con lo stato vegetativo migliore.

I dati medi relativi alle campagne di indagine sono riportati nelle tabelle 7.1.ar e 7.2.ar.



Macroalghe

Le specie scelte come indicatori ambientali sono la *Caulerpa prolifera* e *Caulerpa racemosa*. Dal confronto dei valori di densità della Cloroficee (*Caulerpa prolifera* e *Caulerpa racemosa*) rilevati in questa campagna con quelli delle precedenti campagne invernali, si riscontra una sostanziale stabilità della loro presenza nell'area.

La Cloroficea *Caulerpa prolifera* è la specie in assoluto maggiormente rappresentata. I valori medi dei transetti risultano simili a quelli riscontrati nelle precedenti indagini. La specie non è stata riscontrata unicamente nelle stazioni B3, C3 e C4.

La *Caulerpa racemosa* per la prima volta non è stata riscontrata.

La specie Cloroficea *Penicillus capitatus* si è sviluppata, in particolare nella stazione C5.

Nella campagna estiva non si segnalano particolari differenze rispetto al precedente rilevamento estivo, come biomassa totale algale.

La Cloroficea *Caulerpa prolifera* è la specie in assoluto maggiormente rappresentata; è stata riscontrata in tutte le stazioni ad eccezione della C4; nella stazione C1 è stato rilevato il maggiore valore di biomassa per unità di superficie di fondo.

La *Caulerpa racemosa* è stata riscontrata solo in 1 stazione: B2. La specie è meno rappresentata rispetto al precedente rilevamento estivo.

La specie Cloroficea *Penicillus capitatus* si è riscontrata unicamente nella stazione C5.

Nelle tabelle 8.1 e 8.2 si riportano i dati medi relativi alla *Caulerpa prolifera* e alla *Caulerpa racemosa*.

Fouling

Anche in questa campagna l'indagine è stata indirizzata esclusivamente verso le specie scelte quali indicatori ambientali, e si sviluppa nel transetto P in corrispondenza della palificata del pontile.

Mytilus galloprovincialis allo stadio giovanile (L <1cm) è stato riscontrato in tutte le stazioni indagate con minore e maggiore rappresentanza numerica rispettivamente nelle stazioni P4 e P2.

Rispetto ai precedenti rilevamenti è stato calcolato il valore medio più elevato.



Per quanto concerne le ascidie (*Microcosmus sulcatus*), in tutte le stazioni, si conferma la progressiva diminuzione della rappresentanza della specie.

Il valore maggiore di biomassa è stato misurato nella stazione P3.

L'incremento di densità dei giovani mitili e la contemporanea diminuzione della biomassa di quelli adulti e delle ascidie, potrebbe essere correlato ad un miglioramento della qualità delle acque.

I dati relativi al fouling sono riportati nella tabella 9.

Sedimentazione

Il deposimetri utilizzati per il controllo del particolato sedimentato sono rimasti attivi per un periodo compreso tra 83 e 85 giorni nella campagna estiva e 39 e 40 giorni nella campagna invernale. Sono stati recuperati tutti i deposimetri nella campagna estiva, mentre nella campagna invernale solo un deposimetro non è stato recuperato (stazione B1).

Per quanto concerne gli aspetti meteomarini, nell'indagine invernale hanno soffiato prevalentemente venti provenienti dal settore occidentale e le acque non sono state interessate da intensa torbidità.

Dai risultati dell'indagine correntometrica relativi alla stazione interna (-5 m) risulta che la velocità media della corrente è stata di 2,3 cm/s ed il settore prevalente di direzione è stato compreso tra 90° e 180° nel 32,78% delle osservazioni e tra 270° e 360° nel 31,5%. Conseguentemente, la corrente ha movimentato le acque costiere dal tratto antistante la raffineria, in direzione parallela alla costa ed in ambedue i versi.

Come si può osservare dalle tabelle, in questa campagna il quantitativo di particolato sedimentato è risultato generalmente abbastanza contenuto rispetto alle pregresse campagne invernali.

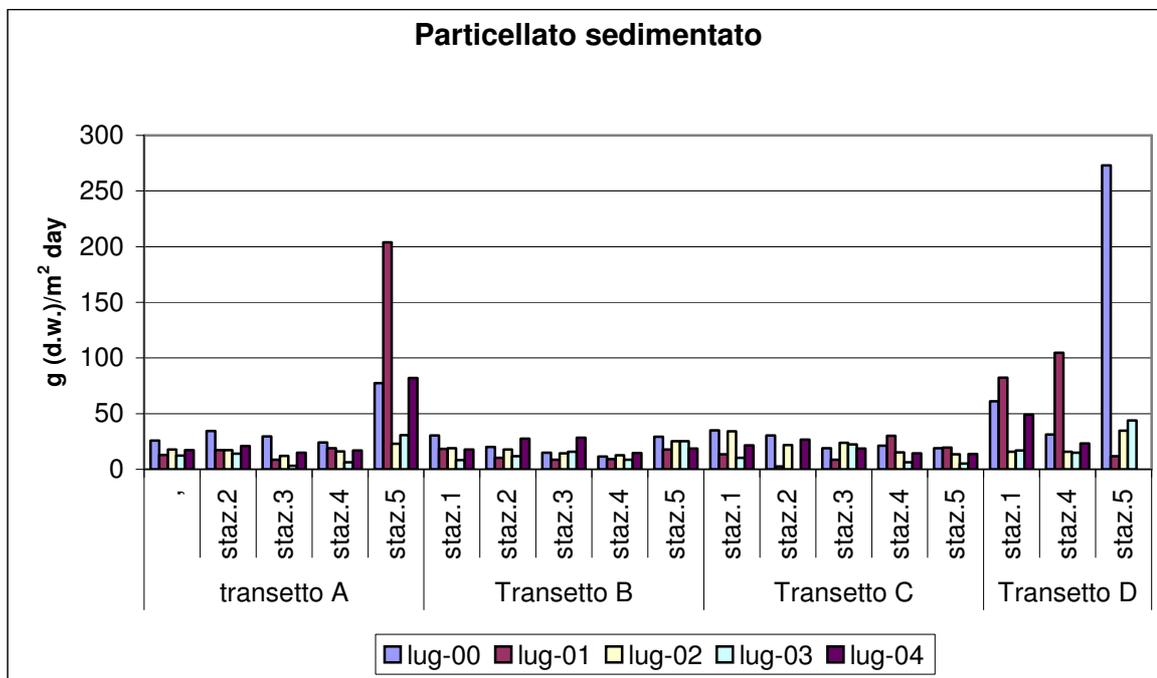
Per quanto concerne gli aspetti meteomarini, nell'indagine estiva hanno soffiato prevalentemente venti deboli a regime di brezza con mare calmo e privo di torbidità.

Dai risultati dell'indagine correntometrica relativi alla stazione "interna" (-5 m) risulta che, nel periodo compreso tra il 06-07 ed il 09-09, la velocità media della corrente è stata di 1,0 cm/s ed il settore prevalente di direzione è stato compreso tra 180° e 270° nel 69,3% delle osservazioni e tra 90 e 180° nel 24,2%.

Anche in questa campagna, nonostante il prolungamento del periodo di raccolta, il quantitativo di particolato sedimentato è stato modesto.



Di seguito, per ogni stazione, si mostrano graficamente i valori del quantitativo di particolato sedimentato misurati nelle campagne di indagine estive finora condotte.





Metalli pesanti

Cadmio

Nella campagna invernale, il cadmio è stato riscontrato nei campioni analizzati nelle acque superficiali delle stazioni A3 e C3 e presso il fondo nella stazione B6. La concentrazione misurata risulta leggermente superiore al limite di rilevabilità strumentale (0,0005 mg/l).

Nella campagna estiva il metallo è stato riscontrato in alcune stazioni, con valori molto modesti, mentre nel resto dei campioni analizzati la concentrazione misurata risulta inferiore al limite di rilevabilità strumentale (0,0005 mg/l).

In tutte le stazioni indagate, i valori di concentrazione del cadmio misurati nei campioni di particellato sedimentato, nella campagna invernale, risultano molto contenuti, inferiori al valore guida indicati da “Canadian Council of Ministers of the Environment “ di seguito CCME.

Per quanto concerne il particellato sedimentato nella campagna estiva si osserva un incremento dei valori di concentrazione nel transetto D. Qualche modesto incremento dei valori di concentrazione si nota anche in alcune stazioni degli altri transetti, ma tutti i valori sono comunque al sotto della soglia ERL proposta da NOAA per i sedimenti marini.

Anche nei sedimenti superficiali si sono osservati incrementi rispetto alle precedenti campagne, ma sempre inferiori alla soglia ERL proposta da NOAA per i sedimenti marini.

Nei campioni di rizomi della posidonia sono stati rilevati incrementi della concentrazione del metallo mentre nei campioni di foglie non si osservano valori superiori a quelli finora misurati nell'area di indagine.

Nei tessuti dei mitili la concentrazione del cadmio appare modesta in tutte le stazioni indagate, simile a quella misurata nelle precedenti campagne.

Anche nei tessuti delle ascidie, così come per i mitili, le concentrazioni di cadmio sono modeste.

Cromo

In entrambe le campagne, nella gran parte delle stazioni sia nelle acque di superficie sia in quelle di fondo, il cromo non è stato riscontrato nei campioni analizzati ovvero, se presente, era in concentrazione confrontabile al limite di rilevabilità strumentale (0,002 mg/l).



Nel particolato sedimentato l'elemento è contenuto, mediamente, in valori di concentrazione inferiori al valore guida indicati da "Canadian Council of Ministers of the Environment" di seguito CCME, ad eccezione delle stazioni A2, A4, C4, C5 D4 e D5 (campagna invernale) e A1, A3, A4, B4, B5, C5, D4 (campagna estiva) dove il cromo è stato misurato in concentrazione superiore al valore guida indicato da CCME, pur rimanendo ben al di sotto della soglia di bassa tossicità individuata da NOAA per i sedimenti marini.

Nei rizomi e nelle foglie di posidonia i valori medi di concentrazione rilevati nella campagna invernale sono inferiori a quelli misurati nelle precedenti campagne, ad eccezione della stazione A3, mentre nella campagna estiva si osservano, in tutti i transetti, incrementi relativi della stazione.

Nei tessuti dei mitili e ascidie la concentrazione del cromo risulta inferiore a quella misurata nelle precedenti campagne.

Mercurio

In entrambe le campagne, nelle acque superficiali e presso il fondo il mercurio non è stato riscontrato nei campioni analizzati ovvero, se presente, era in concentrazione inferiore al limite di rilevabilità strumentale (0,0002mg/l).

Relativamente alla presenza di mercurio nel particolato sedimentato, in alcune stazioni sono stati misurati valori di concentrazione significativi. Nella campagna invernale valori elevati sono stati misurati in tutte le stazioni ad eccezione di C2 e C3 (valore superiore al valore limite "PEL" indicato da CCME per i sedimenti marini). Nella campagna estiva i valori elevati di concentrazione sono stati inferiori al limite di rilevabilità strumentale ad eccezione del transetto D dove in un caso D4 è stato misurato il valore limite "PEL" indicato da CCME per i sedimenti marini).

Nella campagna estiva, in tutte le stazioni, il mercurio è stato rilevato nei sedimenti superficiali in valori di concentrazione inferiori alla precedente indagine. Tutti i valori registrati sono inferiori al valore limite di PEL indicato da CCME.

Per quanto riguarda il contenuto di metallo nelle foglie e nei rizomi della posidonia, nella campagna invernale, sono stati osservati incrementi della concentrazione rispetto alle precedenti campagne di indagine.

Per quanto concerne il mercurio contenuto nelle foglie e nei rizomi della posidonia, nella campagna estiva, sono state misurate, concentrazioni in linea con le precedenti campagne di indagine. Pur non avendo registrato incrementi assoluti, i valori di concentrazione permangono



sostenuti. Rispetto alla campagna invernale i valori osservati nella campagna estiva sono risultati notevolmente inferiori.

Relativamente al tenore del mercurio nei tessuti dei mitili e delle ascidie, i valori medi del transetto sono inferiori a quelli calcolati nella precedente campagna estiva.

Nichel

In entrambe le campagne, nelle acque superficiali e presso il fondo il nichel non è stato riscontrato nei campioni analizzati ovvero, se presente, era in concentrazione inferiore o appena superiore al limite di rilevabilità strumentale (0,003 mg/l).

Nel particolato sedimentato si osserva un leggero incremento delle concentrazioni misurate rispetto a quelle rilevate nelle precedenti campagne, in alcune stazioni la concentrazione è risultata superiore alla soglia di bassa tossicità individuata da BCWQC e da NOAA, ma inferiore alla soglia di ERM..

Anche per il sedimento superficiale si osserva un incremento delle concentrazioni misurate rispetto a quelle rilevate nelle precedenti campagne. In nessuna stazione la concentrazione risulta superiore alla soglia di “PEL” e solo nella stazione D5 si riscontra un valore superiore alla soglia ERL.

Per quanto concerne i rizomi e le foglie della Posidonia oceanica, sia nella campagna invernale che in quella estiva si riscontra un incremento rispetto alle precedenti campagne di indagine.

Analoga situazione, nella campagna estiva, è stata riscontrata per i mitili e le ascidie.

Piombo

In entrambe le campagne, nelle acque superficiali e presso il fondo il piombo non è stato riscontrato nei campioni analizzati ovvero, se presente, era in concentrazione inferiore al limite di rilevabilità strumentale (0,012 mg/l), ad eccezione di alcune stazioni del transetto B, che hanno registrato comunque valori moderati.

Per quanto concerne il particolato sedimentato, in entrambe le campagne, sono state registrate concentrazioni superiori a quella del 2003, ma inferiori rispetto alle precedenti. In tutti i transetti



comunque, le concentrazioni restano superiori alla soglia del valore guida benché inferiori a quella di probabile effetto (PEL) proposte per i sedimenti superficiali da CCME.

I valori di concentrazione misurati nei sedimenti superficiali nelle stazioni indagate, ad eccezione delle A5, B4, C5, D4 e D5, sono stati inferiori al valore guida proposti da CCME; nelle citate stazioni i valori sono risultati comunque al di sotto delle soglie di probabile effetto.

Nelle foglie e i rizomi della posidonia, i valori rilevati sono simili a quelli misurati nelle precedenti campagne, non rivelandosi sostanziali incrementi.

Nei tessuti dei mitili e ascidie non si riscontrano incrementi dei valori medi di concentrazione del metallo rispetto a quelli misurati nei precedenti rilevamenti, ma nelle stazioni P1 e P2 si segnalano alcuni picchi di concentrazione.

Rame

Nei campioni di acque il rame è stato rilevato. Nella gran parte delle stazioni, sia per le acque superficiali sia per quelle di fondo, il metallo è sempre stato misurato con valori elevati che nella gran parte delle stazioni superano abbondantemente la soglia del valore guida indicata da CCME, ma sono sempre inferiori alla soglia di probabile effetto.

Nel particolato sedimentato il metallo è stato rilevato in concentrazione simile a quella delle campagne precedenti. Nella campagna invernale non sono stati riscontrati valori di concentrazione superiore alla soglia di probabile effetto, mentre nella campagna estiva i valori rimangono sostenuti e sono ancora tre il numero delle stazioni in cui è stata superata la soglia di probabile effetto (PEL).

Anche nei sedimenti superficiali si osserva un incremento del tenore del metallo, ma in misura notevolmente inferiore rispetto al particolato sedimentato. Non si riscontrano valori superiori alla soglia di probabile effetto.

Per quanto riguarda la campagna invernale i valori di concentrazione del metallo nei rizomi e nelle foglie di posidonia si registra una generalizzata diminuzione del valore di concentrazione rispetto a quelli misurati nella precedente campagna.

Nella campagna estiva per i rizomi di posidonia si registra un generale aumento del valore di concentrazione rispetto a quelli misurati nelle precedenti campagne, mentre per le foglie i valori risultano simili a quelli riscontrati nelle ultime campagne.

Nei campioni di mitili si riscontrano valori simili rispetto alla ultima campagna.



Vanadio

In entrambe le campagne, in tutte le stazioni nelle acque sia superficiali sia presso il fondo, il vanadio non è stato riscontrato nei campioni indagati ovvero, se presente, era in concentrazione inferiore al limite di rilevabilità strumentale, ad eccezione delle stazioni A1 e B1, nella stagione invernale, e dei transetti B e C, durante quella estiva, dove i valori erano comunque prossimi al limite strumentale.

Nel particellato sedimentato, i valori medi di concentrazione rilevano un modesto incremento rispetto a quelli riscontrati nella precedente campagna per gli stessi transetti.

Nei sedimenti superficiali la concentrazione del metallo è notevolmente inferiore rispetto a quella del particellato.

Nei rizomi e nelle foglie di posidonia, i valori medi di concentrazione dei transetti sono inferiori a quelli calcolati nelle precedenti campagne invernali.

Nella campagna estiva nei rizomi e nelle foglie di posidonia, i valori medi di concentrazione dei transetti sono simili a quelli calcolati nelle precedenti campagne.

Nei campioni di mitili e di ascidie sono stati rilevati incrementi dei valori di concentrazione.

Zinco

Nella campagna invernale, in numerose stazioni sono state misurate concentrazioni dello zinco inferiori al limite di rilevabilità (0,005 mg/l) ovvero appena superiore ad esso; in alcune stazioni A6, B1, B3, C4, C5, C6, sia nelle acque superficiali sia in quelle presso il fondo, sono stati misurati valori ancora elevati e superiori al valore guida indicato da BCWQC, ma sempre inferiore alla soglia di possibili effetti acuti.

Nella campagna estiva, il metallo è stato riscontrato, in tutte le stazioni nelle acque sia superficiali sia presso il fondo, in valori di concentrazione leggermente maggiore di quella calcolata nelle ultime campagne, ma nettamente inferiori a quelli riscontrati nella campagna del 2000.

I valori di concentrazione dello zinco nel particellato sedimentato e nei sedimenti superficiali sono inferiori a quelli rilevati nelle precedenti campagne invernali.

I valori di concentrazione dello zinco nel particellato sedimentato e nei sedimenti superficiali sono risultati leggermente superiori a quelli rilevati nelle precedenti campagne estive.



Valori di concentrazione superiori alla soglia del valore guida indicata da CCME per i sedimenti marini sono stati osservati in diverse stazioni, sia nella campagna invernale che in quella estiva, ma sempre inferiori alla soglia di probabile effetto.

Per i rizomi e le foglie di posidonia si registra una generalizzata diminuzione del valore di concentrazione rispetto a quelli misurati nelle precedenti campagne invernali, mentre nella campagna estiva le concentrazioni nei rizomi e nelle foglie della posidonia sono risultati simili alla precedente campagna.

Nei tessuti dei mitili e ascidie si riscontrano valori di concentrazione del metallo simili rispetto a quelli misurati nei precedenti rilevamenti.

Riepilogo metalli

Per quanto concerne le acque, dal confronto dei risultati analitici tra la campagna invernale di indagine e le precedenti, per la gran parte dei metalli non si osservano incrementi del valore di concentrazione. I metalli rame e zinco sono ancora presenti, in diverse stazioni, con valori di concentrazione maggiori dei rispettivi valori guida.

Nel particellato sedimentato, per diversi metalli si osserva un aumento della loro presenza benché i valori medi dei transetti siano inferiori rispetto ai precedenti rilevamenti invernali.

Cromo, zinco, piombo, rame e nichel si riscontrano in numerose stazioni con valori talvolta superiore alla soglia di bassa tossicità. Anche il mercurio risulta presente con valori elevati.

Nei rizomi di posidonia sono stati osservati incrementi dei valori di concentrazione a carico del nichel e del mercurio.

Gli incrementi riguardano anche i valori medi riferiti sia ai transetti, sia all'area di indagine.

Nelle foglie si osservano incrementi dei valori del mercurio.

Per quanto concerne la campagna estiva, la gran parte dei metalli (Cd, Cr, V, Pb) sono stati riscontrati solo in alcune stazioni ed in valori di concentrazione comunque modesti. Rame e zinco, sono stati riscontrati in tutte le stazioni, e in alcuni casi con valori di concentrazione superiori alle rispettive soglie di sicurezza.

Si riscontra la presenza dei metalli nel particellato sedimentato. Per alcuni di essi (Cd, Cr, Ni, Pb, Cu, Zn,) in numerose stazioni si osservano valori superiori alla soglia dei rispettivi valori guida. Nel caso del Hg e Cu in alcuni casi sono stati superati valori della soglia di probabile effetto.



Nel caso del Cd, rispetto alle precedenti campagne, è stato riscontrato un incremento della concentrazione ma con valori inferiori alla soglia di ERL (bassa probabilità di fenomeni di tossicità).

Tutti i metalli, ad eccezione del cadmio, sono stati misurati nel sedimento superficiale, in minore quantità rispetto al particellato sedimentato raccolto nelle rispettive stazioni.

Rispetto al precedente rilevamento si riscontra una diminuzione dei metalli nella totalità delle stazioni.

Il mercurio è stato riscontrato mediamente in concentrazioni inferiori rispetto a quelle rilevate nella precedente campagna ma ancora con valori sostenuti; in molte stazioni i valori sono superiori alla soglia di ERL (bassa probabilità di fenomeni di tossicità), ma sempre inferiori alla soglia di PEL (elevata probabilità di fenomeni di tossicità).

Per quanto concerne la posidonia (rizomi e foglie) sono stati misurati valori di concentrazione in aumento per il cadmio e il rame nei rizomi e vanadio nelle foglie. Il mercurio è stato misurato con valori di concentrazione simili rispetto alla precedente campagna.

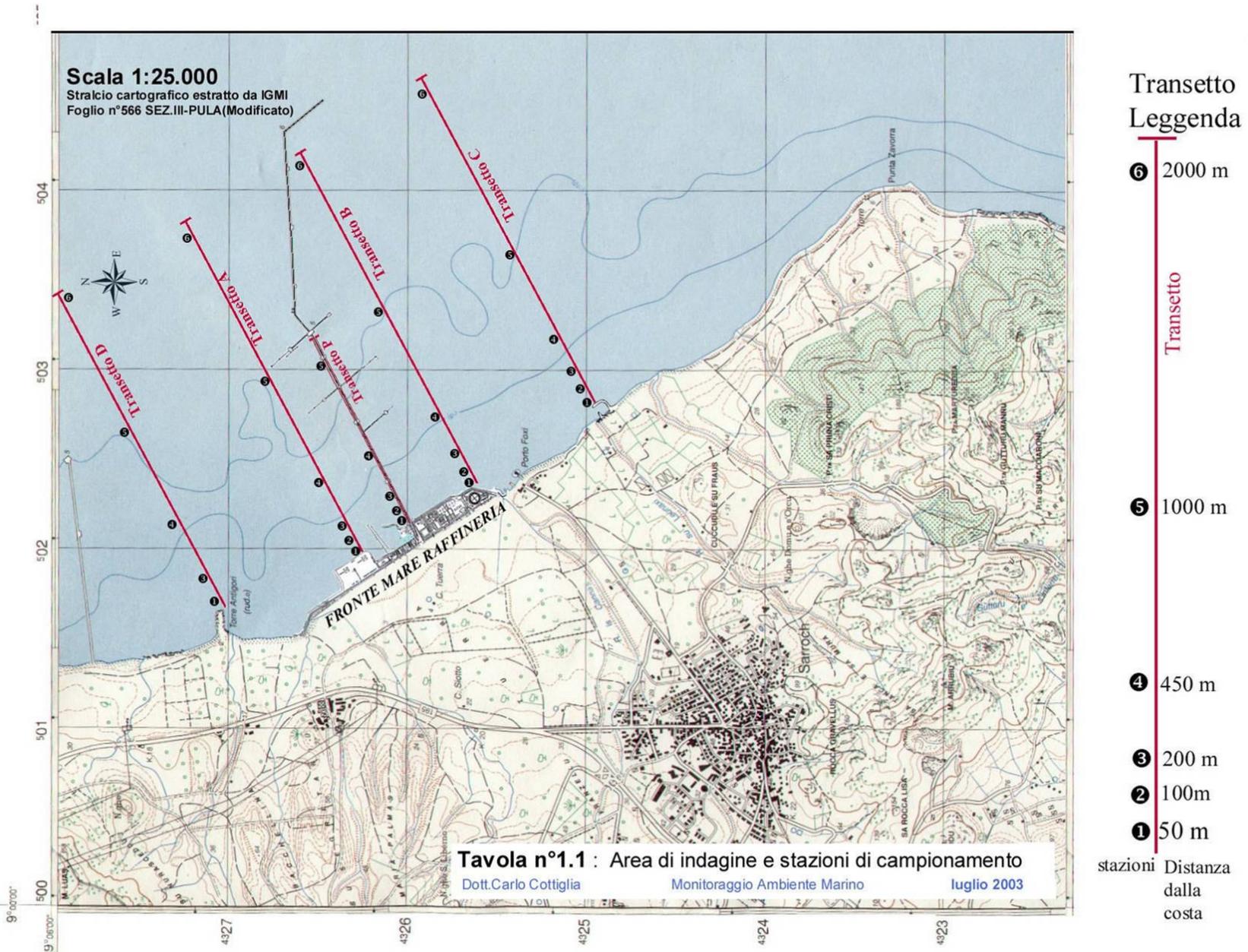
Nei tessuti di mitili ed ascidie, per la gran parte dei metalli, non si rilevano incrementi dei valori di concentrazione rispetto ai pregressi dati; si osservano moderati incrementi di nichel, piombo e vanadio sia nei mitili che nelle ascidie.

Conclusioni

Per quanto concerne le acque, dal confronto dei risultati analitici tra questa campagna di indagine e le precedenti, anche per il 2004 si riscontrano valori dell'indice di trofia cui corrispondono acque con stato di qualità buono o elevato.

L'analisi dello stato della posidonia oceanica non indica particolari variazioni rispetto alle precedenti campagne di indagine.

Tutti i metalli sono stati riscontrati nei sedimenti in minore quantità rispetto ai precedenti rilevamenti. Il mercurio pur essendo stato riscontrato mediamente in concentrazioni inferiori rispetto a quelle rilevate nella precedente campagna conferma ancora valori sostenuti; ma sempre inferiori alla soglia di PEL (elevata probabilità di fenomeni di tossicità).



**TABELLA 1.1ar: IDROLOGIA**

ACQUE DI SUPERFICIE AREA D'INDAGINE															
Data di rilevamento		27/07/1998		19/07/1999		19/07/2000		02/07/2001		22/07/2002		14/07/2003		28/07/2004	
Periodo di rilevamento (orario)		09,10-15,50		9,00-14,00		09,10-12,30		09,40-12,15		08,45-11,45		09,15-12,45		09,00-13,00	
	u.m.	media	d.st.												
Trasparenza val. min	m	9,5	--	13	--	5,5	--	11,5	--		--	11	--	16	--
Trasparenza val. max	m	13,5	--	16,5	--	>17	--	>17	--	>17	--	16	--	>16,5	--
Temperatura	°C	26,2	±0,6	24,7	±0,5	22,6	±0,3	24,1	±0,5	24,3	±0,3	26,2	±0,4	25,0	±0,6
Salinità	‰	38,0	±0,1	38,2	±0,5	38,3	±0,1	38,3	±0,1	38,2	±0,1	38,4	±0,1	38,1	±0,1
Ossigeno disciolto	mg/l	6,3	±0,4	6,4	±0,5	6,6	±0,4	7,1	±0,2	6,8	±0,4	8,8	±0,2	6,9	±0,5
Ossigeno disciolto	% sat.	97	±5	96	±7	95	±5	105	±2	102	±6	135	±3	103	±6,3
pH	un.pH	8,27	±0,03	8,28	±0,02	8,20	±0,02	8,34	±0,04	8,14	±0,02	8,19	±0,02	8,08	±0,04

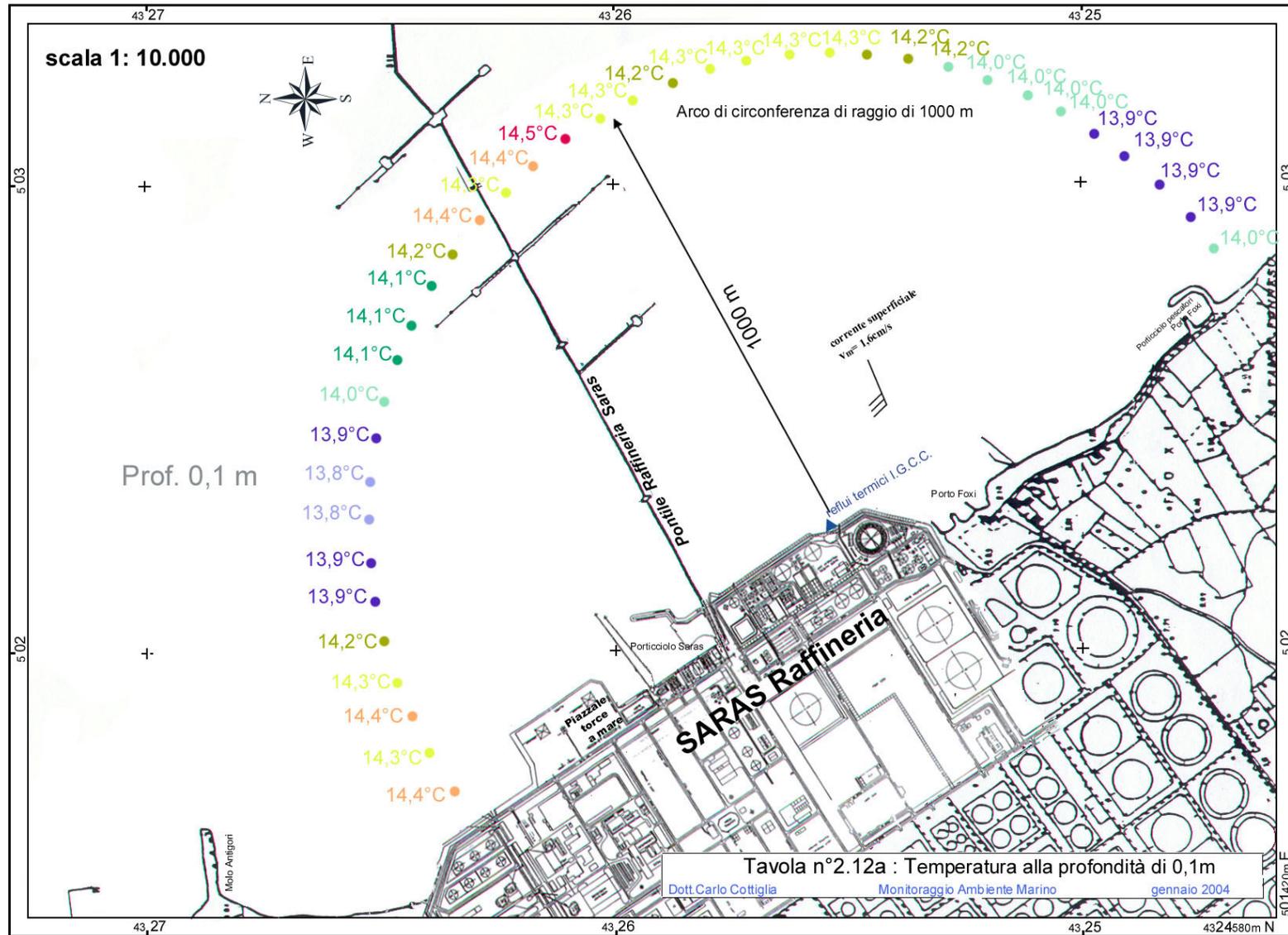
ACQUE DI FONDO AREA D'INDAGINE															
Data di rilevamento		27/07/1998		19/07/1999		19/07/2000		02/07/2001		22/07/2002		14/07/2003		28/07/2004	
Periodo di rilevamento (orario)		09,10-10,50		9,00-14,00		09,10-12,30		09,40-12,15		08,45-11,45		09,15-12,45		09,00-13,00	
	u.m.	media	d.st.												
Temperatura	°C	25,3	±0,9	24,2	±0,7	22,4	±0,4	23,7	±1,0	23,9	±0,7	25,9	±0,5	24,0	±2,3
Salinità	‰	38,0	±0,1	38,3	±0,0	38,3	±0,1	38,3	±0,1	38,2	±0,2	38,4	±0,1	38,1	±0,3
Ossigeno disciolto	mg/l	6,3	±0,3	6,5	±0,4	6,7	±0,4	7,3	±0,4	7,3	±0,5	8,9	±0,6	7,3	±0,6
Ossigeno disciolto	% sat.	97	±3	96	±5	96	±5	107	±4	107	±7	137	±10	107	±6,8
pH	un.pH	8,26	±0,02	8,28	±0,03	8,21	±0,0	8,33	±0,04	8,15	±0,02	8,19	±0,04	8,12	±0,04

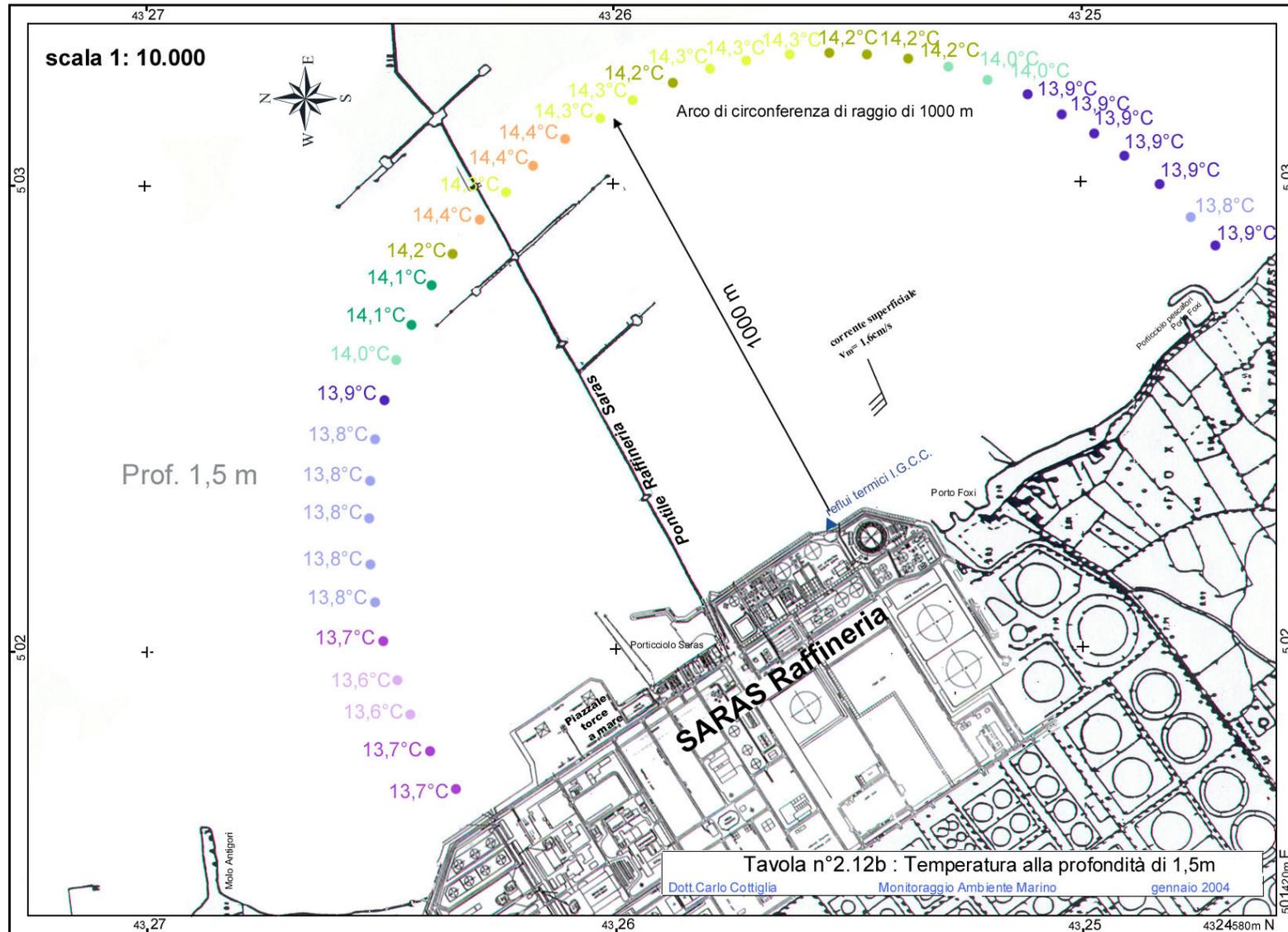


TABELLA 1.2ar: IDROLOGIA

ACQUE DI SUPERFICIE AREA D'INDAGINE															
Data di rilevamento		08/02/1999		15/02/2000		31/01/2001		28/01/2002		15/01/2003		14/01/2004		31/01/2005	
Periodo di rilevamento (orario)		09,30 - 13,25		09,00 - 13,00		10,00 - 13,50		09,30 - 13,00		09,10 - 12,15		09,10 - 12,30		09,00 - 13,35	
	u.m.	media	d.st.												
Trasparenza val. min	m		--	6	--	8,4	--	14	--	5	--	12,5	--	7,5	--
Trasparenza val. max	m	>17	--	13	--	>16,5	--	>16,5	--	8,5	--	>17	--	10,5	--
Temperatura	°C	12,8	±0,2	12,6	±0,4	13,6	±0,3	13,8	±0,2	13,2	±0,5	14,1	±0,4	10,4	±0,5
Salinità	‰	37,9	±0,2	38,0	±0,1	37,5	±0,4	38,0	±0,1	37,8	±0,5	37,7	±0,4	37,2	±0,2
Ossigeno disciolto	mg/l	8,2	±0,3	7,6	±0,9	7,3	±0,1	7,9	±0,3	7,6	±0,1	8,1	±0,2	8,6	±0,3
Ossigeno disciolto	% sat.	98	±3	90	±10	89	±2	97	±4	92	±1	99	±2	97	±3
pH	un.pH	8,37	±0,02	8,41	±0,01	8,11	±0,01	8,10	±0,02	8,16	±0,02	8,17	±0,02	8,26	±0,03

ACQUE DI FONDO AREA D'INDAGINE															
Data di rilevamento		08/02/1999		15/02/2000		31/01/2001		28/01/2002		15/01/2003		14/01/2004		31/01/2005	
Periodo di rilevamento (orario)		09,30 - 13,25		09,00 - 13,00		10,00 - 13,50		09,30 - 13,00		09,10 - 12,15		09,10 - 12,30		09,00 - 13,35	
	u.m.	media	d.st.												
Temperatura	°C	12,7	±0,2	12,6	±0,4	13,6	±0,3	13,8	±0,2	13,0	±0,3	14,0	±0,1	10,4	±0,5
Salinità	‰	38,0	±0,0	38,0	±0,1	37,7	±0,2	38,1	±0,2	38,0	±0,2	37,9	±0,1	37,2	±0,2
Ossigeno disciolto	mg/l	8,2	±0,3	7,6	±0,9	7,4	±0,1	8,0	±0,3	7,7	±0,2	8,2	±0,2	8,6	±0,3
Ossigeno disciolto	% sat.	98	±3	91	±10	90	±2	98	±3	93	±2	100	±3	97	±2
pH	un.pH	8,37	±0,02	8,41	±0,01	8,11	±0,01	8,11	±0,01	8,17	±0,02	8,18	±0,01	8,26	±0,04





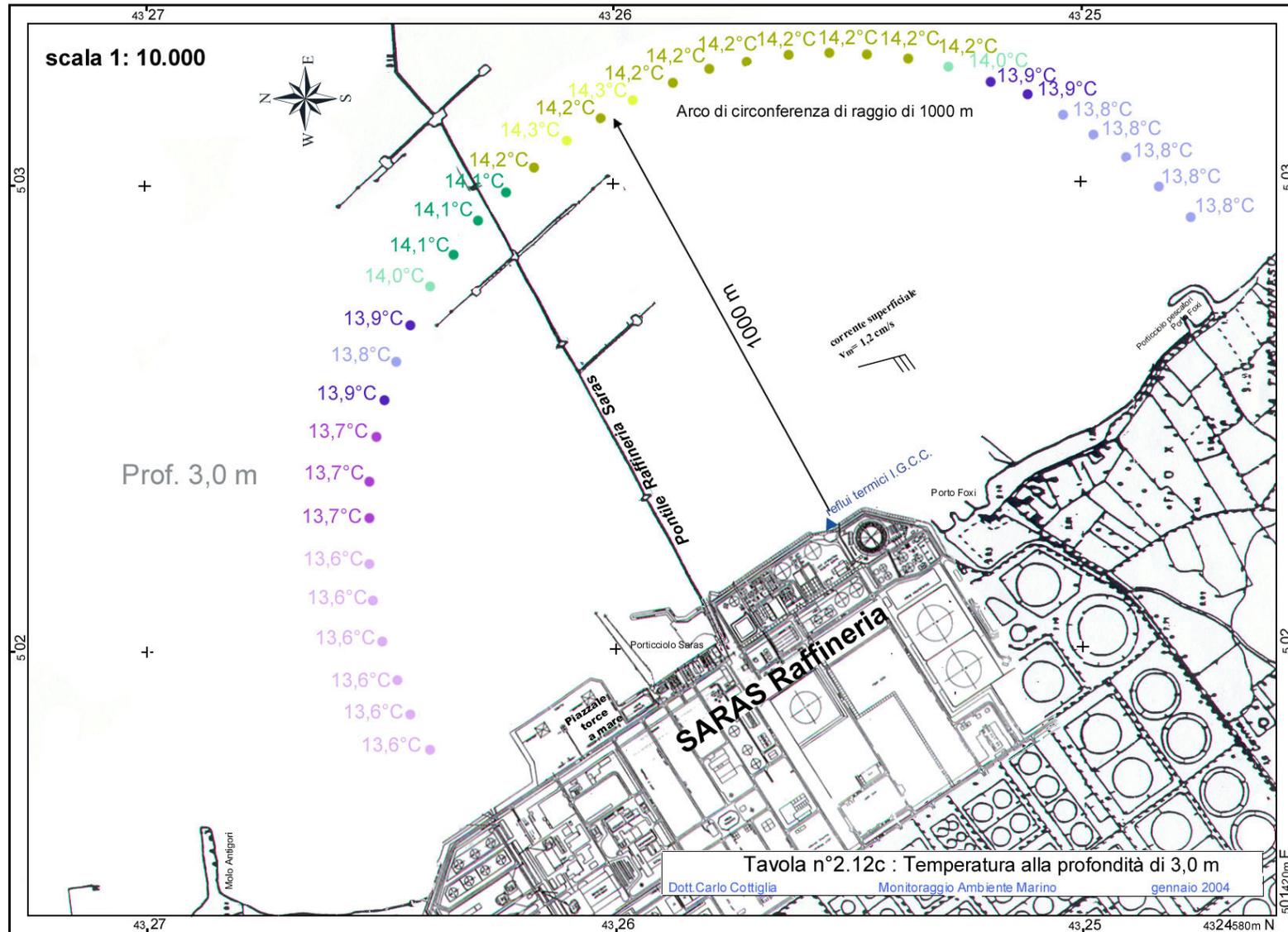




TABELLA 2.1ar: NUTRIENTI

ACQUE DI SUPERFICIE															
AREA D'INDAGINE	u.m.	27/07/1998		19/07/1999		19/07/2000		02/07/2001		22/07/2002		14/07/2003		28/07/2004	
		media	d.st.	media	d.st.	media	d.st.	media	d.st.	media	d.st.	media	d.st.	media	d.st.
N-NH ₄ ⁺	mg/l			<0,001	---	0,009	±0,005	<0,005	---	<0,005	---	<0,006	---	<0,005	---
N-NO ₂	mg/l			<0,001	--	0,006	±0,002	0,003	±0,002	0,003	±0,002	0,005	±0,001	<0,004	---
N-NO ₃	mg/l			0,54	±0,10	0,42	±0,06	0,048	±0,058	0,014	±0,011	0,019	±0,054	0,024	±0,021
N-N tot.	mg/l			1,00*	±0,53	<0,20*	--	0,067	±0,058	0,32	±0,19	0,380	±0,132	0,600	±0,346
P-PO ₄	mg/l			0,006	±0,004	0,005	±0,009	<0,002	--	<0,013	---	<0,006	---	<0,006	---
P totale	mg/l			0,103	±0,184	0,006	±0,011	0,062	±0,094	<0,013	---	<0,006	---	<0,006	---
Si-SiO ₂	mg/l			n.d.		n.d.		n.d.		n.d.		0,020	±0,020	0,032	±0,012

ACQUE DI FONDO															
AREA D'INDAGINE	u.m.	27/07/1998		19/07/1999		19/07/2000		02/07/2001		22/07/2002		14/07/2003		28/07/2004	
		media	d.st.	media	d.st.	media	d.st.	media	d.st.	media	d.st.	media	d.st.	media	d.st.
N-NH ₄ ⁺	mg/l			<0,001	---	0,009	±0,004	<0,005	---	<0,005	---	<0,006	---	<0,005	---
N-NO ₂	mg/l			<0,001	--	0,008	±0,002	0,002	±0,001	<0,003	---	<0,005	---	<0,004	---
N-NO ₃	mg/l			0,58	±0,08	0,40	±0,06	0,037	±0,013	0,010	±0,004	0,012	±0,027	0,022	±0,018
N-N tot.	mg/l			0,87*	±0,17	<0,20*	--	0,055	±0,023	0,25	±0,08	0,275	±0,123	0,365	±0,137
P-PO ₄	mg/l			0,004	±0,004	<0,003	----	<0,002	--	<0,013	---	<0,006	---	<0,006	---
P totale	mg/l			0,072	±0,151	0,004	±0,002	0,059	±0,084	<0,013	---	<0,006	---	<0,006	---
Si-SiO ₂	mg/l			n.d.		n.d.		n.d.		n.d.		0,018	±0,012	0,031	±0,012

*Determinato come azoto totale Kjeldahl



TABELLA 2.2ar: NUTRIENTI

ACQUE DI SUPERFICIE															
AREA DI INDAGINE	u.m.	08/02/1999		15/02/2000		31/01/2001		28/01/2002		12/02/2003		14/01/2004		31/01/2005	
		media	d.st.	media	d.st.	media	d.st.	media	d.st.	media	d.st.	media	d.st.	media	d.st.
N-NH ₄ ⁺	mg/l	<0,02	--	0,009	±0,005	0,043	±0,097	<0,005	--	0,007	±0,003	0,005	±0,002	0,003	±0,000
N-NO ₂	mg/l	<0,01	--	0,006	±0,002	0,007	±0,012	0,004	±0,002	<0,005	--	0,006	±0,005	0,009	±0,002
N-NO ₃	mg/l	1,03	±0,55	0,74	±0,01	0,017	±0,016	0,011	±0,005	0,028	±0,039	0,054	±0,075	0,166	±0,045
N-N tot.	mg/l	1,55*	±0,68	0,30*	±0,15	0,066	±0,118	0,076	±0,057	0,288	±0,136	0,236	±0,222	0,597	±0,225
P-PO ₄	mg/l	<0,01	--	0,006	±0,007	0,002	--	<0,013	--	<0,006	--	0,009	±0,007	<0,005	--
P totale	mg/l	<0,05	--	0,008	±0,008	0,008	±0,012	0,036	±0,087	<0,006	--	0,010	±0,010	<0,005	--
Si-SiO ₂	mg/l	n.d.		n.d.		n.d.		n.d.		0,069	±0,055	0,037	±0,068	0,030	±0,011

ACQUE DI FONDO															
AREA DI INDAGINE	u.m.	08/02/1999		15/02/2000		31/01/2001		28/01/2002		12/02/2003		14/01/2004		31/01/2005	
		media	d.st.	media	d.st.	media	d.st.	media	d.st.	media	d.st.	media	d.st.	media	d.st.
N-NH ₄ ⁺	mg/l	<0,02	--	0,009	±0,004	0,017	±0,017	<0,005	--	0,006	±0,001	<0,005	--	<0,003	--
N-NO ₂	mg/l	<0,01	--	0,008	±0,002	0,003	±0,002	0,004	±0,002	<0,005	--	0,004	±0,001	0,009	±0,003
N-NO ₃	mg/l	0,87	±0,50	0,74	±0,00	0,015	±0,013	0,013	±0,007	0,015	±0,018	0,020	±0,007	0,156	±0,036
N-N tot.	mg/l	1,59*	±0,73	0,36*	±0,23	0,031	±0,028	0,060	±0,040	0,194	±0,123	0,127	±0,058	0,496	±0,126
P-PO ₄	mg/l	<0,01	--	0,004	±0,002	0,002	----	<0,013	--	<0,006	--	<0,006	--	<0,005	--
P totale	mg/l	<0,05	--	0,007	±0,004	0,002	±0,001	0,042	±0,111	<0,006	--	<0,006	--	<0,005	--
Si-SiO ₂	mg/l	n.d.		n.d.		n.d.		n.d.		0,042	±0,045	0,012	±0,007	0,025	±0,011

*Determinato come azoto total



TABELLA 3.1ar: CLOROFILLA FITOPLANCTONICA

ACQUE DI SUPERFICIE															
AREA DI INDAGINE	U.m.	Luglio 1998		Luglio 1999		Luglio 2000		Luglio 2001		Luglio 2002		Luglio 2003		Luglio 2004	
		media	d.std.												
Clorofilla <i>a</i>	mg/m ³			0,31	±0,16	0,40	±0,12	0,58	±0,21	0,74	±0,41	0,68	±0,58	0,33	±0,18
Clorofilla <i>b</i>	mg/m ³			0,05	±0,05	0,19	±0,06	0,17	±0,05	--	--	0,10	±0,07	0,12	±0,02
Clorofilla <i>c</i>	mg/m ³			0,09	±0,05	0,28	±0,06	0,31	±0,07	--	--	0,24	±0,15	0,21	±0,06
feofitina <i>a</i>	mg/m ³			0,39	±0,38	0,09	±0,10	0,50	±0,29	--	--	0,21	±0,31	0,06	±0,04

ACQUE DI FONDO															
AREA DI INDAGINE	U.m.	Luglio 1998		Luglio 1999		Luglio 2000		Luglio 2001		Luglio 2002		Luglio 2003		Luglio 2004	
		media	d.std.												
Clorofilla <i>a</i>	mg/m ³			0,38	±0,13	0,43	±0,08	0,60	±0,22	1,04	±0,29	0,48	±0,36	0,56	±0,21
Clorofilla <i>b</i>	mg/m ³			0,09	±0,03	0,21	±0,03	0,23	±0,13	--	--	0,13	±0,03	0,17	±0,05
Clorofilla <i>c</i>	mg/m ³			0,13	±0,04	0,27	±0,05	0,33	±0,14	--	--	0,24	±0,08	0,25	±0,04
feofitina <i>a</i>	mg/m ³			0,26	±0,33	0,20	±0,08	0,47	±0,30	--	--	0,36	±0,44	0,16	±0,10



TABELLA 3.2ar: CLOROFILLA FITOPLANCTONICA

ACQUE DI SUPERFICIE															
AREA DI INDAGINE	U.m.	Gennaio 1999		Gennaio 2000		Gennaio 2001		Gennaio 2002		Gennaio 2003		Gennaio 2004		Gennaio 2005	
		media	d.std.												
Clorofilla <i>a</i>	mg/m ³	0,40	±0,10	1,61	±0,57	0,60	±0,09	0,55	±0,24	1,03	±0,30	0,78	±0,23	2,25	±0,39
Clorofilla <i>b</i>	mg/m ³	0,14	±0,09	0,01	±0,02	0,16	±0,06	--	--	0,29	±0,10	0,16	±0,13	0,10	±0,00
Clorofilla <i>c</i>	mg/m ³	0,22	±0,17	0,32	±0,11	0,32	±0,08	--	--	0,36	±0,11	0,28	±0,15	0,26	±0,11
feofitina <i>a</i>	mg/m ³	0,03	±0,04	0,41	±0,17	0,01	±0,02	--	--	0,32	±0,25	0,27	±0,49	0,28	±0,12

ACQUE DI FONDO															
AREA DI INDAGINE	U.m.	Gennaio 1999		Gennaio 2000		Gennaio 2001		Gennaio 2002		Gennaio 2003		Gennaio 2004		Gennaio 2005	
		media	d.std.												
Clorofilla <i>a</i>	mg/m ³	0,37	±0,06	1,29	±0,39	0,64	±0,18	0,48	±0,17	0,96	±0,34	0,95	±0,44	2,14	±0,45
Clorofilla <i>b</i>	mg/m ³	0,12	±0,03	0,08	±0,09	0,32	±0,28	--	--	0,20	±0,06	0,22	±0,28	0,10	±0,01
Clorofilla <i>c</i>	mg/m ³	0,17	±0,03	0,31	±0,18	0,52	±0,52	--	--	0,27	±0,06	0,25	±0,07	0,22	±0,14
feofitina <i>a</i>	mg/m ³	0,03	±0,03	0,45	±0,22	0,12	±0,26	--	--	0,35	±0,18	0,13	±0,14	0,27	±0,13



TABELLA 4: INDICE E STATO TROFICO DELLE ACQUE

ACQUE DI SUPERFICIE												
	Transetto A			Transetto B			Transetto C			Area d'indagine		
	Indice trofico		Stato trofico	Indice trofico		Stato trofico	Indice trofico		Stato trofico	Indice trofico		Stato trofico
	media	d.s.		media	d.s.		media	d.s.		media	d.s.	
LUGLIO 1999	5,09	±1,04	mediocre	4,84	±0,98	buono	4,60	±0,56	buono	4,84	±0,84	buono
GENNAIO 2000	5,13	±0,55	mediocre	5,23	±0,42	mediocre	4,98	±0,38	buono	5,12	±0,44	mediocre
LUGLIO 2000	3,85	±0,57	elevato	4,32	±0,93	buono	4,28	±0,31	buono	4,15	±0,64	buono
GENNAIO 2001	3,33	±0,20	elevato	3,68	±0,57	elevato	4,20	±0,69	buono	3,59	±0,55	elevato
LUGLIO 2001	4,42	±0,43	buono	3,75	±1,33	elevato	3,47	±0,29	elevato	3,88	±0,87	elevato
GENNAIO 2002	3,68	±0,21	elevato	3,93	±0,78	elevato	2,92	±0,22	elevato	3,51	±0,63	elevato
LUGLIO 2002	3,65	±0,36	elevato	3,69	±0,31	elevato	3,32	±0,32	elevato	3,55	±0,31	elevato
GENNAIO 2003	3,84	±0,11	elevato	4,32	±0,69	buono	3,83	±0,39	elevato	4,00	±0,45	buono
LUGLIO 2003	3,81	±0,15	elevato	4,40	±0,72	buono	4,27	±0,54	buono	4,22	±0,59	buono
GENNAIO 2004	3,53	±0,63	elevato	3,36	±0,39	elevato	3,24	±0,40	elevato	3,38	±0,44	elevato
LUGLIO 2004	3,01	±0,33	elevato	3,09	±0,43	elevato	3,51	±0,87	elevato	3,20	±0,49	elevato

ACQUE DI FONDO												
	Transetto A			Transetto B			Transetto C			Area d'indagine		
	Indice trofico		Stato trofico	Indice trofico		Stato trofico	Indice trofico		Stato trofico	Indice trofico		Stato trofico
	media	d.s.		media	d.s.		media	d.s.		media	d.s.	
LUGLIO 1999	4,75	±0,28	buono	4,83	±0,49	buono	4,90	±0,31	buono	4,83	±0,35	buono
GENNAIO 2000	5,32	±0,48	mediocre	5,09	±0,52	mediocre	4,92	±0,40	buono	5,11	±0,47	mediocre
LUGLIO 2000	3,89	±0,43	elevato	4,42	±0,60	buono	4,09	±0,58	buono	4,13	±0,55	buono
GENNAIO 2001	3,51	±0,37	elevato	3,29	±0,26	elevato	3,47	±0,47	elevato	3,49	±0,38	elevato
LUGLIO 2001	4,90	±0,18	buono	3,47	±0,14	elevato	3,81	±0,76	elevato	4,06	±0,76	buono
GENNAIO 2002	3,53	±0,24	elevato	3,68	±0,94	elevato	3,15	±0,30	elevato	3,45	±0,55	elevato
LUGLIO 2002	3,89	±0,20	elevato	4,13	±0,18	buono	3,80	±0,13	elevato	3,94	±0,26	elevato
GENNAIO 2003	3,78	±0,10	elevato	3,66	±0,29	elevato	3,69	±0,27	elevato	3,71	±0,27	elevato
LUGLIO 2003	3,95	±0,19	elevato	4,12	±0,78	buono	4,05	±0,55	buono	4,04	±0,52	buono
GENNAIO 2004	3,45	±0,22	elevato	3,28	±0,22	elevato	2,81	±0,26	elevato	3,18	±0,39	elevato
LUGLIO 2004	3,73	±0,18	elevato	3,49	±0,24	elevato	3,52	±0,63	elevato	3,58	±0,50	elevato


TABELLA 5.1ar: FITOPLANCTON

ACQUE DI SUPERFICIE													
AREA DI INDAGINE	u.m.	Luglio 1998		Luglio 1999		Luglio 2000		Luglio 2001		Luglio 2002		Luglio 2003	
		media	d.std.	media	d.std.								
Cianoficee	n°cell/l	720	±1917	5555	±7980	1935	±2739	930	±1458	452	±979	379	±955
Diatomee	n°cell/l	144641	±56729	108536	±54756	25783	±12669	16922	±4242	11518	±11390	8331	±3679
Dinoficee	n°cell/l	36662	±21678	33571	±13730	6478	±1967	9160	±3648	20271	±12454	21984	±11635
Crisoficee	n°cell/l							1890	±1465	2006	±2481	458	±995
Coccolitoforidi	n°cell/l			2583	±4188	5488	±3810	8429	±4690	4141	±2349	4929	±1803
Silicoflagellati	n°cell/l			245	±596			195	±344	541	±832	271	±489
Cloroficee e Prasinoficee	n°cell/l	61441	±26371	49850	±32482	5315	±2820	4423	±2282	6030	±4227	3522	±1391
Euglenoficee	n°cell/l	2631	±3240	712	±1833			180	±420	361	±1249	45	±156
Totale	n°cell/l	246096	±73854	201052	±77908	45045	±15515	42129	±7348	45488	±27124	41130	±13995
Picoplancton	n°cell/l	4037576	±2.4 10 ⁶	3490329	±1.5 10 ⁶	1024974	±1.9 10 ⁵	513275	±2,3 10 ⁵	311167	±1.3 10 ⁵	1166250	±120971

ACQUE DI FONDO													
AREA DI INDAGINE	u.m.	Luglio 1998		Luglio 1999		Luglio 2000		Luglio 2001		Luglio 2002		Luglio 2003	
		media	d.std.	media	d.std.								
Cianoficee	n°cell/l	11921	±9979	11952	±10315	1868	±2743	1542	±2209	120	±361	27	±94
Diatomee	n°cell/l	62663	±57761	57806	±55855	34132	±7334	20860	±6738	19599	±10662	8454	±4723
Dinoficee	n°cell/l	26872	±20628	26247	±13796	6464	±2337	13020	±9246	28848	±10004	21659	±8771
Crisoficee	n°cell/l							1800	±1527	2116	±1964	631	±858
Coccolitoforidi	n°cell/l	577	±1730	1778	±3667	6516	±3457	8022	±3571	5537	±3211	6016	±3011
Silicoflagellati	n°cell/l			120	±360			164	±247	1169	±1539	814	±1401
Cloroficee e Prasinoficee	n°cell/l	47712	±25044	71946	±98830	5440	±2942	3046	±1799	4529	±4416	1803	±1558
Euglenoficee	n°cell/l	2788	±4615	836	±2508			57	±172				
Totale	n°cell/l	152533	±92444	170685	±130461	54487	±9041	48667	±11856	62818	±19520	39403	±14010
Picoplancton	n°cell/l	3317874	±1.5 10 ⁶	3326672	±1.8 10 ⁶	1170969	±3.2 10 ⁵	546111	±2.3 10 ⁵	584222	±1.5 10 ⁵	1159833	±248870



TABELLA 5.1ar: FITOPLANCTON

ACQUE DI SUPERFICIE			
AREA DI INDAGINE	u.m.	Luglio 2004	
		media	d.std.
Cianoficee	n°cell/l	180	±624
Diatomee	n°cell/l	3425	±3156
Dinoficee	n°cell/l	18657	±7828
Crisoficee	n°cell/l	1803	±2321
Coccolitoforidi	n°cell/l	5678	±2265
Silicoflagellati	n°cell/l		
Cloroficee e Prasinoficee	n°cell/l	6219	±4154
Euglenoficee	n°cell/l	270	±936
Totale	n°cell/l	36100	±16173
Picoplancton	n°cell/l	880167	±283067

ACQUE DI FONDO			
AREA DI INDAGINE	u.m.	Luglio 2004	
		media	d.std.
Cianoficee	n°cell/l		
Diatomee	n°cell/l	5678	±4884
Dinoficee	n°cell/l	20730	±8797
Crisoficee	n°cell/l	1528	±2082
Coccolitoforidi	n°cell/l	8382	±2573
Silicoflagellati	n°cell/l		
Cloroficee e Prasinoficee	n°cell/l	3848	±3601
Euglenoficee	n°cell/l		
Totale	n°cell/l	40167	±15648
Picoplancton	n°cell/l	995500	±315213


TABELLA 5.2ar: FITOPLANCTON

ACQUE DI SUPERFICIE													
AREA DI INDAGINE	U.m.	Gennaio 1999		Gennaio 2000		Gennaio 2001		Gennaio 2002		Gennaio 2003		Gennaio 2004	
		media	d.std.	media	d.std.	media	d.std.	media	d.std.	media	d.std.	media	d.std.
Cianoficee	n°cell/l	2314	±2828	3528	±4187	756	±1340	737	±1072	631	±1491	270	±937
Diatomee	n°cell/l	23586	±9364	87297	±45262	14832	±5350	47341	±22354	26498	±9143	48818	±20684
Dinoficee	n°cell/l	541	±606	7201	±3692	1259	±1118	639	±1263	8177	±1570	2253	±2545
Crisoficee	n°cell/l	2892	±1742			1828	±988	1147	±1060	1352	±1231	2524	±2622
Coccolitoforidi	n°cell/l	6906	±4372	8674	±7050	10404	±6550	14924	±9939	10814	±5352	8653	±3294
Silicoflagellati	n°cell/l	1128	±1364	1428	±3333	1300	±1226	1577	±1713	1421	±1601	901	±1206
Cloroficee e Prasinoficee	n°cell/l	5909	±1794	13108	±4633	2964	±1395	4318	±1469	3860	±2415	4597	±2957
Euglenoficee	n°cell/l					295	±733	170	±398				
Totale	n°cell/l	43182	±13647	121244	±48581	33530	±7595	70862	±31595	52632	±10670	68016	±22800
Picoplancton	n°cell/l	3974181	±1.6 10 ⁶	1294517	±2.7 10 ⁵	1030525	±2.3 10 ⁵	854583	±172987	744192	±194703	1489125	±724180

ACQUE DI FONDO													
AREA DI INDAGINE	U.m.	Gennaio 1999		Gennaio 2000		Gennaio 2001		Gennaio 2002		Gennaio 2003		Gennaio 2004	
		media	d.std.	media	d.std.	media	d.std.	media	d.std.	media	d.std.	media	d.std.
Cianoficee	n°cell/l	1470	±2537	5898	±7294	1159	±1980	467	±775	1413	±3206	90	±312
Diatomee	n°cell/l	25729	±9839	65809	±31613	21371	±5972	46219	±25430	28896	±11468	41705	±15852
Dinoficee	n°cell/l	369	±406	7929	±7753	1049	±1244	503	±998	10431	±5204	1082	±1383
Crisoficee	n°cell/l	3456	±2138			2210	±1589	1356	±970	601	±1223	811	±1315
Coccolitoforidi	n°cell/l	8479	±4527	6492	±5043	13636	±7466	15517	±10571	12536	±4704	11533	±5020
Silicoflagellati	n°cell/l	739	±846	1200	±2615	612	±964	981	±1333	775	±1340	1442	±1553
Cloroficee e Prasinoficee	n°cell/l	3936	±1937	18747	±11304	3658	±2268	2390	±1071	3012	±2062	1442	±2741
Euglenoficee	n°cell/l					131	±393			240	±721		
Totale	n°cell/l	47178	±12302	106147	±38152	43826	±7415	67432	±35190	58519	±11943	58104	±17932
Picoplancton	n°cell/l	4765744	±1.2 10 ⁶	1349689	±4.8 10 ⁵	1094522	±2.4 10 ⁵	821944	±187840	789311	±145013	1750375	±938925



TABELLA 6.1ar: ZOOPLANCTON

AREA DI INDAGINE	U.m.	Luglio 1998		Luglio 1999		Luglio 2000		Luglio 2001		Luglio 2002		Luglio 2003		Luglio 2004	
		media	d.std.												
Leptomeduse	n°/m ³	3,5	±7,6	0,4	±1,1	1,9	±4,6	0,9	±2,8	3,0	±6,1			0,4	±1,1
Anthomeduse	n°/m ³					3,5	±5,3	5,8	±11						
Larve di Molluschi Lamellibranchi	n°/m ³	37	±28,5	26	±22	6,6	±8,4	114	±76	7,9	±13	161	±157	43	±64
Larve di Molluschi Gasteropodi	n°/m ³	814	±1936	140	±167	67	±101	426	±554	47	±37	313	±167	441	±551
Larve di Anellidi Policheti	n°/m ³	4,7	±7,1	1,7	±3,3	0,3	±0,9	4,4	±10	2,4	±4,9	13	±13	3,2	±8,3
Policheti	n°/m ³	1,3	±3,8												
Larve di Echinodermi	n°/m ³	3,2	±6,9			2,8	±5,3	2,1	±6,3	45	±72	4,0	±8		
Cladoceri	n°/m ³	1,5	±3,9	0,2	±0,5	2,7	±3,8	0,4	±1,3	1,2	±3,7	6,1	±15	0,1	±0,3
Naupli di Copepode	n°/m ³	33	±41	7,0	±12	17,5	±34	2,9	±5,8	7,5	±8,2	43	±53	28	±46
Copepodi Calanoidi	n°/m ³	453	±366	277	±202	683	±954	1367	±1721	199	±89	645	±514	1696	±1470
Copepodi Ciclopoidei	n°/m ³	157	±132	106	±100	157	±112	149	±98	74	±83	90	±67	960	±871
Copepodi Arpaticoidi	n°/m ³	2,3	±4,6	12	±9,2	34	±54	25	±43	17	±26	12	±20	44	±43
Larve di Cirripedi	n°/m ³							1,3	±2,9	13	±17	162	±146	133	±90
Amfipodi	n°/m ³	127	±100	53	±28	86	±105	15	±31					0,1	±0,1
Larve di Decapodi Brachiuri	n°/m ³	3,5	±5,1	1,0	±2,4	3,3	±5,8	6,0	±6,2	7,4	±22	0,8	±2,0	0,7	±0,8
Larve di Decapodi (Palemonidae)	n°/m ³	8,1	±9,0	7,2	±7,3	4,6	±8,6	11	±12	2,1	±4,9	1,4	±3,0	23	±35
Appendicolarie	n°/m ³	145	±65	116	±88	57	±45	379	±435	14	±14	225	±176	67	±4,1
Teleostei larve	n°/m ³	1,9	±3,4	0,4	±0,6	0,6	±1,6			0,0	±0,1			0,2	±0,4
VARIETA'	n°	12,2	±1,8	9,3	±1,1	9,4	±2,4	8,4	±1,9	6,7	±1,4	9,3	±1,2	10	±2,2
ABBONDANZA LARVE	n°/m ³	1031	±2013	236	±207	189	±189	579	±584	86	±55	698	±183	670	±606
ABBONDANZA TOTALE	n°/m ³	1795	±2371	748	±544	1128	±1152	2512	±1833	441	±179	1677	±670	3437	±2835



TABELLA 6.2ar: ZOOPLANCTON

AREA DI INDAGINE	U.m.	Gennaio 1999		Gennaio 2000		Gennaio 2001		Gennaio 2002		Gennaio 2003		Gennaio 2004		Gennaio 2005	
		media	d.std.												
Leptomeduse	n°/m ³	2,9	±7,6									1,8	±4,1		
Anthomeduse	n°/m ³	1,6	±3,9					0,5	±1,5						
Larve di Molluschi Lamellibranchi	n°/m ³	216	±206	51	±46	7,3	±12	9,4	±17,9					5,3	±8,5
Larve di Molluschi Gasteropodi	n°/m ³	33	±31	22	±15	18	±17	245	±234	6,1	±4,8	32	±29	3,4	±9,2
Larve di Anellidi Policheti	n°/m ³	53	±52	24	±16	117	±104	25,7	±73,6	5,5	±9,4	4,1	±7,2	24	±36
Policheti	n°/m ³													0,3	±0,8
Larve di Echinodermi	n°/m ³	0,8	±2,3	47	±37	1,5	±3,7	33,0	±91,0	91	±145			3,6	±10
Cladoceri	n°/m ³	81	±80	294	±236	0,2	±0,6					2,8	±8,3	0,2	±0,4
Naupli di Copepode	n°/m ³	19	±14	53	±45	20	±25	358	±296	31	±26	30	±37	64	±62
Copepodi Calanoidi	n°/m ³	1956	±1297	2687	±1778	3738	±3307	7739	±10177	227	±201	2885	±4643	1129	±917
Copepodi Ciclopoidei	n°/m ³	482	±403	111	±41	158	±167	2061	±1630	15	±15	508	±668	32	±49
Copepodi Arpaticoidi	n°/m ³	17	±26	28	±37	121	±90	20,9	±45,8	121	±337	9,4	±11	54	±69
Larve di Cirripedi	n°/m ³	63	±82	88	±71	55	±64	769	±558	14	±17	82	±156	47	±43
Larve di Decapodi Brachiuri	n°/m ³	0,4	±1,2	19	±20	7,1	±16	0,9	±0,7	2,3	±3,2	2,0	±4,1	18	±26
Larve di Decapodi (Palemonidae)	n°/m ³			653	±1945					0,0	±0,1	0,9	±2,3	0,9	±1,2
Appendicolarie	n°/m ³	121	±158	374	±259	93	±82	341	±259	0,3	±0,8	152	±237	531	±290
Teleostei larve	n°/m ³			0,0	±0,1									0,1	±0,2
VARIETA'	n°	9,2	±1,9	12	±0,9	8,2	±1,6	8,3	±1,1	6,9	±1,7	7,2	±2,3	10	±1,2
ABBONDANZA LARVE	n°/m ³	385	±265	956	±1985	227	±164	1441	±725	149	±137	154	±148	166	±105
ABBONDANZA TOTALE	n°/m ³	3047	±1343	4450	±2517	4358	±3629	11604	±11585	513	±353	3709	±5378	1916	±927



TABELLA 7.1ar: POSIDONIA OCEANICA

AREA DI INDAGINE	luglio 1998		luglio 1999		luglio 2000		luglio 2001		luglio 2002		luglio 2003		luglio 2004	
	media	d.s.												
Variazioni nella densità dei fasci ($\pm n^\circ/m^2$)	n.d.		n.d.		n.d.		30	± 38	7	± 93	10	± 99	18	± 53
Numero di fasci/m ²	281	± 121	249	± 134	189		259	± 124	259		259		259	
Stadio della prateria	IV													
Numero di foglie adulte/fascio	2,44	$\pm 0,85$	3,04	$\pm 0,92$	2,93	$\pm 0,77$	3,44	$\pm 0,82$	2,76	$\pm 0,90$	2,64	$\pm 0,69$	2,38	$\pm 0,94$
Numero di foglie intermedie/fascio	1,53	$\pm 0,72$	1,69	$\pm 0,66$	1,98	$\pm 0,71$	1,44	$\pm 0,74$	1,76	$\pm 0,77$	1,49	$\pm 0,60$	1,51	$\pm 0,92$
Numero di foglie giovani/fascio	1,00	$\pm 0,80$	0,92	$\pm 0,86$	0,91	$\pm 0,92$	1,09	$\pm 0,77$	0,94	$\pm 0,74$	0,64	$\pm 0,63$	1,12	$\pm 0,98$
Numero di foglie totali/fascio	5,09	$\pm 1,65$	5,31	$\pm 1,48$	5,44	$\pm 1,58$	5,64	$\pm 1,69$	5,76	$\pm 1,62$	4,79	$\pm 1,23$	5,68	$\pm 2,12$
Foglie adulte con apice rotto %	95		75		80		88		84		97		87	
Foglie intermedie con apice rotto %	26		30		31		16		20		34		35	
Foglie giovani con apice rotto %	0		0		0		0		0		0		0	
Lunghezza foglie adulte (cm)	42,7	$\pm 24,4$	41,3	$\pm 22,9$	37,9	$\pm 24,3$	43,8	$\pm 22,9$	35,6	$\pm 20,0$	34,9	$\pm 19,4$	35,2	$\pm 21,9$
Lunghezza foglie intermedie (cm)	30,7	$\pm 25,2$	36,2	$\pm 26,8$	34,4	$\pm 26,7$	34,2	$\pm 25,8$	25,0	$\pm 18,8$	34,5	$\pm 22,9$	30,5	$\pm 22,7$
Lunghezza foglie giovani (cm)	2,2	$\pm 1,4$	2,1	$\pm 1,3$	2,1	$\pm 1,3$	2,0	$\pm 1,5$	1,8	$\pm 1,4$	1,6	$\pm 1,3$	1,9	$\pm 1,4$
Larghezza foglie adulte (cm)	0,91	$\pm 0,08$	0,89	$\pm 0,09$	0,92	$\pm 0,09$	0,89	$\pm 0,10$	0,89	$\pm 0,10$	0,86	$\pm 0,09$	0,89	$\pm 0,11$
Larghezza foglie intermedie (cm)	0,90	$\pm 0,08$	0,87	$\pm 0,09$	0,88	$\pm 0,10$	0,87	$\pm 0,10$	0,85	$\pm 0,10$	0,84	$\pm 0,09$	0,84	$\pm 0,09$
Larghezza foglie giovani (cm)	0,80	$\pm 0,09$	0,75	$\pm 0,14$	0,77	$\pm 0,16$	0,76	$\pm 0,15$	0,72	$\pm 0,17$	0,64	$\pm 0,17$	0,67	$\pm 0,22$
Superficie foglie adulte/fascio (cm ²)	98,6	$\pm 58,3$	106,3	$\pm 58,2$	94,33	$\pm 65,1$	121,6	$\pm 65,6$	100,6	$\pm 68,0$	80,9	$\pm 48,0$	93,0	$\pm 69,8$
Superficie foglie intermedie/fascio (cm ²)	44,5	$\pm 29,4$	50,0	$\pm 34,6$	59,3	$\pm 35,5$	44,4	$\pm 34,6$	36,6	$\pm 24,3$	41,1	$\pm 26,6$	44,4	$\pm 40,7$
Superficie foglie giovani/fascio (cm ²)	1,8	$\pm 1,8$	1,5	$\pm 1,8$	1,6	$\pm 1,8$	1,8	$\pm 1,6$	1,4	$\pm 1,4$	0,7	$\pm 1,1$	1,5	$\pm 1,9$
Superficie totale foglie/fascio (cm ²)	144,8	$\pm 73,0$	157,7	$\pm 78,1$	155,1	$\pm 91,0$	167,8	$\pm 87,0$	138,5	$\pm 82,8$	122,8	$\pm 63,8$	138,8	$\pm 94,5$
Leaf Area Index (L.A.I.) m ² /m ²	4,1	$\pm 1,8$	3,8	$\pm 2,1$	2,9	$\pm 1,8$	4,3	$\pm 2,1$	3,6	$\pm 1,7$	3,2	$\pm 1,5$	3,6	$\pm 1,7$



TABELLA 7.2ar: POSIDONIA OCEANICA

AREA D'INDAGINE	gennaio 1999		gennaio 2000		gennaio 2001		gennaio 2002		gennaio 2003		gennaio 2004	
	media	d.s.										
Variazioni nella densità dei fasci ($\pm n^\circ/m^2$)	n.d.		n.d.		n.d.		+18	± 66	+4	± 62	-12	± 52
N° fasci/m ² *(media gennaio 1999-2000-2001)	234	± 137	195	± 104	251	± 88	226	± 117	226	± 117	226	± 117
Stadio della prateria	IV											
Numero di foglie adulte/fascio	2,07	$\pm 0,61$	2,33	$\pm 0,67$	2,31	$\pm 0,63$	2,47	$\pm 0,67$	2,33	$\pm 0,61$	2,39	$\pm 0,79$
Numero di foglie intermedie/fascio	3,51	$\pm 0,65$	3,73	$\pm 0,88$	3,67	$\pm 0,79$	3,67	$\pm 0,76$	3,38	$\pm 0,70$	3,15	$\pm 0,89$
Numero di foglie giovani/fascio	0,40	$\pm 0,57$	0,75	$\pm 0,60$	0,61	$\pm 0,54$	0,79	$\pm 1,24$	0,47	$\pm 0,57$	0,61	$\pm 0,65$
Numero di foglie totali/fascio	5,94	$\pm 1,27$	6,43	$\pm 1,69$	6,39	$\pm 1,27$	6,83	$\pm 1,63$	6,31	$\pm 1,06$	6,15	$\pm 1,25$
Indice fioritura(fasci con fiore/fasci tot) %	0		0		0		0		0		16	
Foglie adulte con apice rotto %	64		37		55		46		29		48	
Foglie intermedie con apice rotto %	24		7		23		14		17		16	
Foglie giovani con apice rotto %	0		0		0		0		0		0	
Lunghezza foglie adulte (cm)	14,7	$\pm 8,1$	13,0	$\pm 5,3$	16,1	$\pm 9,7$	14,8	$\pm 6,2$	16,0	$\pm 6,6$	14,3	$\pm 6,6$
Lunghezza foglie intermedie (cm)	19,0	$\pm 9,7$	16,7	$\pm 7,5$	19,7	$\pm 9,0$	17,2	$\pm 7,9$	19,7	$\pm 8,4$	17,4	$\pm 8,0$
Lunghezza foglie giovani (cm)	2,9	$\pm 1,4$	2,4	$\pm 1,6$	2,4	$\pm 1,5$	2,4	$\pm 1,5$	2,6	$\pm 1,5$	2,5	$\pm 1,6$
Larghezza foglie adulte (cm)	0,91	$\pm 0,09$	0,92	$\pm 0,09$	0,89	$\pm 0,10$	0,88	$\pm 0,10$	0,87	$\pm 0,09$	0,91	$\pm 0,09$
Larghezza foglie intermedie (cm)	0,90	$\pm 0,10$	0,89	$\pm 0,09$	0,84	$\pm 0,09$	0,85	$\pm 0,08$	0,83	$\pm 0,08$	0,87	$\pm 0,07$
Larghezza foglie giovani (cm)	0,79	$\pm 0,11$	0,72	$\pm 0,18$	0,65	$\pm 0,16$	0,66	$\pm 0,15$	0,65	$\pm 0,10$	0,69	$\pm 0,12$
Superficie foglie adulte/fascio (cm ²)	24,8	$\pm 17,9$	26,6	$\pm 15,3$	32,3	$\pm 17,7$	31,6	$\pm 17,1$	33,1	$\pm 15,6$	31,3	$\pm 15,1$
Superficie foglie intermedie/fascio (cm ²)	61,9	$\pm 33,0$	53,8	$\pm 28,0$	61,3	$\pm 28,3$	52,0	$\pm 24,3$	58,0	$\pm 23,9$	48,4	$\pm 26,0$
Superficie foglie giovani/fascio (cm ²)	0,9	$\pm 1,4$	1,4	$\pm 1,6$	1,1	$\pm 1,4$	1,1	$\pm 1,4$	0,8	$\pm 1,2$	1,2	$\pm 1,5$
Superficie totale foglie/fascio (cm ²)	90,3	$\pm 46,9$	81,9	$\pm 39,4$	94,7	$\pm 41,7$	84,7	$\pm 36,7$	91,9	$\pm 34,1$	80,9	$\pm 35,4$
Leaf Area Index (L.A.I.) m ² /m ²	2,2	$\pm 1,5$	1,6	$\pm 0,9$	2,4	$\pm 0,9$	1,9	$\pm 1,0$	2,1	$\pm 1,1$	1,8	$\pm 1,0$

**TABELLA 8.1: MACROALGHE CAULERPA PROLIFERA**

	U.m.	Transetto A		Transetto B		Transetto C		Area d'indagine	
		media	d.st.	media	d.st.	media	d.st.	media	d.st.
Luglio 1998	g (w.w.)/m ²	207	±176	48	±38	97	±75	117	±125
Gennaio 1999	g (w.w.)/m ²	25	±23	52	±39	61	±68	46	±46
Luglio 1999	g (w.w.)/m ²	24	±27	86	±57	118	±208	76	±123
Gennaio 2000	g (w.w.)/m ²	14	±15	43	±22	76	±90	44	±57
Luglio 2000	g (w.w.)/m ²	57	±92	58	±47	45	±71	53	±67
Gennaio 2001	g (w.w.)/m ²	42	±32	41	±31	85	±94	56	±60
Luglio 2001	g (w.w.)/m ²	142	±168	67	±40	50	±52	86	±105
Gennaio 2002	g (w.w.)/m ²	29	±35	22	±8	52	±32	34	±40
Luglio 2002	g (w.w.)/m ²	45	±47	20	±20	28	±33	31	±34
Gennaio 2003	g (w.w.)/m ²	58	±42	34	±37	40	±51	44	±42
Luglio 2003	g (w.w.)/m ²	59	±62	74	±75	48	±44	60	±58
Gennaio 2004	g (w.w.)/m ²	50	±25	42	±42	42	±53	44	±39
Luglio 2004	g (w.w.)/m ²	59	±48	49	±42	60	±91	60	±62
Gennaio 2005	g (w.w.)/m ²	89	±69	77	±78	62	±58	75	±64

TABELLA 8.2: MACROALGHE CAULERPA RACEMOSA

	U.m.	Transetto A		Transetto B		Transetto C		Area d'indagine	
		media	d.st.	media	d.st.	media	d.st.	media	d.st.
Luglio 1998	g (w.w.)/m ²	70	±125	46	±55,0	10	±9,4	42	±77
Gennaio 1999	g (w.w.)/m ²	107	±203	12	±14,8	51	±115	57	±131
Luglio 1999	g (w.w.)/m ²	77	±108	50	±50,9	123	±275	59	±71
Gennaio 2000	g (w.w.)/m ²	7,5	±11					2,5	±6,7
Luglio 2000	g (w.w.)/m ²	1,8	±2,8	1	±2,2			0,0	±2,0
Gennaio 2001	g (w.w.)/m ²	4,5	±10	2,5	±4,3			2,3	±6,2
Luglio 2001	g (w.w.)/m ²	3	±6	11	±14	4	±8	6	±10
Gennaio 2002	g (w.w.)/m ²	3	±4	9	±10	4	±9	5	±8
Luglio 2001	g (w.w.)/m ²	0,6	±1,3	25	±42	16	±36	14	±31
Gennaio 2003	g (w.w.)/m ²	0,6	±1,4	14	±16	12	±26	9	±18
Luglio 2003	g (w.w.)/m ²	0,6	±1,4	3	±4	22	±48	9	±28
Gennaio 2004	g (w.w.)/m ²	0	--	0	--	0	--	0	--
Luglio 2004	g (w.w.)/m ²	0	--	0	--	0	--	0	--
Gennaio 2005	g (w.w.)/m ²	0	--	0	--	0	--	0	--



TABELLA 9: FOULING

TRANSETTO P		Luglio 1998		Luglio 1999		Luglio 2000		Luglio 2001		Luglio 2002		Luglio 2003	
		media	d.std.										
Mitili giovani (L<1 cm)	n°/m ²	285	±123	368	±255	100	±42	976	±1164	1146	±815	1300	±1320
	g (w.w.)/ m ²	152	±130	42	±22	10	±8	63	±68	42	±31	70	±71
Mitili adulti (L>1 cm)	n°/m ²	85	±78	300	±193	378	±314	795	±628	430	±568	1620	±2407
	g (w.w.)/ m ²	509	±623	1120	±804	2381	±2336	2286	±1913	1146	±1710	759	±1130
Ascidie	n°/m ²	865	±406	1325	±367	380	±145	334	±196	144	±176	155	±117
	g (w.w.)/ m ²	3498	±1412	3545	±555	887	±236	473	±535	359	±517	167	±163

TRANSETTO P		Luglio 2004	
		media	d.std.
Mitili giovani (L<1 cm)	n°/m ²	1782	±1568
	g (w.w.)/ m ²	76	±73
Mitili adulti (L>1 cm)	n°/m ²	574	±442
	g (w.w.)/ m ²	332	±257
Ascidie	n°/m ²	27	±35
	g (w.w.)/ m ²	45	±81



TABELLA 10: PARTICELLATO SEDIMENTATO

	u.m.	Transetto A		Transetto B		Transetto C*		Transetto D		Area d'indagine*	
		media	d.s.	media	d.s.	media	d.s.	media	d.s.	media	d.s.
Ottobre 1998	g (d.w.)/m ² day	17,5	±16,9	8,2	±0,9	8,8	±6,3	n.d.	--	11,5	±10,4
Luglio 1999	g (d.w.)/m ² day	n.d.	--	n.d.	--	n.d.	--	n.d.	--	n.d.	--
Luglio 2000	g (d.w.)/m ² day	38,3	±22,3	21,2	±8,4	22,4	±5,4	110	±111	42,2	±52,9
Luglio 2001	g (d.w.)/m ² day	52,4	±84,9	12,8	±4,8	15,2	±12,1	66,3	±48,5	31,3	±51,4
Luglio 2002	g (d.w.)/m ² day	17,2	±3,9	17,8	±4,9	18,6	±5,0	22,1	±10,9	18,6	±5,7
Luglio 2003	g (d.w.)/m ² day	13,3	±10,3	14,0	±6,9	11,0	±7,9	25,3	±16,2	15,1	±10,5
Luglio 2004	g (d.w.)/m ² day	30,3	±28,9	21,3	±6,2	18,4	±6,0	36,1	±18,4	25,2	±17,5

	u.m.	Transetto A		Transetto B		Transetto C*		Transetto D		Area d'indagine*	
		media	d.s.	media	d.s.	media	d.s.	media	d.s.	media	d.s.
Gennaio 1999	g (d.w.)/m ² day	19,2	±6,5	9,9	±3,6	5,3	±2,4	n.d.	--	11,5	±7,3
Gennaio 2000	g (d.w.)/m ² day	35,8	±26,1	38,7	±22,4	17,1	±1,7	12,7	±11,2	30,0	±21,6
Gennaio 2001	g (d.w.)/m ² day	83,7	±96,6	137	±151,2	71,4	±24,5	221	±167	127	±128
Gennaio 2002	g (d.w.)/m ² day	16,7	±15,2	17,7	±8,3	10,0	±2,6	22,3	±7,9	16,4	±10,1
Gennaio 2003	g (d.w.)/m ² day	323	±227	139	±41	173	±67	155	±69	231	±157
Gennaio 2004	g (d.w.)/m ² day	70	±100	56	±12	60	±19	44	±21	59	±54

*nel calcolo non viene considerata la stazione C1



TABELLA 11ar: METALLI PESANTI CADMIO

AREA D'INDAGINE	u.m.	1/1999		7/1999		1/2000		7/2000		1/2001		7/2001		1/2002		7/2002	
		media	d.s.	media	d.s.	media	d.s.	media	d.s.								
Acqua superficie	mg/l	<0,004	0	<0,004	0	<0,001	0	<0,001	0	0,001	±0,002	<0,001	0	<0,001	0	<0,0005	0
Acqua fondo	mg/l	<0,004	0	<0,004	0	<0,001	0	<0,001	0	<0,001	0	<0,001	0	<0,001	0	<0,0005	0
Particellato sedimentato	mg/kg (d.w.)	0,12	±0,47	n.d.	--	0,19	±0,24	0,17	±0,10	<0,10	0	<0,05	0	0,06	±0,04	0,40	±0,11
Sedimenti superficiali	mg/kg (d.w.)	0,49	±0,10	0,47	±0,12			0,07	±0,06			<0,05	0			0,36	±0,13
Rizomi Posidonia	mg/kg (d.w.)	0,49	±0,20	0,49	±0,20	0,50	±0,11	0,44	±0,18	0,54	±0,12	0,57	±0,13	0,33	±0,06	0,32	±0,07
Foglie Posidonia	mg/kg (d.w.)	1,38	±0,39	1,48	±0,43	1,58	±0,54	1,26	±0,52	1,73	±0,29	1,37	±0,52	0,73	±0,14	1,30	±0,27

AREA D'INDAGINE	u.m.	1/2003		7/2003		1/2004		7/2004	
		media	d.s.	media	d.s.	media	d.s.	media	d.s.
Acqua superficie	mg/l	<0,0005	0	<0,0005	0	0,0005	±0,0001	0,0006	±0,0004
Acqua fondo	mg/l	<0,0005	0	<0,0005	0	0,0005	±0,0001	0,0006	±0,0003
Particellato sedimentato	mg/kg (d.w.)	0,25	±0,10	0,18	±0,04	0,29	±0,08	0,91	±0,12
Sedimenti superficiali	mg/kg (d.w.)			0,12	±0,06			0,81	±0,14
Rizomi Posidonia	mg/kg (d.w.)	0,55	±0,16	0,33	±0,10	0,34	±0,15	0,85	±0,16
Foglie Posidonia	mg/kg (d.w.)	1,56	±0,45	1,12	±0,28	1,51	±0,38	1,39	±0,42



TABELLA 12ar: METALLI PESANTI CROMO TOTALE

AREA D'INDAGINE	u.m.	1/1999		7/1999		1/2000		7/2000		1/2001		7/2001		1/2002		7/2002	
		media	d.s.	media	d.s.	media	d.s.	media	d.s.	media	d.s.	media	d.s.	media	d.s.	media	d.s.
Acqua superficie	mg/l			< 0,018	0	0,003	±0,005	0,006	±0,001	<0,003	0	0,006	±0,003	<0,005	0	<0,002	0
Acqua fondo	mg/l			< 0,018	0	0,007	±0,009	0,005	±0,001	0,006	±0,008	0,005	±0,002	<0,005	0	<0,002	0
Particellato sedimentato Cr tot	mg/kg (d.w.)			n.d.	--	278,0	±156,3	37,30	±12,44	44,78	±18,40	39,81	±11,76	58,75	±35,47	57,91	±13,42
Particellato sedimentato Cr(VI)	mg/kg (d.w.)			n.d.	--	n.d.	--	n.d.	--	n.d.	--	n.d.	--	n.d.	--	n.d.	--
Sedimenti superficiali	mg/kg (d.w.)			< 0,005	0			177,0	±106,8			17,51	±10,24			19,21	±12,82
Rizomi Posidonia	mg/kg (d.w.)			<0,005	0	0,98	±0,37	0,27	±0,25	0,85	±0,42	1,00	±0,65	0,49	±0,10	1,03	±0,58
Foglie Posidonia	mg/kg (d.w.)			0,010	±0,000	0,28	±0,10	0,90	±0,61	0,42	±0,36	1,05	±0,85	0,48	±0,16	0,95	±0,30

AREA D'INDAGINE	u.m.	1/2003		7/2003		1/2004		7/2004	
		media	d.s.	media	d.s.	media	d.s.	media	d.s.
Acqua superficie	mg/l	<0,002	0	<0,003	0	0,002	±0,000	0,003	±0,000
Acqua fondo	mg/l	<0,002	0	<0,003	0	0,002	±0,001	0,003	±0,001
Particellato sedimentato Cr tot	mg/kg (d.w.)	38,17	±17,40	38,42	±6,89	45,95	±10,65	48,48	±7,10
Particellato sedimentato Cr(VI)	mg/kg (d.w.)	9,35	±2,31	9,67	±1,31	5,69	±1,45	5,60	±0,53
Sedimenti superficiali	mg/kg (d.w.)			14,78	±10,51			401,91	±204,30
Rizomi Posidonia	mg/kg (d.w.)	1,33	±0,41	0,39	±0,12	0,86	±0,66	0,68	±0,19
Foglie Posidonia	mg/kg (d.w.)	1,45	±0,25	0,42	±0,17	0,57	±0,25	0,55	±0,20



TABELLA 13ar: METALLI PESANTI MERCURIO

AREA D'INDAGINE	u.m.	1/1999		7/1999		1/2000		7/2000		1/2001		7/2001		1/2002		7/2002	
		media	d.s.	media	d.s.	media	d.s.	media	d.s.	media	d.s.	media	d.s.	media	d.s.	media	d.s.
Acqua superficie	mg/l	<0,03	0	<0,0005	0	0,0010	±0,0033	<0,0008	0	<0,0002	0	<0,0002	0	<0,0002	0	<0,0002	0
Acqua fondo	mg/l	<0,03	0	<0,0005	0	<0,0002	0	<0,0008	0	<0,0002	0	<0,0002	0	<0,0002	0	<0,0002	0
Particellato sedimentato	mg/kg (d.w.)	0,02	±0,01	n.d.	--	0,31	±0,17	0,02	±0,03	0,20	±0,18	0,371	±0,342	0,195	±0,153	0,375	±0,861
Sedimenti superficiali	mg/kg (d.w.)	0,04	±0,03	0,04	±0,02			0,04	±0,04			0,148	±0,077			0,209	±0,136
Rizomi Posidonia	mg/kg (d.w.)	0,11	±0,09	0,09	±0,09	0,230	±0,69	0,13	±0,03	0,08	±0,06	0,103	±0,063	0,062	±0,020	0,082	±0,046
Foglie Posidonia	mg/kg (d.w.)	0,10	±0,09	0,13	±0,08	<0,025	0	0,06	±0,04	0,40	±0,78	0,031	±0,030	0,087	±0,046	0,035	±0,046

AREA D'INDAGINE	u.m.	1/2003		7/2003		1/2004		7/2004	
		media	d.s.	media	d.s.	media	d.s.	media	d.s.
Acqua superficie	mg/l	<0,0002	0	<0,0002	0	<0,0002	0	<0,0002	0
Acqua fondo	mg/l	<0,0002	0	<0,0002	0	<0,0002	0	<0,0002	0
Particellato sedimentato	mg/kg (d.w.)	0,108	±0,175	0,21	±0,37	1,66	±1,79	0,12	±0,23
Sedimenti superficiali	mg/kg (d.w.)			4,69	±8,49			0,28	±0,16
Rizomi Posidonia	mg/kg (d.w.)	0,298	±0,353	0,115	±0,051	0,57	±0,64	0,12	±0,02
Foglie Posidonia	mg/kg (d.w.)	<0,020	0	0,108	±0,087	0,32	±0,21	0,10	±0,01



TABELLA 14ar: METALLI PESANTI NICHEL

AREA D'INDAGINE	u.m.	1/1999		7/1999		1/2000		7/2000		1/2001		7/2001		1/2002		7/2002	
		media	d.s.	media	d.s.	media	d.s.	media	d.s.	media	d.s.	media	d.s.	media	d.s.	media	d.s.
Acqua superficie	mg/l	<0,02	0	0,010	±0,004	<0,006	0	0,004	±0,002	0,020	±0,014	0,011	±0,008	<0,001	0	0,002	±0,0007
Acqua fondo	mg/l	<0,02	0	0,009	±0,001	<0,006	0	0,004	±0,001	0,016	±0,013	0,008	±0,007	0,001	±0,0002	<0,002	0
Particellato sedimentato	mg/kg (d.w.)	17,53	±6,94	n.d.	--	17,06	±4,37	17,66	±5,48	20,52	±6,60	21,18	±6,26	32,27	±21,68	30,36	±6,73
Sedimenti superficiali	mg/kg (d.w.)	4,21	±2,38	4,03	±2,17			7,97	±3,48			6,34	±3,72			8,37	±4,39
Rizomi Posidonia	mg/kg (d.w.)	17,18	±5,00	17,64	±5,41	18,25	±9,23	13,29	±9,76	18,77	±8,47	11,53	±4,97	8,77	±3,38	16,33	±7,39
Foglie Posidonia	mg/kg (d.w.)	16,45	±2,46	16,30	±2,57	14,89	±1,48	14,82	±4,85	17,47	±3,11	18,26	±5,43	9,33	±1,42	27,31	±7,32

AREA D'INDAGINE	u.m.	1/2003		7/2003		1/2004		7/2004	
		media	d.s.	media	d.s.	media	d.s.	media	d.s.
Acqua superficie	mg/l	0,005	±0,004	0,003	±0,001	0,005	±0,002	<0,003	0
Acqua fondo	mg/l	<0,003	0	<0,003	0	0,004	±0,002	<0,003	0
Particellato sedimentato	mg/kg (d.w.)	16,91	±7,01	22,22	±8,38	23,48	±6,91	27,86	±6,35
Sedimenti superficiali	mg/kg (d.w.)			6,18	±4,06			12,44	±4,26
Rizomi Posidonia	mg/kg (d.w.)	26,96	±9,58	15,75	±6,23	28,02	±10,45	22,26	±6,47
Foglie Posidonia	mg/kg (d.w.)	22,64	±4,38	13,78	±6,39	18,34	±2,38	29,79	±15,02



TABELLA 15ar: METALLI PESANTI PIOMBO

AREA D'INDAGINE	u.m.	1/1999		7/1999		1/2000		7/2000		1/2001		7/2001		1/2002		7/2002	
		media	d.s.	media	d.s.	media	d.s.	media	d.s.	media	d.s.	media	d.s.	media	d.s.	media	d.s.
Acqua superficie	mg/l	< 0,02	0	< 0,025	0	< 0,017	0	0,018	±0,00	< 0,006	0	0,015	±0,009	< 0,009	0	< 0,012	0
Acqua fondo	mg/l	< 0,02	0	< 0,025	0	< 0,017	0	0,018	±0,00	< 0,006	0	0,015	±0,010	< 0,009	0	< 0,012	0
Particellato sedimentato	mg/kg (d.w.)	64,10	±31,95	n.d.	--	54,50	±20,80	77,18	±30,95	73,22	±35,08	56,21	±12,42	68,42	±25,93	76,40	±28,27
Sedimenti superficiali	mg/kg (d.w.)	14,22	±8,98	13,89	±7,87			25,40	±17,14			32,74	±38,97			26,94	±19,20
Rizomi Posidonia	mg/kg (d.w.)	12,00	±9,25	10,50	±5,58	1,39	±1,05	2,08	±0,86	3,12	±1,19	1,41	±0,44	1,58	±0,58	1,38	±0,52
Foglie Posidonia	mg/kg (d.w.)	4,21	±1,37	4,36	±1,58	2,68	±0,97	13,94	±6,66	4,07	±1,41	4,39	±1,88	6,81	±6,13	6,06	±5,69

AREA D'INDAGINE	u.m.	1/2003		7/2003		1/2004		7/2004	
		media	d.s.	media	d.s.	media	d.s.	media	d.s.
Acqua superficie	mg/l	< 0,009	0	< 0,009	0	< 0,012	0	0,010	±0,003
Acqua fondo	mg/l	< 0,009	0	< 0,009	0	< 0,012	0	0,010	±0,003
Particellato sedimentato	mg/kg (d.w.)	39,93	±22,76	51,08	±12,66	58,27	±16,97	65,49	±12,45
Sedimenti superficiali	mg/kg (d.w.)			15,72	±12,66			26,60	±24,34
Rizomi Posidonia	mg/kg (d.w.)	1,49	±0,29	0,75	±0,41	0,55	±0,34	1,46	±0,45
Foglie Posidonia	mg/kg (d.w.)	2,57	±0,92	2,51	±0,87	3,15	±2,09	3,38	±0,78



TABELLA 16ar: METALLI PESANTI RAME

AREA D'INDAGINE	u.m.	1/1999		7/1999		1/2000		7/2000		1/2001		7/2001		1/2002		7/2002	
		media	d.s.	media	d.s.	media	d.s.	media	d.s.	media	d.s.	media	d.s.	media	d.s.	media	d.s.
Acqua superficie	mg/l	0,035	±0,003	0,005	±0,005	0,028	±0,023	0,026	±0,004	< 0,001	0	0,020	±0,010	0,009	±0,005	0,003	±0,001
Acqua fondo	mg/l	0,038	±0,012	0,005	±0,007	0,146	±0,180	0,028	±0,010	< 0,001	0	0,032	±0,020	0,011	±0,008	0,010	±0,002
Particellato sedimentato	mg/kg (d.w.)	61,45	±37,53	n.d.	--	45,29	±16,59	147,23	±102,19	54,95	±24,80	50,87	±19,36	154,79	±166,94	110,13	±46,05
Sedimenti superficiali	mg/kg (d.w.)	8,82	±4,86	8,74	±4,66			12,83	±8,20			12,16	±7,23			15,49	±8,81
Rizomi Posidonia	mg/kg (d.w.)	16,54	±4,24	16,20	±3,54	15,95	±3,79	20,17	±4,74	22,92	±8,23	19,19	±8,31	14,80	±6,63	28,42	±9,49
Foglie Posidonia	mg/kg (d.w.)	25,15	±12,67	24,67	±11,50	25,62	±9,66	33,93	±19,21	43,19	±18,23	34,60	±15,33	91,76	±39,47	69,49	±46,40

AREA D'INDAGINE	u.m.	1/2003		7/2003		1/2004		7/2004	
		media	d.s.	media	d.s.	media	d.s.	media	d.s.
Acqua superficie	mg/l	0,004	±0,001	0,005	±0,001	0,005	±0,001	0,009	±0,002
Acqua fondo	mg/l	0,008	±0,003	0,019	±0,002	0,006	±0,002	0,011	±0,003
Particellato sedimentato	mg/kg (d.w.)	31,20	±17,80	59,27	±33,74	59,57	±23,65	62,87	±29,31
Sedimenti superficiali	mg/kg (d.w.)			10,81	±7,10			13,97	±7,43
Rizomi Posidonia	mg/kg (d.w.)	31,20	±8,83	21,08	±5,85	26,75	±10,77	32,55	±10,24
Foglie Posidonia	mg/kg (d.w.)	56,70	±19,95	39,16	±22,15	58,99	±32,81	57,16	±25,55



TABELLA 17ar: METALLI PESANTI VANADIO

AREA D'INDAGINE	u.m.	1/1999		7/1999		1/2000		7/2000		1/2001		7/2001		1/2002		7/2002	
		media	d.s.	media	d.s.	media	d.s.	media	d.s.	media	d.s.	media	d.s.	media	d.s.	media	d.s.
Acqua superficie	mg/l	<0,004	0	<0,003	0	<0,002	0	0,005	±0,000	0,031	±0,011	0,005	±0,003	<0,011	0	0,010	±0,006
Acqua fondo	mg/l	<0,004	0	<0,003	0	<0,002	0	0,005	±0,000	0,033	±0,010	<0,004	0	0,012	±0,003	0,008	±0,003
Particellato sedimentato	mg/kg (d.w.)	77,68	±26,75	n.d.	--	76,37	±46,21	68,41	±16,00	91,16	±26,53	111,87	±47,96	115,69	±22,49	121,33	±20,26
Sedimenti superficiali	mg/kg (d.w.)	34,67	±9,70	32,47	±9,93			31,94	±9,47			45,00	±13,15			45,22	±18,14
Rizomi Posidonia	mg/kg (d.w.)	2,71	±1,28	2,87	±1,24	2,84	±1,46	1,82	±1,15	4,34	±1,55	2,11	±0,89	1,92	±0,64	3,58	±0,81
Foglie Posidonia	mg/kg (d.w.)	1,14	±0,46	1,21	±0,52	1,19	±0,51	3,31	±2,42	4,43	±1,74	1,74	±0,74	1,77	±3,01	3,18	±1,38

AREA D'INDAGINE	u.m.	1/2003		7/2003		1/2004		7/2004	
		media	d.s.	media	d.s.	media	d.s.	media	d.s.
Acqua superficie	mg/l	0,040	±0,089	0,006	±0,004	0,006	±0,002	0,006	±0,005
Acqua fondo	mg/l	0,008	±0,008	0,005	±0,001	<0,005	0	0,006	±0,004
Particellato sedimentato	mg/kg (d.w.)	74,01	±27,43	93,27	±29,36	94,18	±15,74	118,32	±33,90
Sedimenti superficiali	mg/kg (d.w.)			34,37	±11,43			48,89	±13,77
Rizomi Posidonia	mg/kg (d.w.)	3,12	±1,30	2,49	±1,07	3,01	±0,79	3,38	±1,43
Foglie Posidonia	mg/kg (d.w.)	1,55	±0,37	2,32	±1,04	0,70	±0,33	8,10	±4,72



TABELLA 18ar: METALLI PESANTI ZINCO

AREA D'INDAGINE	u.m.	1/1999		7/1999		1/2000		7/2000		1/2001		7/2001		1/2002		7/2002	
		media	d.s.	media	d.s.	media	d.s.	media	d.s.	media	d.s.	media	d.s.	media	d.s.	media	d.s.
Acqua superficie	mg/l	0,053	±0,069	0,004	±0,004	0,061	±0,058	0,037	±0,012	0,023	±0,026	0,017	±0,013	0,016	±0,004	0,005	±0,003
Acqua fondo	mg/l	0,033	±0,057	<0,003	0	0,117	±0,139	0,037	±0,012	0,037	±0,032	0,020	±0,022	0,015	±0,004	0,007	±0,003
Particellato sedimentato	mg/kg (d.w.)	199,88	±118,11	n.d.	--	138,72	±56,23	207,12	±62,17	158,9	±51,75	162,99	±38,84	206,04	±57,16	234,03	±55,58
Sedimenti superficiali	mg/kg (d.w.)	48,06	±22,46	46,15	±22,52			53,46	±20,04			60,34	±23,97			70,19	±29,32
Rizomi Posidonia	mg/kg (d.w.)	84,66	±14,82	85,38	±16,19	83,09	±21,61	61,54	±17,40	87,19	±20,80	59,16	±19,39	37,86	±6,82	70,73	±23,74
Foglie Posidonia	mg/kg (d.w.)	220,23	±13,01	220,5	±13,62	182,2	±16,83	199,7	±49,54	247,6	±38,82	184,46	±43,46	240,26	±55,70	163,46	±36,05

AREA D'INDAGINE	u.m.	1/2003		7/2003		1/2004		7/2004	
		media	d.s.	media	d.s.	media	d.s.	media	d.s.
Acqua superficie	mg/l	0,007	±0,004	0,005	±0,002	0,008	±0,003	0,013	±0,004
Acqua fondo	mg/l	0,016	±0,006	0,005	±0,001	0,020	±0,037	0,015	±0,007
Particellato sedimentato	mg/kg (d.w.)	108,77	±43,89	125,47	±35,83	124,68	±33,14	151,31	±38,70
Sedimenti superficiali	mg/kg (d.w.)			36,96	±15,85			51,58	±20,99
Rizomi Posidonia	mg/kg (d.w.)	92,59	±23,49	51,61	±14,26	57,08	±13,48	67,39	±15,80
Foglie Posidonia	mg/kg (d.w.)	207,04	±39,82	131,85	±31,29	155,00	±45,08	162,99	±41,88



SARAS

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

PUNTO 6

***Esecuzione di campagne periodiche per il controllo
dell'inquinamento ambientale interno ed esterno alla raffineria
dovuto ai microinquinanti***



PREMESSA

In questa sezione si riportano i risultati dell'indagine sulla presenza di Polveri Totali Sospese, Metalli Tossici ed Idrocarburi Policiclici Aromatici all'interno e all'esterno dell'area della Raffineria (punto 6 del Piano di monitoraggio).

I campionamenti, hanno riguardato i seguenti inquinanti:

- **Polveri Totali Sospese**, organiche ed inorganiche;
- **Metalli pesanti**: Cadmio, Cobalto, Cromo, Rame, Nichel, Piombo, Vanadio, Zinco, Mercurio;
- **Idrocarburi Policiclici Aromatici**: Naftalene, 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)Terilene.

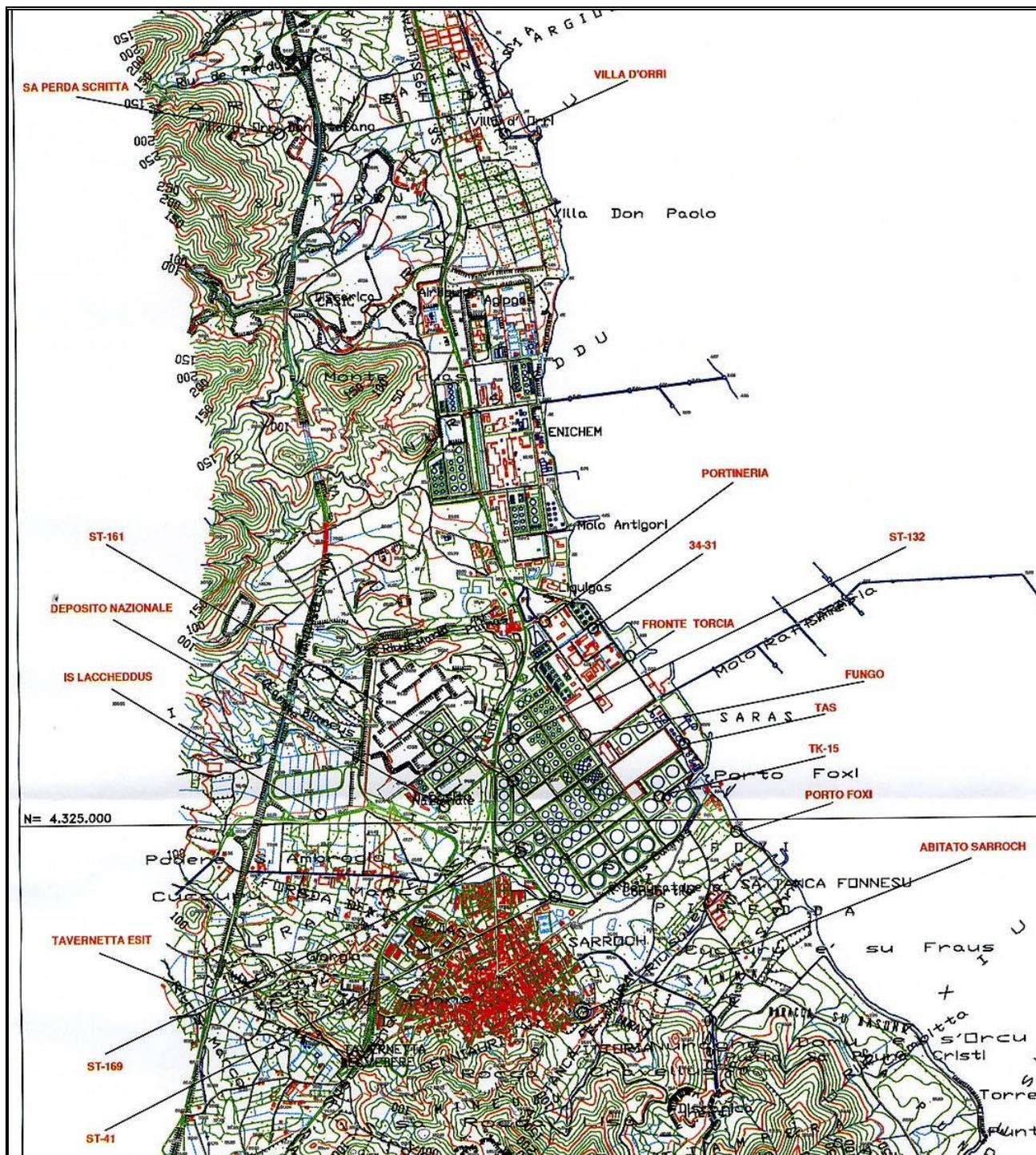
Le indagini sono state condotte in due campagne semestrali (febbraio-marzo 2004 e dicembre 2004 gennaio 2005), mediante l'uso di autocampionatori, nel rispetto delle metodiche ufficiali. In ciascun punto di campionamento sono state effettuate 4-5 determinazioni, in differenti condizioni atmosferiche, durante le ore diurne di giorni lavorativi.

Le postazioni di rilevamento sono state dislocate in diciassette siti: sei all'esterno e undici all'interno della Raffineria. La loro denominazione è la seguente:

Postazioni Esterne:	Postazioni Interne:
Is Laccheddus	Fungo
Abitato di Sarroch	ST 132
Porto Foxi	ST 161
Villa D'Orri	ST 169
Tavernetta Esit	ST 41
Sa Perda Scritta	Portineria
	Fronte Torcia
	TAS
	TK -15
	Deposito Nazionale



Per una rapida individuazione dei siti di monitoraggio, si allega una planimetria generale della zona in cui sono evidenziate le postazioni.





1. POLVERI TOTALI SOSPESE

1.1 Caratteristiche

Le Polveri Totali Sospese (PTS) sono costituite dall'insieme di particelle presenti nell'aria allo stato solido e liquido. Sono costituite da una miscela di elementi quali: carbonio, nitrati, solfati, composti organici e metalli pesanti e hanno dimensioni comprese tra $0,005 \mu\text{m}$ e $50 \div 150 \mu\text{m}$.

In base alla dimensione le polveri totali vengono classificate in polveri grossolane e polveri fini. Queste ultime derivano da attività umane riconducibili principalmente ai processi di combustione quali: emissioni da traffico veicolare, utilizzo di combustibili (carbone, oli, legno, rifiuti, rifiuti agricoli), emissioni industriali (cementifici, fonderie, miniere) o da fenomeni naturali quali: aerosol marino, suolo risollevato e trasportato dal vento, aerosol biogenico, incendi boschivi, emissioni vulcaniche, ecc.

Ai fini della salvaguardia ambientale e della salute umana la normativa italiana in vigore impone dei limiti in concentrazione per le PTS (ambiente esterno) e per il PM_{10} (ambiente urbano) contenuti nei seguenti decreti:

- **D.P.C.M. 28 marzo 1983** “Limiti massimi di accettabilità delle concentrazioni e di esposizione relativi ad inquinanti dell'aria nell'ambiente esterno”, che individua per le Polveri Totali Sospese il limite di $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$, inteso come media aritmetica delle concentrazioni medie delle 24 ore rilevate nell'arco di un anno.
- **D.M. 15 aprile 1994** “ Norme tecniche in materia di livelli e di stati di attenzione e di allarme per gli inquinanti atmosferici nelle aree urbane ecc.”, indica per le PTS un livello di attenzione di $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e un livello di allarme di $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$, riferiti alla concentrazione media delle 24 ore.
- **D.M. 25 novembre 1994** “ Aggiornamento delle norme tecniche in materia di limiti di concentrazione e di livelli di attenzione e di allarme per gli inquinanti atmosferici nelle aree urbane e disposizioni per la misura di alcuni inquinanti di cui al D.M. 15 aprile 1994”, indica come “obiettivo di qualità” per il PM_{10} il valore di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, riferiti alla concentrazione media delle 24 ore.

In realtà tali limiti per le aree urbane verranno sostituiti da quelli prescritti dal **D.M. Ambiente 2 aprile 2002 n. 60** che saranno gradualmente applicati a decorrere dal 1 gennaio 2005.



1.2 Metodo di misura

Il metodo di riferimento per il campionamento è Unichim 317, gli stessi campioni sono stati, poi, trattati opportunamente per la determinazione del contenuto di metalli.

1.2.1 Principio

Le polveri aerodisperse vengono misurate per via gravimetrica dopo filtrazione dell'aria su una superficie filtrante e raccolta delle polveri su un filtro.

1.2.2 Apparecchiatura

Il metodo richiede, oltre la normale attrezzatura da laboratorio, i seguenti elementi:

- Filtri in esteri misti di cellulosa a membrana da 25mm di diametro aventi pori di diametro da 0.8 μ m;
- Portafiltro in acciaio avente la bocca di entrata di 6mm di diametro;
- Pompa aspirante meccanica rotativa dotata di misuratore volumetrico, sensore isotermico e sensore di pressione atmosferica;
- Bilancia analitica precisione di 0.001mg.

1.2.3 Campionamento

La linea di campionamento è stata predisposta secondo quanto segue:

- Il portafiltro contenente il filtro tarato è stato posizionato e fissato con morsetto su un cavalletto ad una altezza di 150 cm dal pavimento, e collegato con un tubo flessibile alla pompa;
- Il flusso di aspirazione è stato impostato a 1.9 L/min;
- La durata del campionamento è tale da raggiungere un volume complessivo di circa 500-600 N litri.

1.2.4 Procedimento

I filtri vengono tarati prima del campionamento su un vetrino di orologio per 2 ore a 95°C (+/- 2°C). Raffreddati in essiccatore vengono pesati con una bilancia di precisione.

Successivamente al campionamento i filtri con le polveri vengono essiccati, raffreddati e pesati.

Come nella campagna del precedente anno (2003) sono stati utilizzati filtri meno elettrostatici, rispetto alle precedenti campagne, e pertanto più facili da maneggiare.



1.2.5 Espressione del risultato

La concentrazione delle polveri viene espressa in $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ con la seguente equazione:

$$\text{PolvereTotale}(\mu\text{g} / \text{Nm}^3) = \frac{P_2 - P_1}{V}$$

Dove :

P_1 = la massa, espressa in μg , del filtro prima del prelievo

P_2 = la massa, espressa in μg , del filtro dopo il prelievo

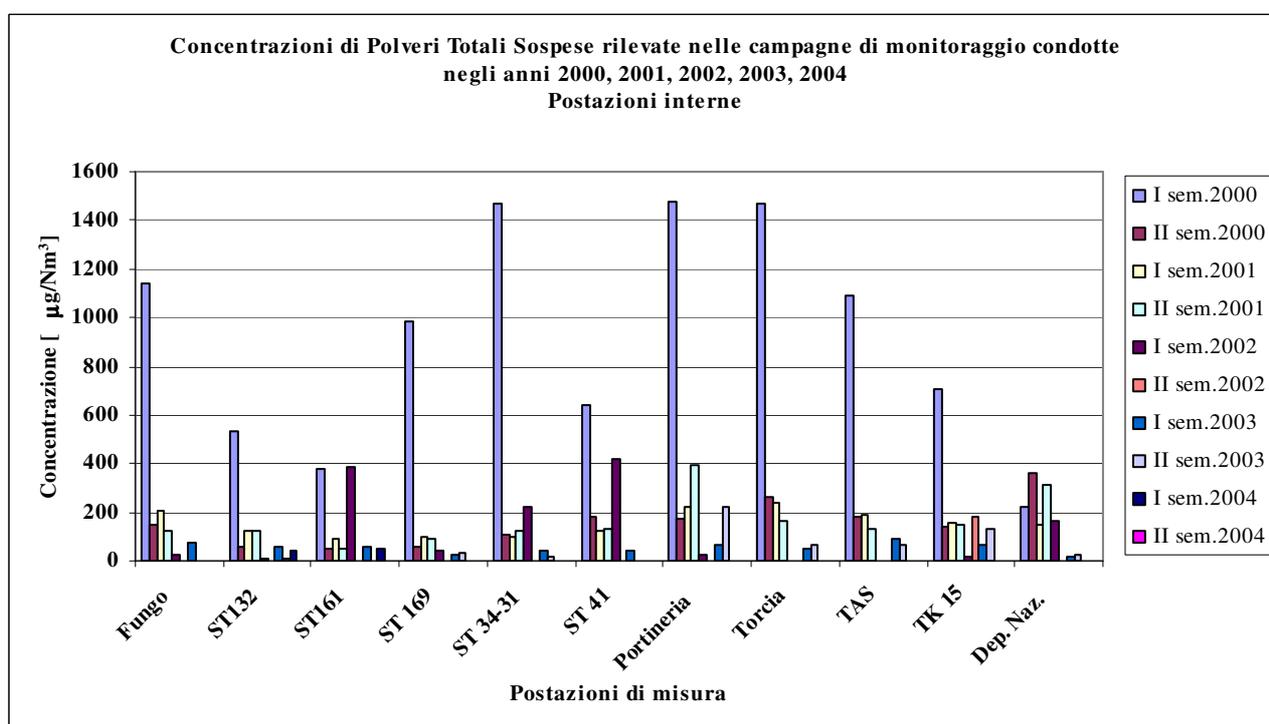
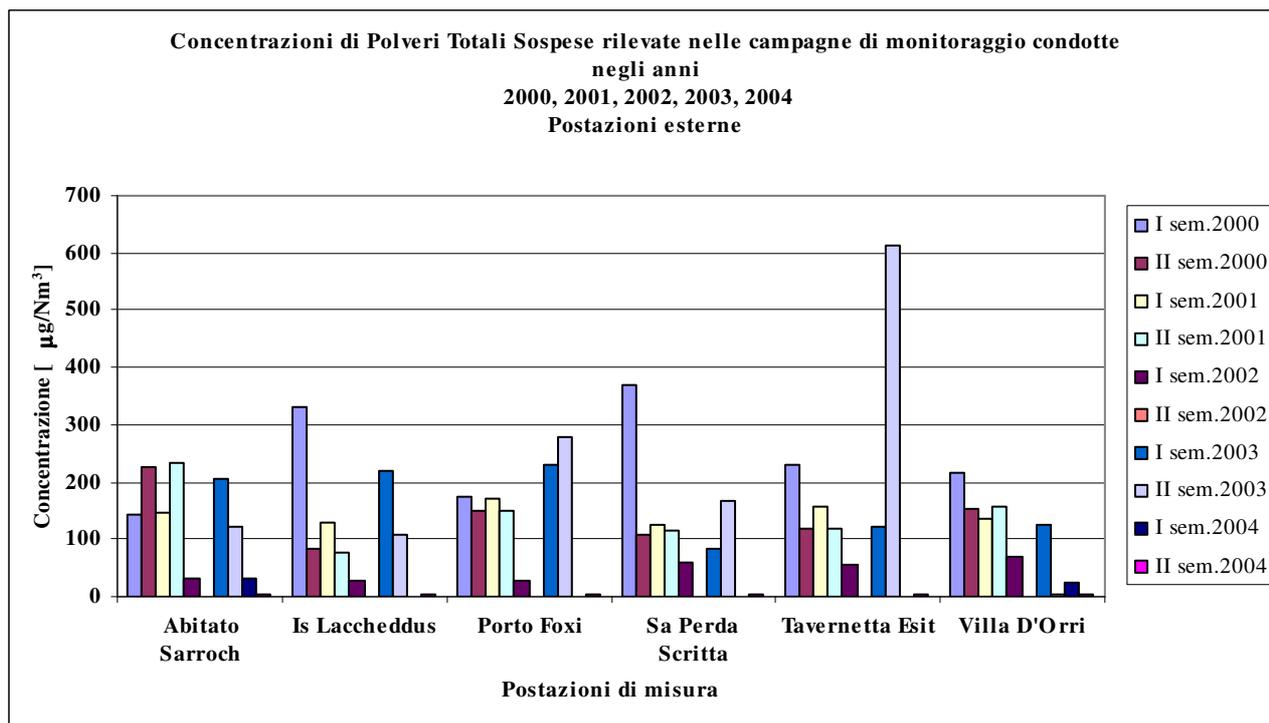
V = il volume espresso in Nm^3

I volumi sono stati normalizzati a 273 K.

1.3 Risultati e conclusioni

In questo paragrafo si riporta la tabella riepilogativa con le concentrazioni medie di polveri sospese totali (espresse in $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$) rilevate nelle campagne di monitoraggio effettuate nell'ultimo quinquennio (2000 -2004) nelle postazioni esterne ed interne e la relativa rappresentazione grafica.

		CONCENTRAZIONI di PTS [$\mu\text{g}/\text{Nm}^3$]									
		I sem. 2000	II sem. 2000	I sem. 2001	II sem. 2001	I sem. 2002	II sem. 2002	I sem. 2003	II sem. 2003	I sem. 2004	II sem. 2004
POSTAZIONI ESTERNE	LOCALITA'										
	Abitato Sarroch	143	226	146	232	32	< 1	207	123	32	<2
	Is Laccheddus	329	82	130	75	28	< 1	220	108	1,40	1,75
	Porto Foxi	174	150	171	151	26	< 1	230	280	1,40	1,75
	Sa Perda Scritta	369	108	125	115	58	< 1	84	168	1,20	1,75
	Tavernetta Esit	229	119	158	118	57	< 1	123	614	1,40	1,75
Villa D'Orri	218	154	134	155	70	< 1	124	2	23	<2	
POSTAZIONI INTERNE	Fungo	1139	150	207	121	23	< 1	74	4	1,60	1,75
	ST 132	533	59	121	120	12	< 1	61	6	43,28	<2
	ST 161	380	46	94	50	385	< 1	59	2	49,18	<2
	ST 169	981	61	94	89	40	< 1	22	30	1,60	<2
	ST 34-31	1470	110	100	123	219	< 1	43	18	2,00	<2
	ST 41	643	182	125	129	419	< 1	40	2	1,60	<2
	Portineria	1474	173	221	394	25	< 1	69	224	1,80	<2
	Fronte Torcia	1469	260	240	167	< 1	< 1	51	66	1,60	<2
	TAS	1088	177	186	128	< 1	< 1	90	64	1,80	<2
	TK-15	708	142	155	149	15	177	65	134	1,60	<2
Deposito Nazionale	225	365	148	310	163	< 1	19	25	1,40	<2	





Analizzando i valori medi rilevati nell'arco delle osservazioni effettuate nel 2004 si può osservare che le concentrazioni di PTS presentano valori inferiori sia nelle postazioni interne che esterne, inoltre nel secondo semestre nessun campionamento ha dato risultato positivo.

Vi è da precisare che i dati rilevati provengono da campionamenti brevi (5-6 ore) con basse portate (1.9 l/min), essi non devono essere interpretati in termini di rispetto o superamento degli standard, bensì come indicazione sull'andamento degli inquinanti nel tempo, sotto questo aspetto vi è da evidenziare il costante miglioramento ulteriore conferma del fatto, già evidenziato nella relazione del precedente anno, che l'entrata in servizio a pieno regime del Gasificatore IGCC non ha comportato un deterioramento della qualità dell'aria.



2. METALLI PESANTI

2.1 Caratteristiche

I metalli pesanti (Heavy Metal) sono elementi chimici ad alto peso molecolare particolarmente pericolosi per l'uomo e l'ambiente. Scarsamente degradabili, se non in condizioni eccezionali, si accumulano nell'ambiente e si diffondono adsorbiti su materiale particolato sospeso.

Come per le polveri, la presenza dei metalli nell'aria è fortemente legata all'attività antropogenica.

La normativa italiana sulla qualità dell'aria stabilisce limiti in concentrazione di metalli pesanti nelle polveri per il solo piombo.

Il D.P.C.M. 28 marzo 1983 "Limiti massimi di accettabilità delle concentrazioni e di esposizione relativi ad inquinanti dell'aria nell'ambiente esterno", individua per il piombo il limite di $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ inteso come media aritmetica delle concentrazioni medie delle 24 ore rilevate nell'arco di un anno.

A partire dal 1° gennaio 2005 dovrà invece essere utilizzato come limite quello indicato dal D.M. Ambiente 2 aprile 2002, n 60 e pari a $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Per ciò che riguarda gli altri metalli pesanti oggetto dei rilevamenti, i valori limite sono quelli stabiliti dall'OMS relativamente alla presenza di Cromo, Nichel e Vanadio nelle aree urbane. La concentrazione per tali metalli è posta pari a $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, misurata come media aritmetica delle concentrazioni giornaliere rilevate nell'arco dell'anno.

2.2 Metodi di misura

Il metodo di riferimento per il campionamento è il medesimo utilizzato per le polveri (Unichim 317).

2.2.1 Principio

La determinazione dei metalli avviene con spettrofotometria in emissione con tecnica ICP-AES dei metalli pesanti contenuti nel filtro (utilizzato per la determinazione delle polveri), previa mineralizzazione con acido nitrico in forno a microonde.

2.2.2 Apparecchiatura e reagenti

Il metodo richiede, oltre la normale attrezzatura da laboratorio, i seguenti elementi:

- Filtri in esteri misti di cellulosa a membrana da 25mm di diametro aventi pori diametro da $0,8 \mu\text{m}$.



- Forno a microonde marca Milestone
- Bombe in teflon e relativi accessori .
- Spettrofotometro ICP-AES, marca Jobin-Yvon.
- Acido nitrico 65% RPE
- Acqua ultrapura MilliQ
- Ottanolo (antischiuma)
- Filtri Whatman 42 diametro 12.5cm

2.2.3 Campionamento

Si è predisposta la linea di campionamento secondo quanto previsto per le polveri.

2.2.4 Procedimento

I filtri vengono aggrediti con 5 ml di acido nitrico concentrato in forno a microonde secondo un programma termico preimpostato. Dopo l'attacco il campione viene portato a volume finale di 50ml, filtrato ed analizzato, previa calibrazione per ciascun elemento, con ICP-AES.

2.6 Espressione del Risultato

La concentrazione dei metalli pesanti viene espressa in $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ con la seguente equazione:

$$\text{Conc}(\mu\text{g} / \text{Nm}^3) = \frac{C_1 \cdot V_1}{V_2}$$

Dove:

C_1 = concentrazione elemento, espressa in $\mu\text{g}/\text{l}$, nella soluzione;

V_1 = volume della soluzione in Litri;

V_2 = il volume aspirato espresso in Nm^3 .



2.3 Risultati e conclusioni

In questo paragrafo si riportano le tabelle riepilogative con le concentrazioni medie di metalli pesanti (esprese in $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$) rilevate nelle campagne di monitoraggio effettuate negli anni 2000, 2001, 2002, 2003 e 2004 nelle postazioni esterne ed interne e la relativa rappresentazione grafica.

Nell'ultima campagna di monitoraggio, nel primo semestre solo 5 campionamenti su 85 hanno dato un valore di polveri superiori al limite di rilevabilità, mentre nel secondo semestre nessun campionamento ha dato risultato positivo.

Per le stazioni in cui le campagne di monitoraggio non hanno riportato dati misurabili si riportano gli istogrammi relativi agli anni precedenti.



POSTAZIONI ESTERNE										
LOCALITA'		Cd	Co	Cr	Cu	Ni	Pb	V	Zn	Hg
Abitato Sarroch	I sem.2000	<0,1	<0,11	0,19	<0,17	<0,57	<1,41	<0,17	0,72	<0,04
	II sem.2000	<0,06	<0,26	<0,39	<0,13	<0,13	<0,59	<0,59	0,97	<0,013
	I sem.2001	0,07	<0,194	<0,145	0,30	0,18	0,84	<0,194	<0,048	<0,01
	II sem.2001	0,06	<0,198	0,13	<0,166	<0,139	0,53	<0,11	0,31	<0,01
	I sem.2002	<0,3	<0,1	0,12	0,38	<0,1	<0,4	<0,2	0,52	<0,01
	I sem.2003	<0,1	0,10	<0,2	0,26	0,24	0,38	0,10	2,50	<0,02
	II sem.2003	<0,1	<0,04	0,21	0,15	0,10	<0,3	<0,1	<2,5	<0,02
	I sem.2004	<0,1	<0,08	0,5	0,4	0,2	<0,5	<0,1	2,3	<0,02
Is Lacchedus	I sem.2000	<0,1	<0,13	<0,13	<0,19	<0,57	<1,58	<0,19	0,59	<0,04
	II sem.2000	<0,063	<0,252	<0,378	0,26	0,24	0,68	<0,566	2,30	<0,013
	I sem.2001	<0,2	<0,016	<0,05	0,55	<0,05	0,35	0,13	<0,213	<0,011
	II sem.2001	<0,085	<0,116	0,18	0,32	<0,15	0,53	<0,115	0,82	<0,01
	I sem.2002	<0,3	<0,1	0,12	<0,3	<0,1	<0,4	<0,2	<0,3	<0,01
	I sem.2003	<0,1	0,10	<0,2	0,24	0,34	0,30	0,14	2,92	<0,02
	II sem.2003	<0,1	<0,04	0,21	<0,1	<0,1	<0,3	<0,1	<2,5	<0,02
	I sem.2004	<0,1	<0,12	<0,12	<0,18	<0,55	<1,53	<0,18	2,62	<0,04
Porto Foxi	II sem.2000	<0,06	<0,26	<0,4	0,36	0,17	<0,58	<0,58	1,59	<0,013
	I sem.2001	0,10	0,34	<0,162	0,58	0,23	1,49	<0,216	0,29	<0,011
	II sem.2001	0,31	0,20	<0,133	0,58	<0,15	1,01	<0,128	0,71	<0,011
	I sem.2002	<0,3	<0,1	0,12	<0,3	<0,1	<0,4	<0,2	<0,3	<0,01
	I sem.2003	<0,1	0,10	<0,2	0,50	1,90	0,60	0,10	<2,5	<0,02
	II sem.2003	<0,1	<0,04	0,25	0,13	0,13	<0,3	<0,1	<2,5	<0,02
	I sem.2000	<0,1	<0,13	0,52	<0,2	0,66	<1,63	<0,2	0,30	<0,05
	II sem.2000	<0,061	<0,24	<0,367	<0,12	<0,12	<0,55	<0,55	0,31	<0,012
Sa Perda Scritta	I sem.2001	<0,206	<0,015	<0,052	0,18	<0,052	<0,309	<0,103	0,62	<0,01
	II sem.2001	<0,185	<0,055	0,09	0,23	<0,145	0,74	<0,115	0,38	<0,011
	I sem.2002	<0,3	<0,1	0,15	0,36	0,18	<0,4	<0,2	0,38	<0,01
	I sem.2003	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	0,42	0,30	0,12	13,38	<0,02
	II sem.2003	<0,1	<0,04	0,40	0,15	0,20	<0,3	<0,1	2,93	<0,02
	I sem.2000	<0,1	<0,12	<0,12	<0,18	<0,54	<1,51	<0,18	<0,12	<0,04
	II sem.2000	<0,064	<0,256	<0,384	<0,128	<0,128	<0,577	<0,577	0,96	<0,013
	I sem.2001	0,07	<0,203	<0,153	0,70	0,41	1,31	<0,203	0,31	<0,01
Tavernetta Esit	II sem.2001	<0,062	<0,188	<0,055	0,47	0,06	0,60	0,18	0,38	<0,01
	I sem.2002	<0,3	<0,1	0,17	<0,3	0,12	<0,4	<0,2	<0,3	<0,01
	I sem.2003	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,2	<0,3	<0,1	<2,5	<0,02
	II sem.2003	0,10	0,04	0,44	0,28	0,43	<0,3	<0,1	3,23	<0,02
	I sem.2000	<0,1	<0,12	<0,12	<0,18	<0,55	<1,51	<0,18	0,97	<0,04
	II sem.2000	<0,064	<0,254	<0,381	<0,127	0,15	0,67	<0,572	0,92	<0,013
	I sem.2001	0,06	<0,195	<0,146	0,46	0,17	1,12	<0,195	0,09	<0,01
	II sem.2001	<0,056	<0,078	0,12	0,45	0,19	0,65	<0,21	0,70	<0,01
Villa D'Orri	I sem.2002	<0,3	<0,1	0,16	0,44	0,28	0,45	<0,2	0,73	<0,01
	I sem.2003	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	0,22	<0,3	1,74	4,18	<0,02
	II sem.2003	<0,1	<0,04	0,23	<0,1	<0,1	<0,3	<0,1	2,60	0,08
	I sem.2004	<0,1	<0,08	0,70	0,50	0,20	<0,5	<0,1	3,00	<0,02

NOTE:

Nel II sem. 2002 nelle postazioni esterne non è stata rilevata una quantità di polveri sufficiente per effettuare l'analisi dei metalli.

Nel I sem. 2004 solo 2 campionamenti hanno dato una concentrazione positiva

Nel II sem. 2004 nessun campionamento ha dato risultato polveri positivo pertanto non è stato possibile effettuare la determinazione dei metalli nelle polveri

Le concentrazioni dei metalli sono espresse in µg/Nm³.



POSTAZIONI INTERNE										
LOCALITA'		Cd	Co	Cr	Cu	Ni	Pb	V	Zn	Hg
Fungo	I sem.2000	<0,1	<0,14	<0,14	<0,2	<0,61	<1,71	<0,2	3,86	<0,05
	II sem.2000	<0,052	<0,207	<0,31	0,64	<0,103	0,60	<0,465	0,20	<0,01
	I sem.2001	<0,036	<0,146	<0,109	0,25	<0,109	<0,328	<0,146	0,48	<0,007
	II sem.2001	<0,038	<0,087	<0,133	0,21	<0,139	0,38	<0,155	0,37	<0,011
	I sem.2002	<0,3	<0,1	<0,1	<0,3	<0,1	<0,4	<0,2	<0,3	<0,01
	I sem.2003	<0,1	<0,1	0,40	0,26	0,22	<0,3	<0,1	2,50	0,02
	II sem.2003	<0,1	<0,04	0,13	<0,1	<0,1	<0,3	<0,1	<2,5	<0,02
ST 132	I sem.2000	<0,1	<0,14	0,24	<0,21	<0,62	<1,72	0,21	3,41	<0,05
	II sem.2000	<0,052	<0,206	<0,309	0,88	0,25	0,71	<0,464	0,49	<0,01
	I sem.2001	0,04	0,14	0,11	0,22	0,11	0,63	0,14	0,81	<0,007
	II sem.2001	<0,046	<0,044	<0,117	0,32	<0,098	0,56	<0,098	0,50	<0,01
	I sem.2002	<0,3	<0,1	<0,1	<0,3	<0,1	<0,4	<0,2	<0,3	<0,01
	I sem.2003	<0,1	<0,1	0,32	0,26	0,24	<0,3	0,10	2,50	<0,02
	II sem.2003	<0,1	<0,04	0,11	<0,1	<0,1	<0,3	<0,1	<2,5	<0,02
ST 161	I sem.2004	<0,1	<0,08	0,45	0,50	0,30	<0,5	<0,1	2,90	<0,02
	I sem.2000	<0,1	<0,14	<0,14	<0,21	<0,62	<1,72	<0,21	0,35	<0,05
	II sem.2000	<0,052	<0,207	<0,311	0,36	0,26	0,70	<0,466	1,39	<0,01
	I sem.2001	0,04	0,15	0,11	0,13	0,14	0,49	0,16	0,46	<0,01
	II sem.2001	<0,035	<0,056	0,10	<0,245	<0,201	0,48	0,09	0,48	<0,004
	I sem.2002	<0,3	<0,1	0,12	<0,3	0,12	<0,4	<0,2	<0,3	<0,01
	I sem.2003	<0,1	<0,1	0,30	0,28	0,22	<0,3	<0,1	<2,5	<0,02
ST 169	II sem.2003	<0,1	<0,04	<0,04	<0,1	<0,1	<0,3	<0,1	<2,5	<0,02
	I sem.2004	<0,1	<0,08	0,90	1,20	1,00	<0,5	<0,1	2,50	<0,02
	I sem.2000	<0,1	<0,14	<0,14	<0,21	<0,63	<1,76	<0,21	4,21	<0,05
	II sem.2000	<0,052	<0,209	<0,313	0,24	0,16	0,65	<0,469	1,03	<0,01
	I sem.2001	<0,035	<0,148	<0,106	0,15	0,13	0,34	<0,152	0,45	<0,011
	II sem.2001	<0,035	<0,142	<0,106	0,37	<0,106	0,33	<0,142	0,20	<0,007
	I sem.2002	<0,3	<0,1	0,16	0,31	0,14	<0,4	<0,2	0,30	<0,01
ST 34-31	I sem.2003	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,2	<0,3	<0,1	<2,5	<0,02
	II sem.2003	<0,1	<0,04	0,26	<0,1	0,10	<0,3	<0,1	<2,5	<0,02
	I sem.2000	<0,1	<0,14	0,24	<0,2	<0,61	<1,7	<0,2	1,14	<0,05
	II sem.2000	<0,057	<0,229	<0,344	0,60	<0,172	<0,516	<0,115	2,62	<0,011
	I sem.2001	<0,04	<0,016	<0,054	0,31	<0,054	0,33	0,27	1,04	<0,011
	II sem.2001	<0,218	<0,017	<0,05	0,36	0,07	0,32	<0,098	0,60	<0,01
	I sem.2002	<0,3	<0,1	0,16	0,30	<0,1	<0,4	<0,2	<0,3	<0,01
ST 41	I sem.2003	<0,1	<0,1	0,32	0,22	0,22	<0,3	<0,1	<2,5	<0,02
	II sem.2003	<0,1	<0,04	0,11	<0,1	<0,1	<0,3	<0,1	<2,5	<0,02
	I sem.2000	<0,1	<0,14	<0,14	<0,21	<0,62	<1,73	<0,21	<0,14	<0,05
	II sem.2000	<0,052	<0,21	<0,315	0,39	0,30	0,93	<0,472	2,45	<0,01
	I sem.2001	<0,036	<0,145	<0,107	0,18	0,13	0,60	<0,153	0,83	<0,01
	II sem.2001	<0,048	<0,043	<0,128	0,47	0,13	0,39	0,09	0,39	<0,007
	I sem.2002	<0,3	<0,1	<0,1	<0,3	<0,1	<0,4	<0,2	<0,3	<0,01
I sem.2003	<0,1	<0,1	0,40	0,22	0,28	<0,3	<0,1	<2,5	<0,02	
II sem.2003	0,10	0,04	0,04	0,10	0,10	0,30	<0,1	<2,5	<0,02	

NOTE:

Nel II sem. 2002 nelle suddette postazioni interne non è stata rilevata una quantità di polveri sufficiente per effettuare l'analisi dei metalli.

Nel I sem. 2004 solo 3 campionamenti hanno dato una concentrazione positiva (2 campionamenti riferiti alla stazione ST132)

Nel II sem. 2004 nessun campionamento ha dato risultato polveri positivo pertanto non è stato possibile affettuare la determinazione dei metalli nelle polveri

Le concentrazioni dei metalli sono espresse in $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$.



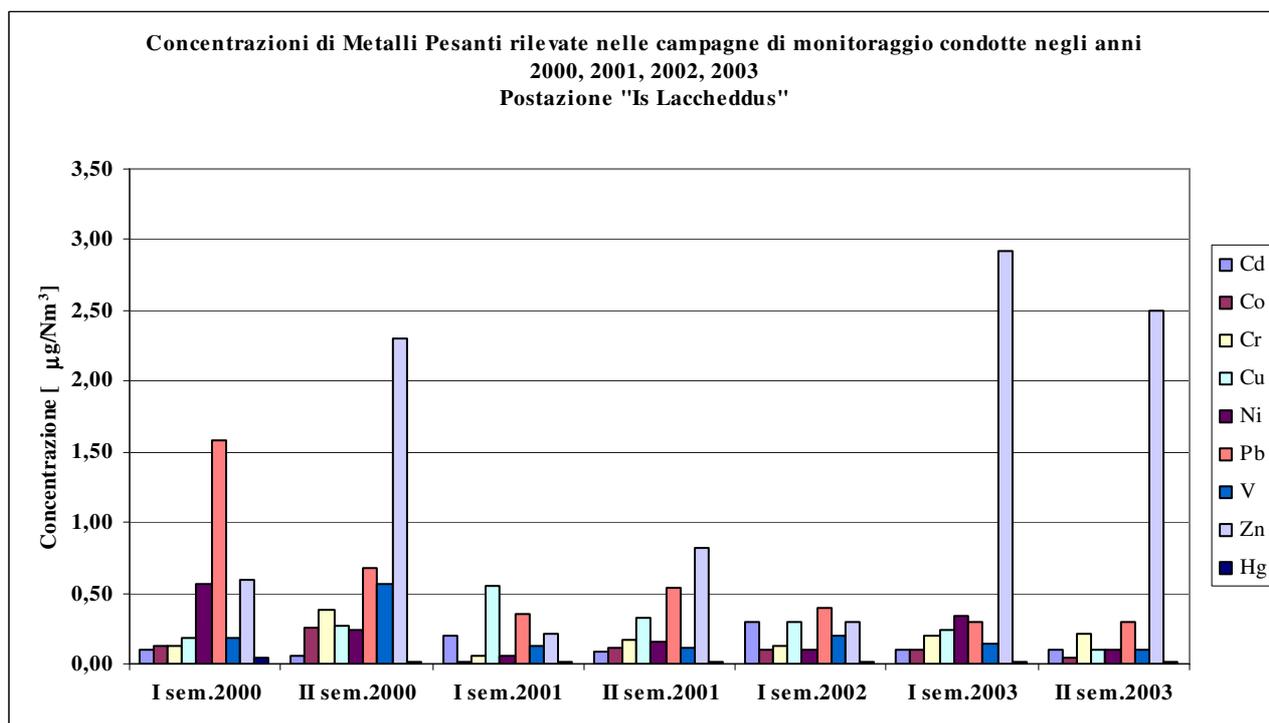
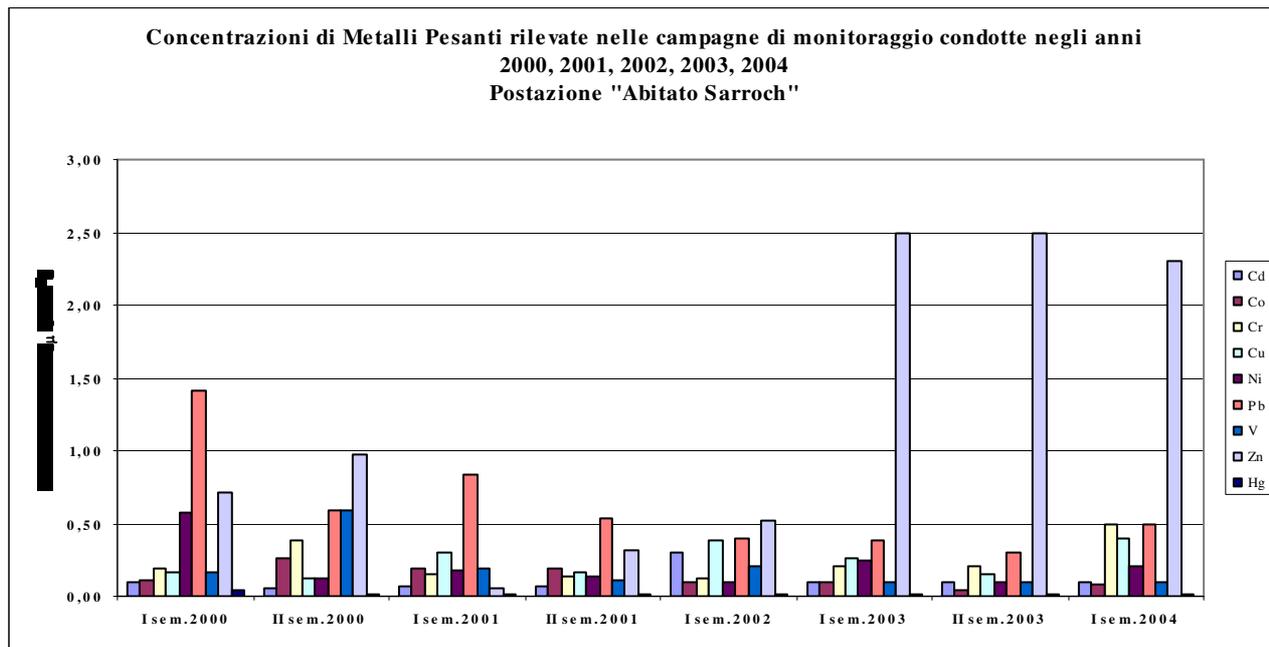
POSTAZIONI INTERNE										
Località		Cd	Co	Cr	Cu	Ni	Pb	V	Zn	Hg
Portineria	I sem.2000	<0,1	<0,14	<0,14	<0,2	<0,61	<1,69	<0,2	<0,14	<0,05
	II sem.2000	<0,059	<0,235	<0,352	0,44	<0,176	<0,528	<0,117	2,23	<0,012
	I sem.2001	<0,042	<0,016	<0,054	0,21	0,08	0,32	<0,107	0,83	<0,011
	II sem.2001	<0,214	<0,016	0,10	0,24	0,11	0,36	<0,118	0,20	<0,011
	I sem.2002	<0,3	<0,1	0,11	<0,3	<0,1	<0,4	<0,2	<0,3	<0,01
	I sem.2003	<0,1	<0,1	0,42	0,24	0,22	<0,3	<0,1	<2,5	<0,02
	II sem.2003	<0,1	<0,04	0,18	<0,1	0,18	<0,3	<0,1	<2,5	<0,02
Fronte Torcia	I sem.2000	<0,1	<0,14	<0,242	<0,21	<0,63	<1,76	<0,21	1,97	<0,05
	II sem.2000	<0,063	<0,252	<0,377	0,62	<0,189	<0,566	<0,126	3,17	<0,013
	I sem.2001	<0,075	<0,013	<0,044	0,50	<0,044	0,26	<0,088	1,11	<0,012
	II sem.2001	<0,175	<0,052	<0,052	0,37	0,09	0,31	<0,084	0,53	<0,01
	I sem.2002	<0,3	<0,1	<0,1	<0,3	<0,1	<0,4	<0,2	<0,3	<0,01
	I sem.2003	<0,1	<0,1	0,38	0,24	0,22	<0,3	<0,1	3,74	<0,02
	II sem.2003	<0,1	<0,04	0,12	0,10	0,15	<0,3	<0,1	<2,5	0,0325
TAS	I sem.2000	<0,1	<0,14	0,37	<0,21	<0,64	<1,8	<0,21	0,47	<0,05
	II sem.2000	<0,056	<0,224	<0,336	1,06	<0,168	<0,504	<0,112	2,67	<0,011
	I sem.2001	<0,064	<0,018	<0,148	0,45	<0,048	<0,289	<0,096	0,83	<0,01
	II sem.2001	<0,193	<0,014	<0,055	0,20	<0,098	0,57	<0,102	0,43	<0,01
	I sem.2002	<0,3	<0,1	0,15	0,35	0,11	<0,4	<0,2	0,30	<0,01
	I sem.2003	<0,1	0,10	0,44	0,20	0,24	<0,3	0,10	3,66	<0,02
	II sem.2003	<0,1	<0,04	0,11	<0,1	0,13	<0,3	<0,1	<2,5	<0,02
TK-15	I sem.2000	<0,1	<0,14	0,23	<0,21	<0,63	<1,75	<0,21	0,36	<0,05
	II sem.2000	<0,065	<0,259	<0,388	1,23	<0,194	<0,583	<0,129	3,39	<0,013
	I sem.2001	<0,112	<0,016	0,05	0,42	0,13	<0,321	<0,107	1,01	<0,011
	II sem.2001	<0,214	<0,022	<0,054	0,31	0,06	0,38	<0,11	<0,038	<0,01
	I sem.2002	<0,3	<0,1	0,11	0,27	0,11	<0,4	<0,2	<0,3	<0,01
	II sem.2002	<0,08	0,04	0,11	0,28	0,23	0,28	0,48	0,82	0,01
	I sem.2003	<0,1	0,10	0,40	0,22	0,28	<0,3	<0,1	4,86	<0,02
II sem.2003	<0,1	<0,04	0,10	<0,1	0,15	<0,3	<0,1	<2,5	<0,02	
Depos. Naz.le	I sem.2000	<0,05	<0,1	0,10	<0,15	<0,46	1,26	<0,15	0,93	<0,04
	II sem.2000	<0,082	<0,328	<0,492	1,30	<0,246	0,74	<0,164	6,82	<0,016
	I sem.2001	0,08	<0,207	<0,155	0,44	0,29	1,29	<0,207	1,71	<0,01
	II sem.2001	0,12	<0,021	<0,076	0,21	<0,099	0,28	<0,2	0,21	<0,011
	I sem.2002	<0,3	<0,1	<0,1	0,29	<0,1	<0,4	<0,2	0,61	<0,01
	I sem.2003	<0,1	<0,1	0,30	<0,2	<0,2	<0,3	<0,1	2,76	<0,02
	II sem.2003	<0,1	<0,04	0,10	<0,1	0,23	<0,3	<0,1	<2,5	<0,02

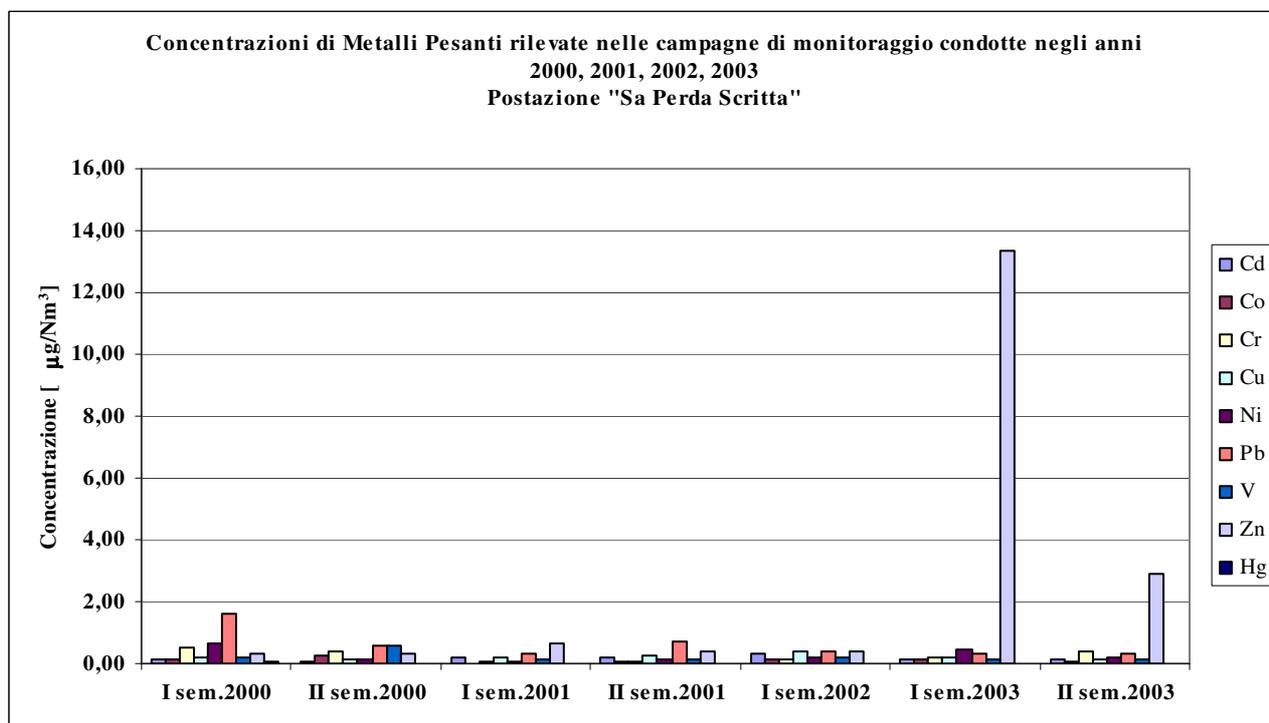
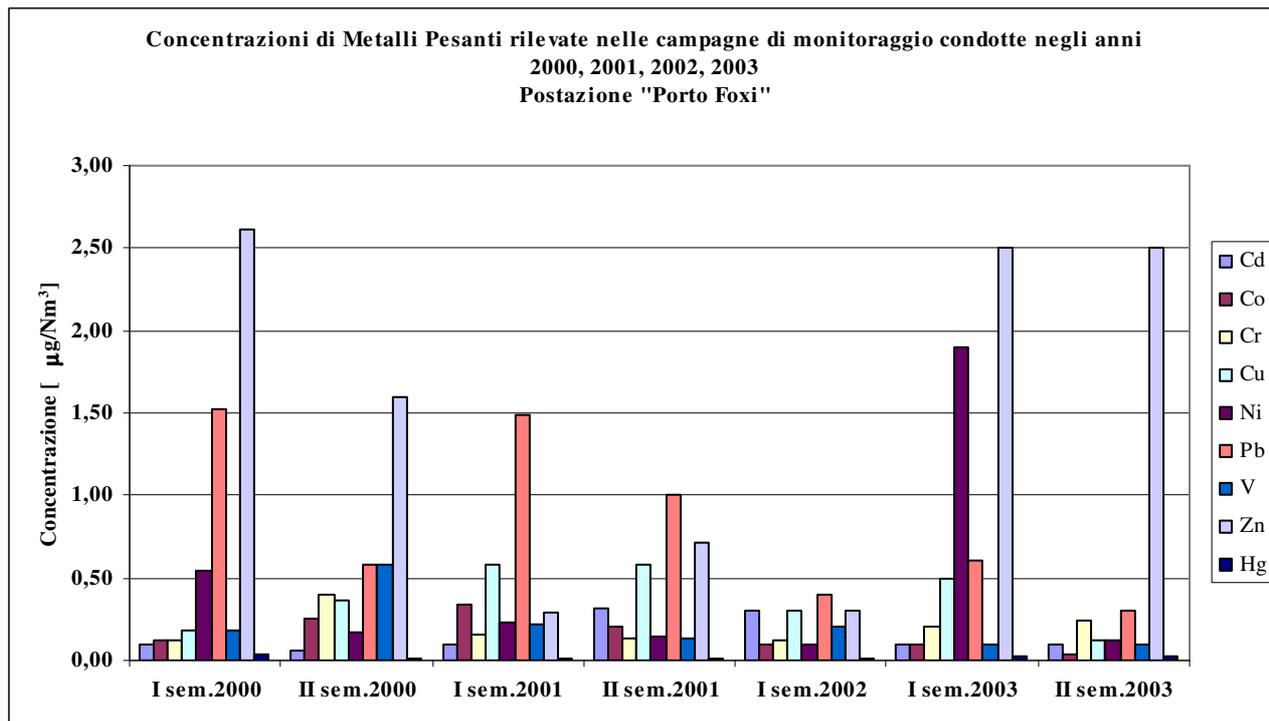
NOTE:

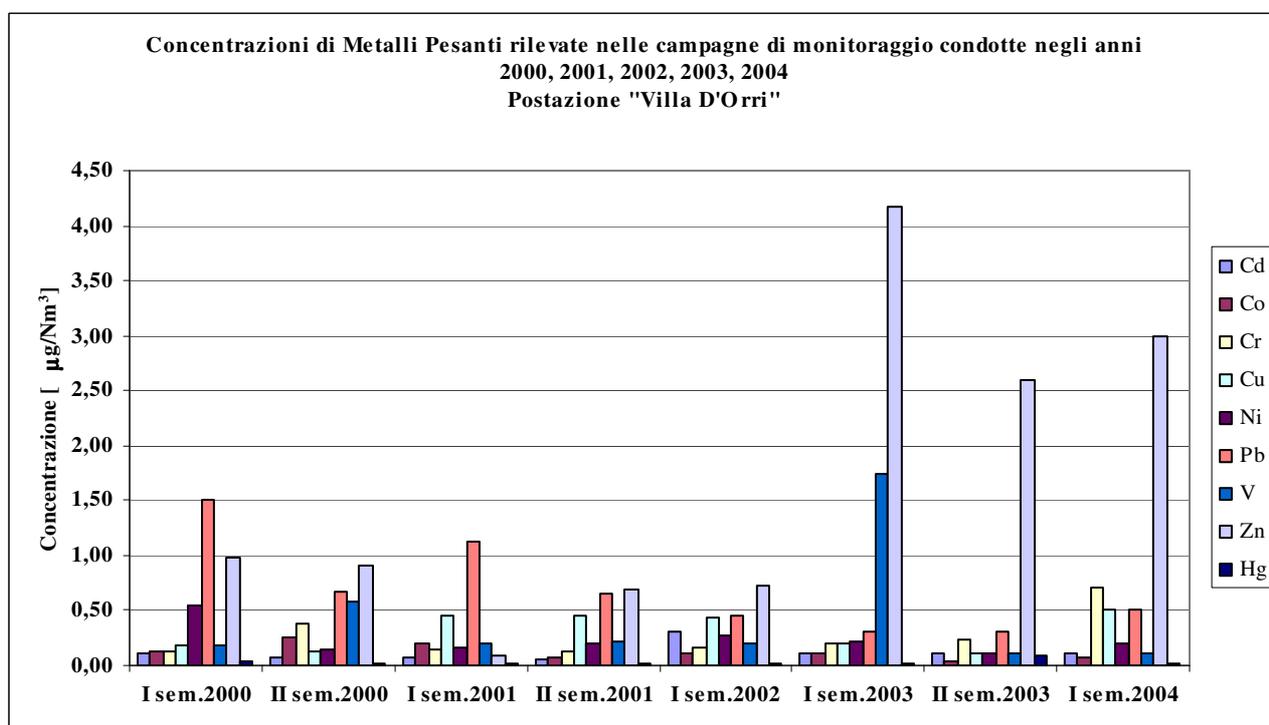
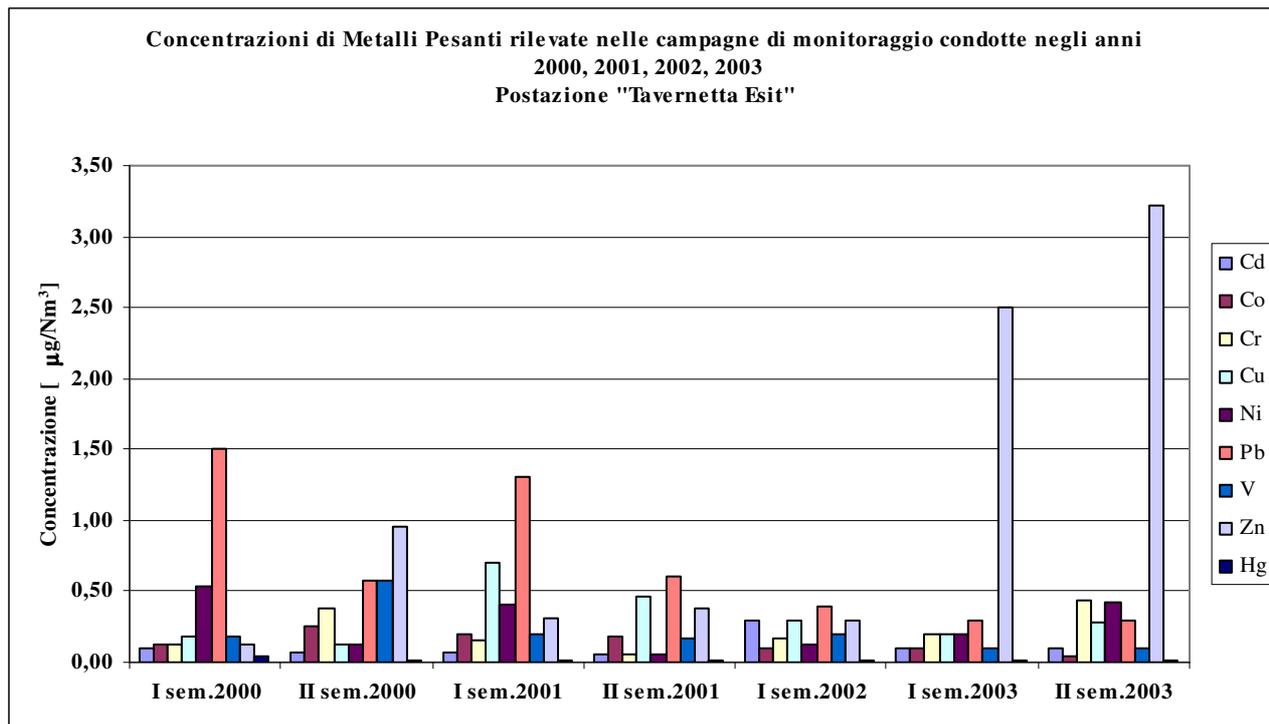
Nel II semestre 2002 nelle suddette postazioni interne non è stata rilevata una quantità di polveri sufficiente per effettuare l'analisi dei metalli.

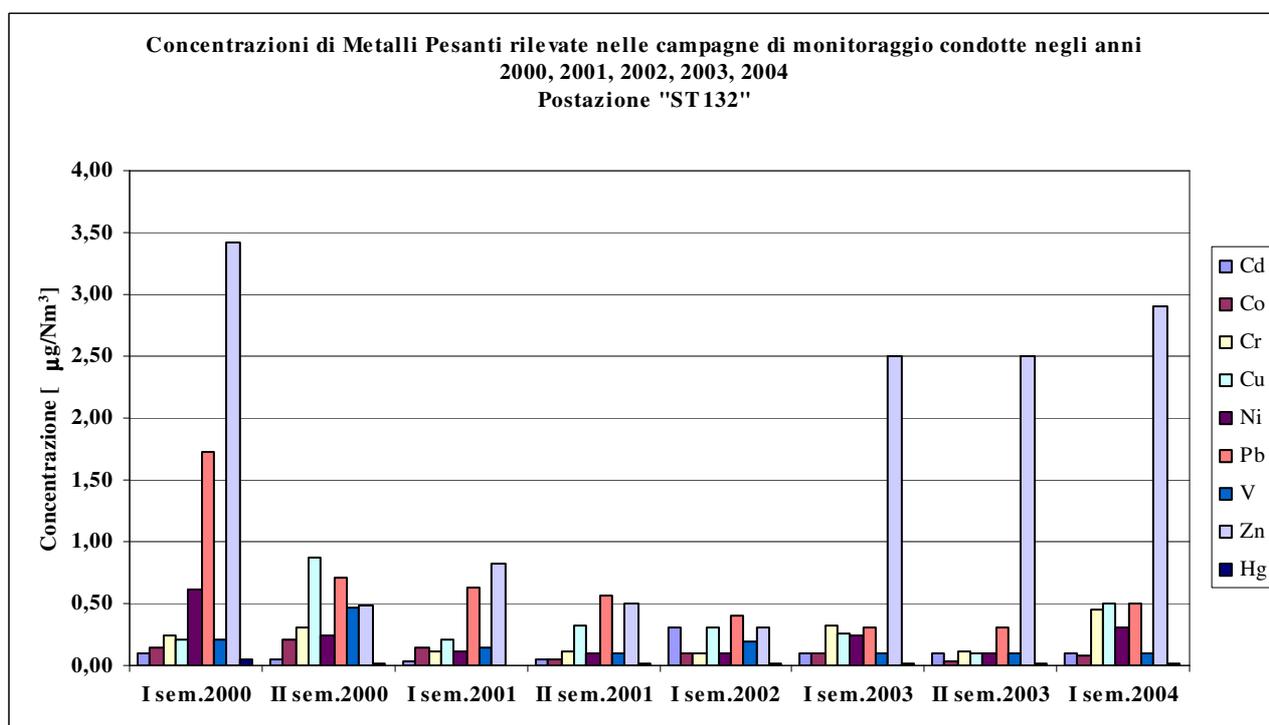
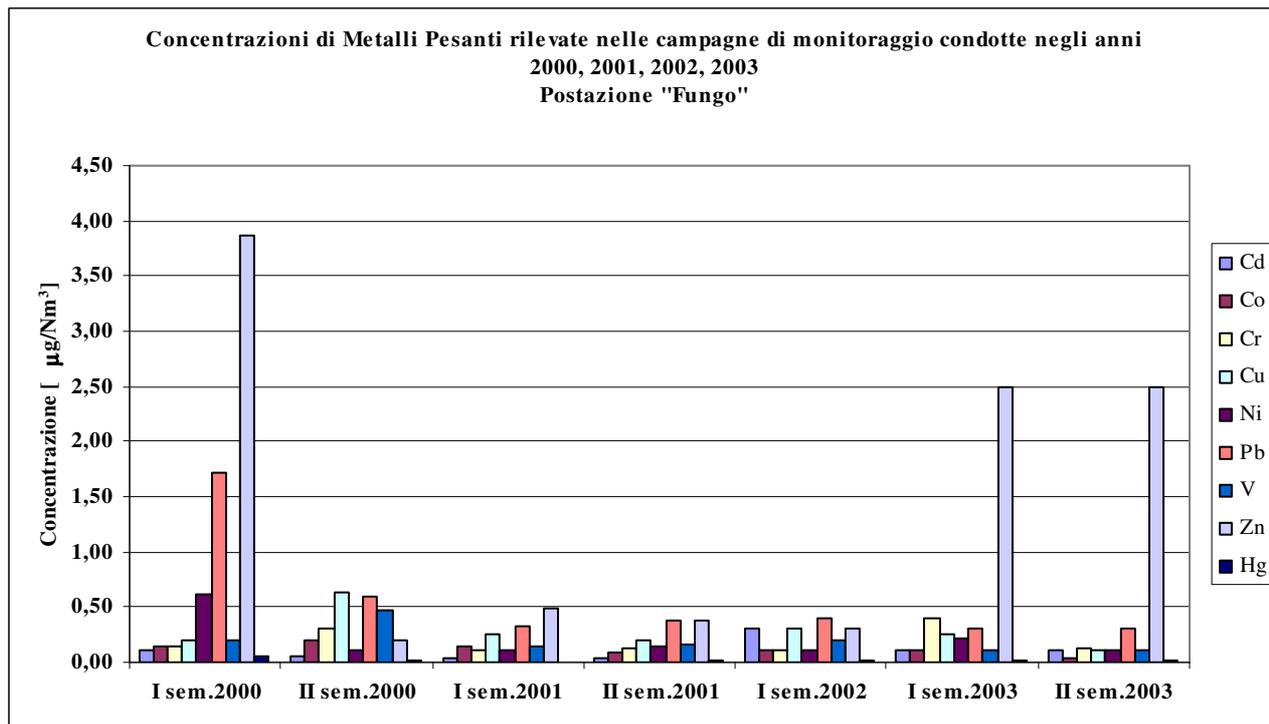
Nell'anno 2004 nelle suddette postazioni interne non è stata rilevata una quantità di polveri sufficiente per effettuare l'analisi dei metalli.

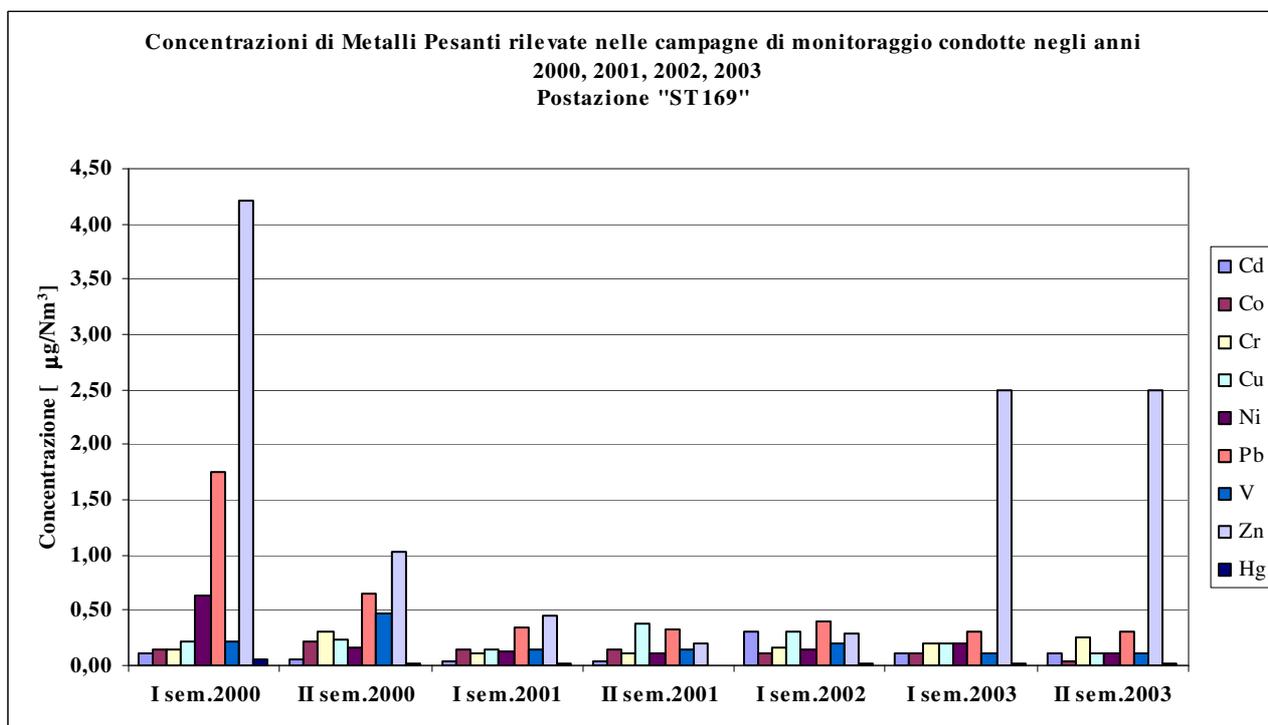
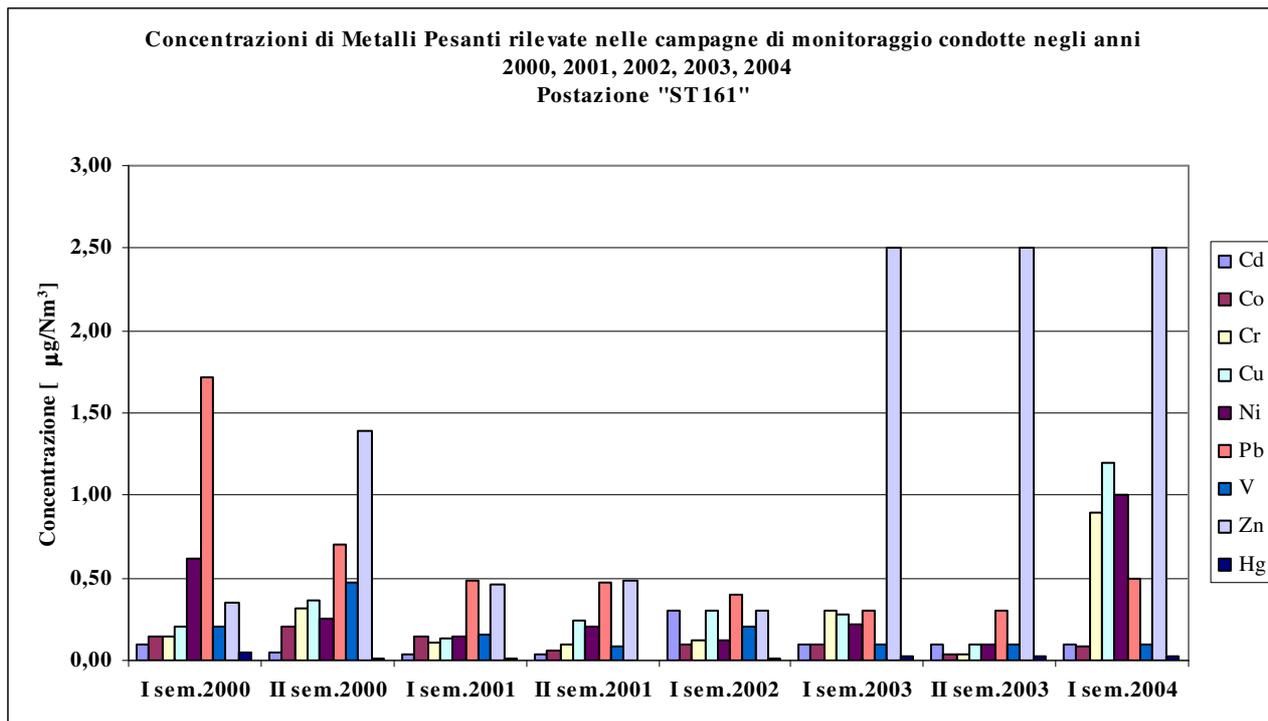
Le concentrazioni dei metalli sono espresse in $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$.

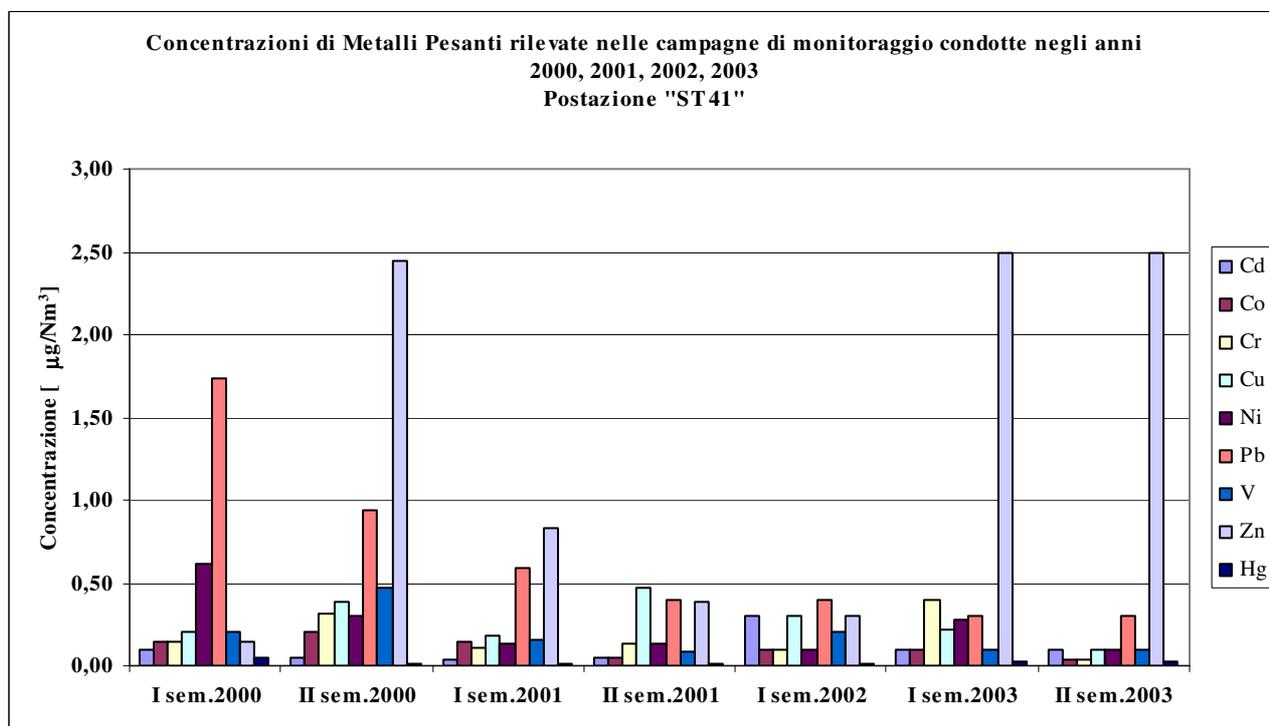
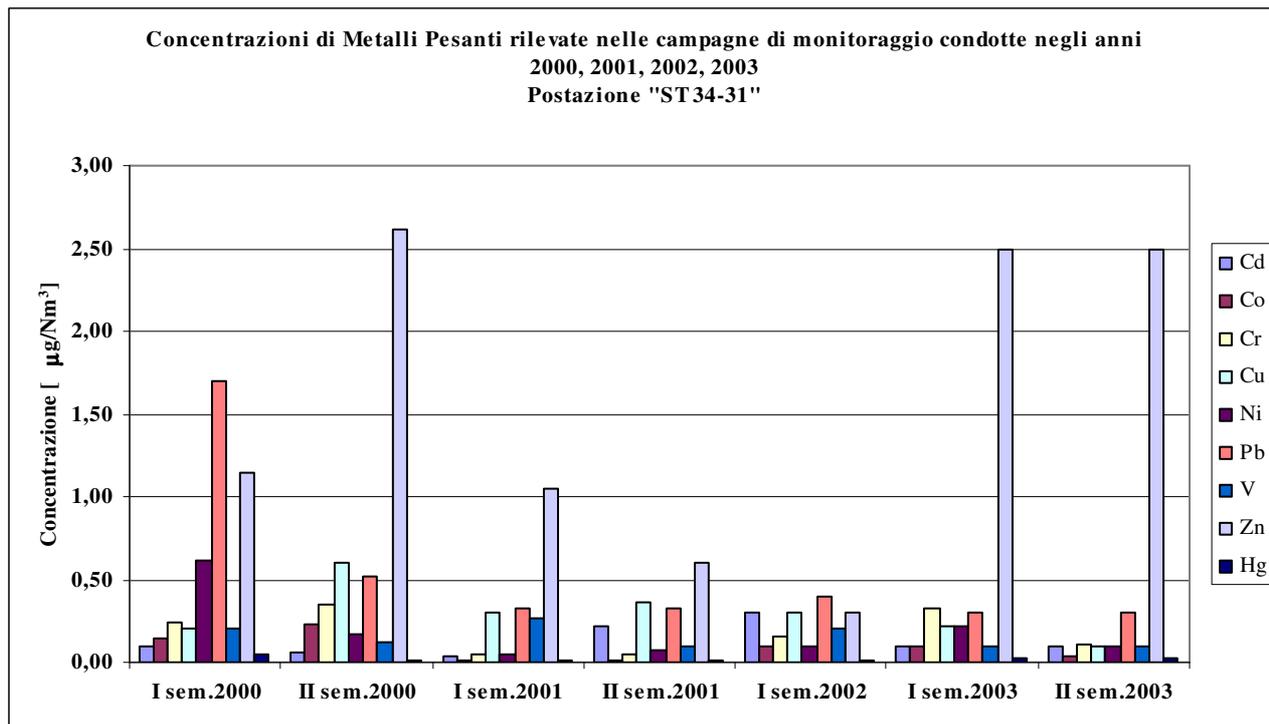


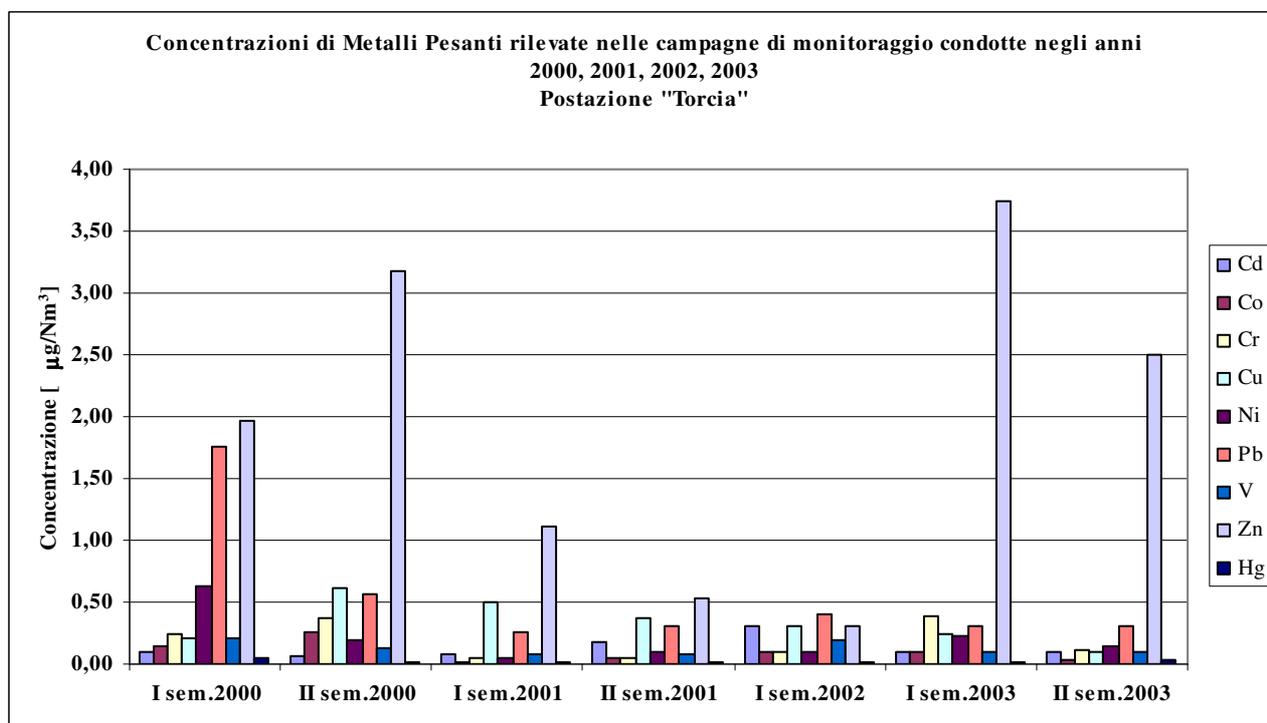
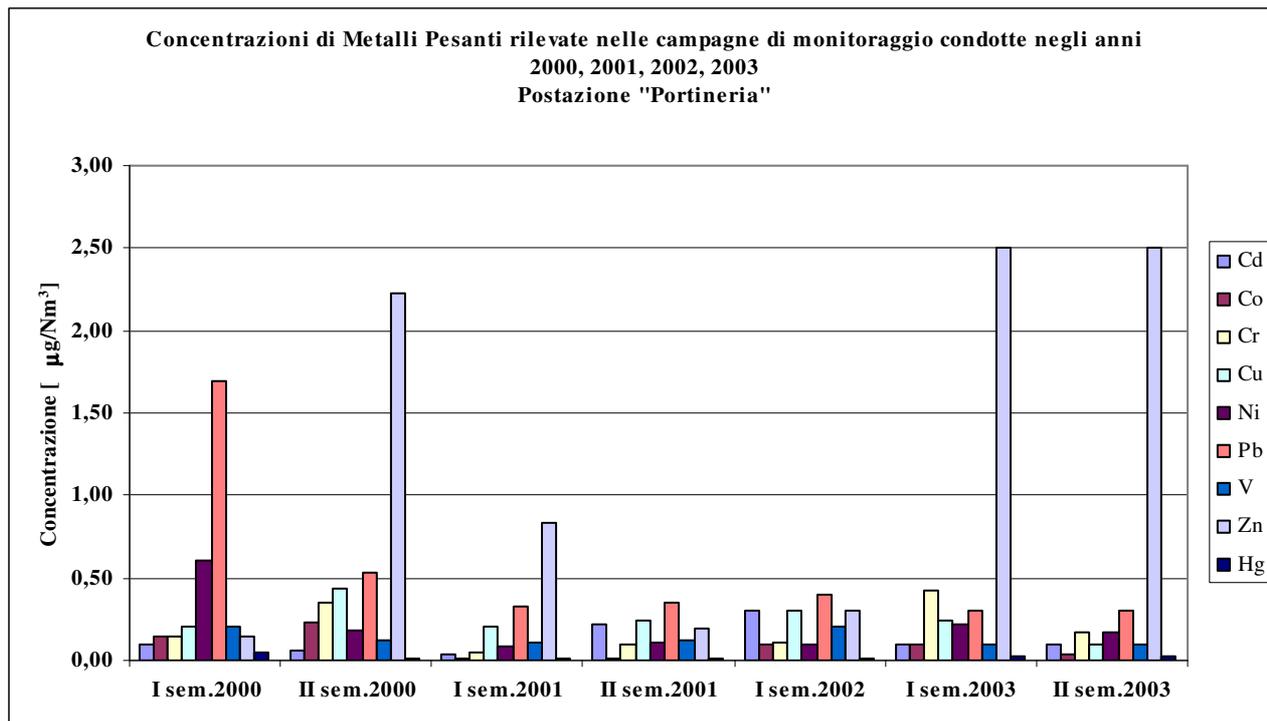


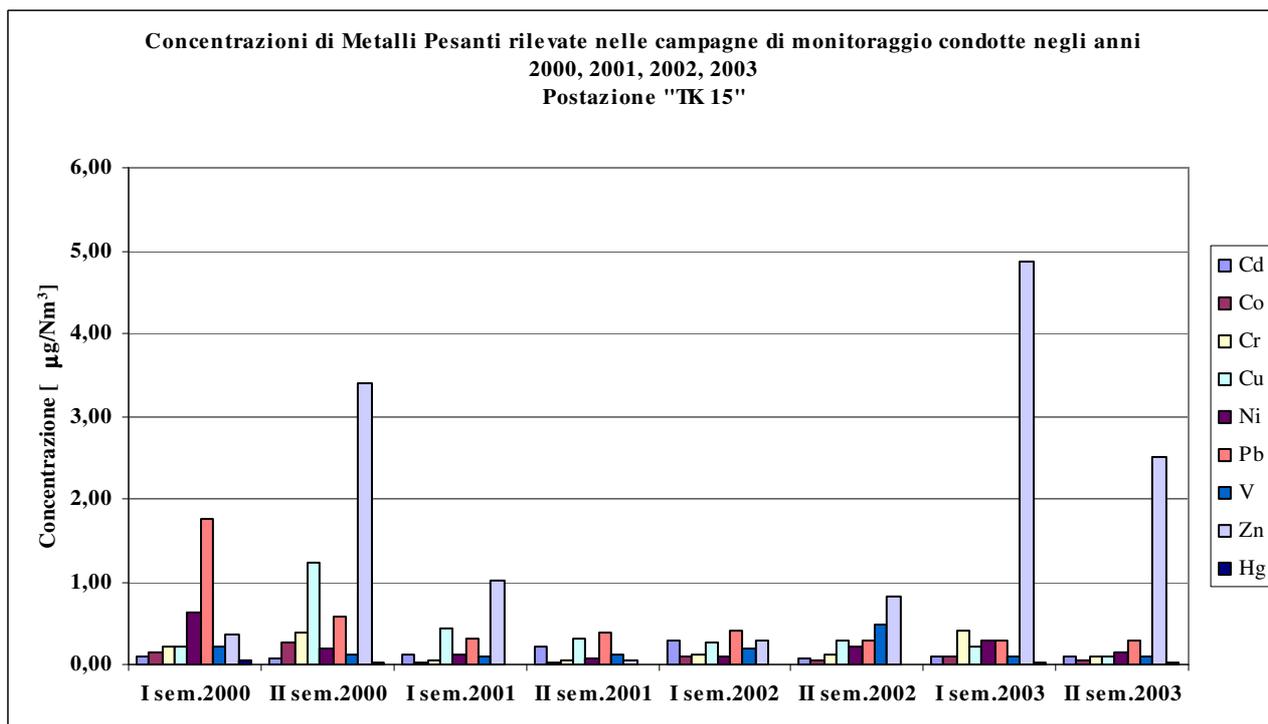
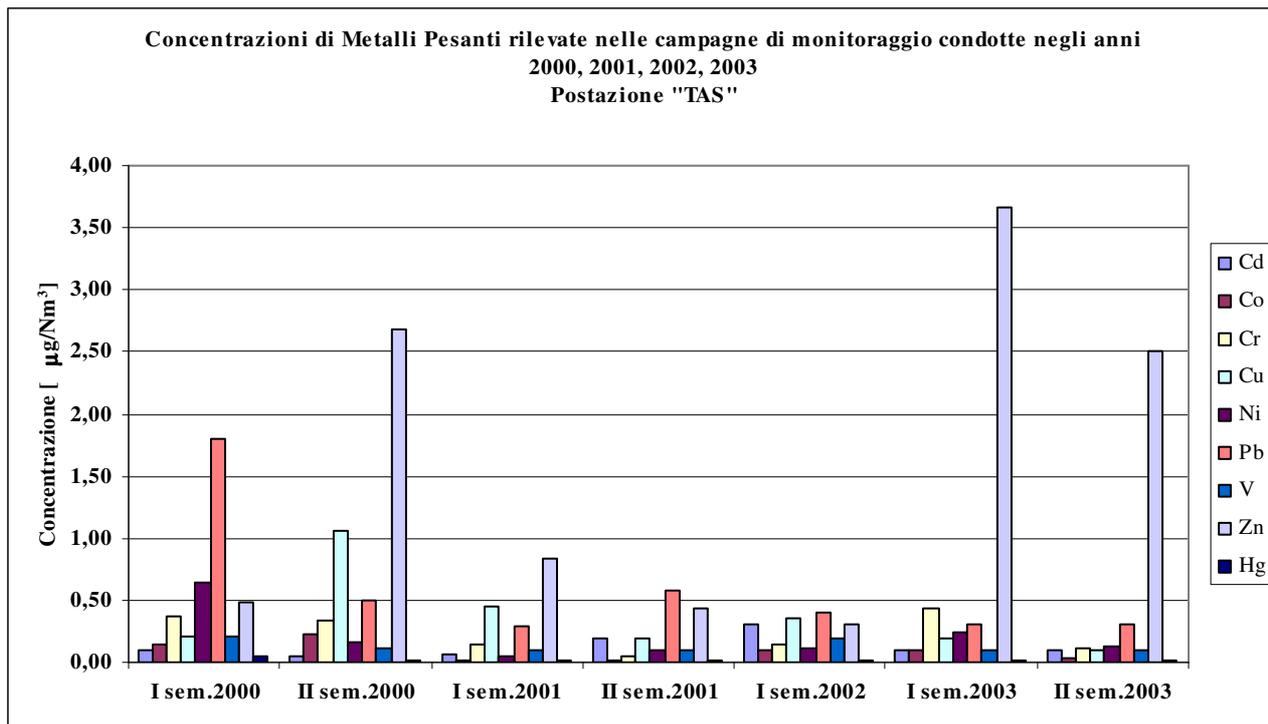


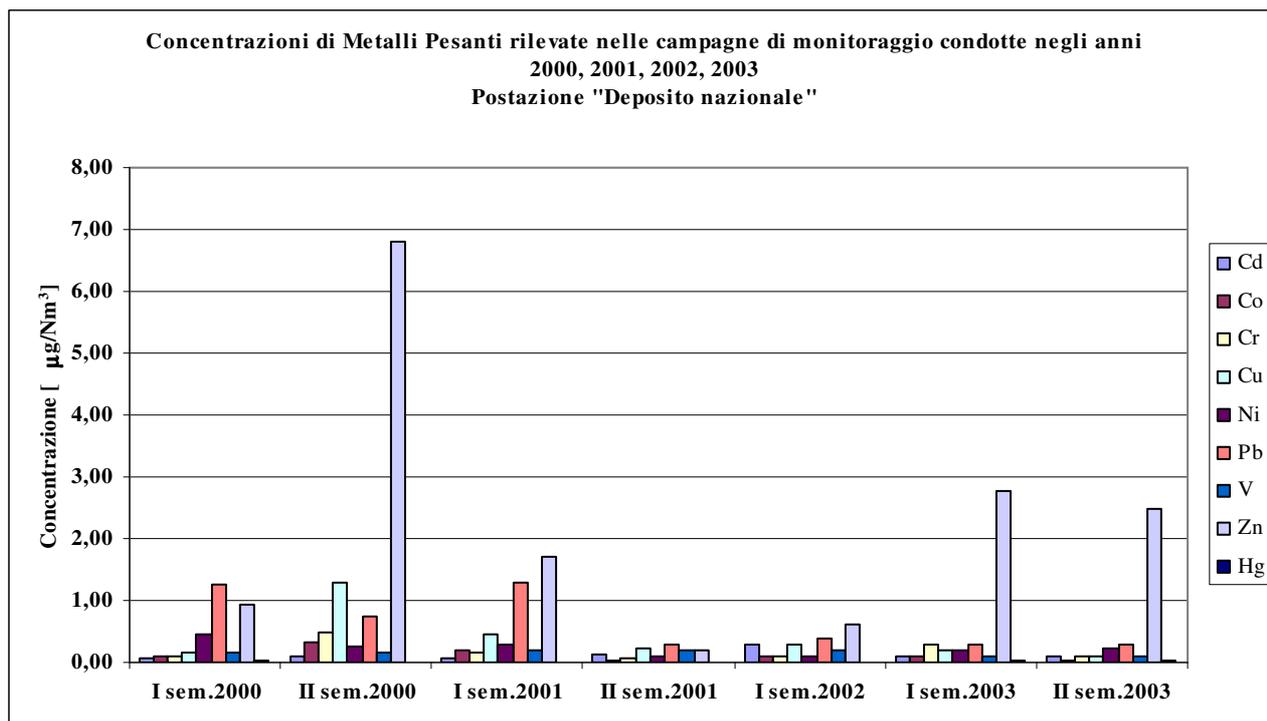














Le analisi effettuate nelle campagne 2004 riguardanti il contenuto di metalli nelle polveri hanno evidenziato il fatto che i valori trovati sono perfettamente in linea con quelli delle campagne precedenti, in particolare nel secondo semestre nessun campionamento ha dato risultato positivo.

I valori della concentrazione di zinco sono condizionati dall'esiguità del volume di aria campionato.

Dal confronto con i dati raccolti negli anni precedenti si può notare come i dati monitorati nel 2004 confermino la tendenza alla diminuzione delle concentrazioni di metalli nell'aria evidenziatasi già dal 2001, con un costante trend di miglioramento.

Pertanto, anche la campagna di monitoraggio 2004 dei Metalli Pesanti ha confermato che l'entrata in servizio a pieno regime del Gasificatore IGCC non ha comportato un deterioramento della qualità dell'aria.



3. IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI (IPA)

3.1 Caratteristiche

Gli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) sono una classe numerosa di composti organici tutti caratterizzati strutturalmente dalla presenza di due o più anelli aromatici condensati fra loro.

L'IPA più semplice dal punto di vista strutturale è il naftalene, un composto a due anelli che è un gas a temperatura ambiente. Gli IPA costituiti da tre a cinque anelli possono essere presenti in atmosfera sia come gas che come particolato, mentre quelli caratterizzati da cinque o più anelli tendono a presentarsi per lo più in forma solida. Si formano nel corso delle combustioni incomplete di prodotti organici come il carbone, il petrolio, il gas o i rifiuti.

Anche se esistono più di cento diversi IPA, quelli più imputati nel causare dei danni alla salute di uomini e animali sono: l'acenaftene, l'acenaftilene, l'antracene, il benzo(a)antracene, il dibenzo(a,h)antracene, il crisene, il pirene, il benzo(a)pirene, l'indeno(1,2,3-c,d)pirene, il fenantrene, il fluorantene, il benzo(b)fluoroantene, il benzo(k)fluoroantene, il benzo(g,h,i)perilene e il fluorene.

Solitamente nell'aria non si ritrovano mai come composti singoli, ma all'interno di miscele dove sono presenti molte decine di IPA diversi e in proporzioni che in alcuni casi possono anche variare di molto. Il fatto che l'esposizione avvenga ad una miscela di composti, di composizione non costante, rende difficile l'attribuzione delle conseguenze sulla salute alla presenza di uno specifico idrocarburo policiclico aromatico. Tuttavia è stato comunque dimostrato che l'esposizione alle miscele IPA comporta un aumento dell'insorgenza del cancro, soprattutto in presenza di benzo(a)pirene. Gli IPA sono comunque presenti nell'atmosfera a concentrazioni relativamente basse (ng/m^3).

La normativa italiana sulla qualità dell'aria regola il monitoraggio degli IPA (sette composti) nelle sole aree urbane (**D.M. 25 novembre 1994**). Tuttavia, l'unico composto per il quale è definito un obiettivo di qualità è il Benzo(a)pirene, il cui valore è pari a **1 ng/m^3** . Ciò perché è il composto caratterizzato dalla maggiore evidenza di cancerogenità.



3.2 Metodo di misura

Il metodo di riferimento per il campionamento e l'analisi è NIOSH #5515, al quale è stata apportata una variante, ossia l'utilizzo dello spettrometro di massa accoppiato al gascromatografo al posto del detector FID.

3.2.1 Principio

Campionamento su filtro e fiala adsorbente, estrazione (desorbimento chimico) con Diclorometano dei composti di interesse, determinazione gascromatografica ed identificazione con spettrometro di massa degli ioni di frammentazione primaria di idrocarburi policiclici aromatici.

3.2.2 Apparecchiatura

Il metodo richiede, oltre la normale attrezzatura da laboratorio, i seguenti elementi:

- Filtri in PTFE a membrana da 37mm di diametro aventi pori di diametro da 2 μm ;
- Portafiltro in plastica;
- Fiale adsorbenti in XAD-2 100mg/50mg;
- Pompa aspirante meccanica rotativa dotata di misuratore volumetrico, sensore isotermico e sensore di pressione atmosferica;
- Vials da 10 ml;
- Vials da 2 ml;
- Filtri in PTFE aventi pori di diametro da 0.45 μm ;
- Ghiera con setto in silicone/PTFE;
- GC 8000 top/MS MD800 marca Thermoquest

3.2.3 Campionamento

Si è predisposta la linea di campionamento secondo quanto segue:

- il cavalletto è stato posizionato ad una altezza di 150cm dal terreno, si è fissata la pompa e la fiala con cassetta; e si è impostato il flusso di aspirazione pari a 2.0 L/min;
- la durata del campionamento è stata tale da raggiungere un di almeno 500 N litri.



3.2.4 Procedimento

I campioni vengono desorbiti chimicamente trasferendo il materiale adsorbente, la lana di vetro contenuta nelle fiale, e i filtri in vials da 10ml. Vengono aggiunti 5ml di Diclorometano, si chiudono ermeticamente e si lasciano agitare per 20 minuti circa in un bagno ad ultrasuoni. Si filtra l'estratto e si trasferiscono 900µl in un vial da 2ml contenente 100µl di Standard interno. Il campione è così pronto per l'analisi quantitativa.

3.2.5 Espressione del Risultato

La concentrazione degli I.P.A. per ogni singolo composto viene espressa in µg/Nm³ con la seguente equazione:

$$IPA(\mu g / Nm^3) = \frac{C_{fiala} \cdot V_1 + C_{filtro} \cdot V_2}{V_3} \cdot 1000$$

Dove :

C_{fiala} = la concentrazione, espressa in µg/l, nella fiala

C_{filtro} = la concentrazione, espressa in µg/l, nel filtro

V_1 e V_2 = il volume dell'estratto, espresso in litri, nella fiala e nel filtro

V_3 = il volume campionato,5 espresso in Nm³

I volumi sono stati normalizzati a 273 K.

3.3 Risultati e conclusioni

In questo paragrafo vengono riportati i valori, espressi in concentrazione, rilevati nelle due campagne di monitoraggio effettuate nel 2004.

Ciascuna tabella si riferisce ad ogni singola postazione e contiene la concentrazione di ogni singolo IPA misurata nelle cinque determinazioni.

Il grafici riportano l'andamento delle concentrazioni di IPA (IPA Totali medi, Benzo(a)pirene, Naftalene e Fluorene) rilevate nel 2004 e il trend delle concentrazioni di IPA Totali e Benzo(a)pirene nelle postazioni interne ed esterne alla raffineria dal 2000 al 2004.



Postazione Esterna: ABITATO SARROCH											
IPA [$\mu\text{g}/\text{Nm}^3$]	I semestre 2004						II semestre 2004				
	1° det.	2° det.	3° det.	4° det.	5° det.	Media	1° det.	2° det.	3° det.	4° det.	Media
Naftalene	0,1911	0,0612	0,1028	0,0597	0,1010	0,1032	0,0803	0,0471	0,0318	0,6633	0,2056
Acenaftilene	0,0009	<0,0004	0,0007	0,0005	0,0005	0,0007	0,0024	0,0005	<0,0006	0,0036	0,0018
Acenaftene	0,0024	0,0009	<0,0004	0,0007	0,0010	0,0011	0,0012	0,0012	<0,0006	0,0045	0,0019
Fluorene	0,0046	0,0023	<0,0004	0,0019	0,0026	0,0024	0,0031	<0,0004	0,0007	0,0135	0,0044
Fenantrene	0,0085	0,0053	<0,0004	0,0040	0,0033	0,0043	0,0005	0,0056	<0,0006	0,0017	0,0021
Antracene	0,0006	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0046	0,0006	0,0015
Fluorantene	0,0015	0,0006	0,0012	<0,0004	<0,0004	0,0008	<0,0004	0,0007	<0,0006	0,0009	<0,0007
Pirene	<0,0004	<0,0004	0,0015	<0,0004	<0,0004	0,0006	<0,0004	0,0005	<0,0006	0,0009	0,0006
Benzo(a)Antracene	<0,0004	<0,0004	0,0005	<0,0004	<0,0004	0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0006	0,0035	<0,0012
Crisene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0006	0,0038	<0,0013
Benzo(b)Fluorantene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	<0,0004	0,0005	<0,0006	<0,0004	<0,0005
Benzo(k)Fluorantene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0006	<0,0004	<0,0005
Benzo(a)Pirene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0006	0,0035	<0,0012
Indeno(1,2,3,c-d)Pirene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0006	<0,0004	<0,0005
Dibenzo(a,h)Antracene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0006	<0,0004	<0,0005
Benzo(g,h,i)Perilene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	0,0005	<0,0004	<0,0006	<0,0004	0,0005
IPA TOTALI	0,2132	0,0743	0,1111	0,0712	0,1128	0,1165	0,092	0,0597	0,0449	0,7018	0,2246

Postazione Esterna: IS LACCHEDDUS											
IPA [$\mu\text{g}/\text{Nm}^3$]	I semestre 2004						II semestre 2004				
	1° det.	2° det.	3° det.	4° det.	5° det.	Media	1° det.	2° det.	3° det.	4° det.	Media
Naftalene	0,0233	0,0768	0,1908	0,0644	0,0880	0,0887	0,0563	0,0937	0,0433	0,0228	0,0540
Acenaftilene	<0,0004	<0,0004	0,0005	<0,0004	<0,0004	0,0004	0,0007	0,0008	0,0006	<0,0006	0,0007
Acenaftene	<0,0004	0,0011	0,0025	0,0008	0,0008	0,0011	0,0016	0,0014	<0,0004	<0,0006	0,0010
Fluorene	<0,0004	0,0018	0,0050	0,0016	0,0024	0,0022	0,0048	<0,0004	0,0031	0,0010	0,0023
Fenantrene	0,0009	0,0043	0,0071	0,0028	0,0040	0,0038	<0,0004	0,0070	0,0028	<0,0006	0,0027
Antracene	<0,0004	0,0004	0,0007	<0,0004	<0,0004	0,0005	<0,0004	<0,0004	0,0078	<0,0006	0,0023
Fluorantene	<0,0004	<0,0004	0,0005	<0,0004	<0,0004	0,0004	0,0007	0,0008	0,0006	<0,0006	<0,0007
Pirene	<0,0004	0,0005	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	0,0005	<0,0004	<0,0004	0,0017	0,0008
Benzo(a)Antracene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0006	<0,0005
Crisene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0006	<0,0005
Benzo(b)Fluorantene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0006	<0,0005
Benzo(k)Fluorantene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0006	<0,0005
Benzo(a)Pirene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0006	<0,0005
Indeno(1,2,3,c-d)Pirene	<0,0004	<0,0004	0,0006	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0006	<0,0005
Dibenzo(a,h)Antracene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0006	<0,0005
Benzo(g,h,i)Perilene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	0,0006	<0,0004	<0,0004	<0,0006	0,0005
IPA TOTALI	0,0298	0,0889	0,2109	0,0744	0,1	0,1008	0,0688	0,1081	0,0622	0,0333	0,0681

Postazione Esterna: PORTO FOXI											
IPA [$\mu\text{g}/\text{Nm}^3$]	I semestre 2004						II semestre 2004				
	1° det.	2° det.	3° det.	4° det.	5° det.	Media	1° det.	2° det.	3° det.	4° det.	Media
Naftalene	0,0354	0,1065	0,1144	0,0461	0,1063	0,0817	0,0815	0,0658	0,0232	0,9749	0,2864
Acenaftilene	<0,0004	<0,0004	0,0010	0,0004	<0,0004	0,0005	0,0016	0,0012	<0,0004	0,0034	0,0017
Acenaftene	0,0014	0,0017	<0,0004	0,0009	0,0015	0,0012	0,0022	0,0018	<0,0004	<0,0006	0,0015
Fluorene	0,0016	0,0032	<0,0004	0,0020	0,0026	0,0020	0,0032	<0,0006	0,0016	0,0037	0,0023
Fenantrene	0,0014	0,0051	<0,0004	0,0026	0,0044	0,0028	0,0073	0,0104	0,0037	<0,0006	0,0055
Antracene	0,0007	0,0005	<0,0004	<0,0004	0,0004	0,0005	<0,0004	<0,0006	<0,0004	<0,0006	0,0005
Fluorantene	<0,0004	0,0004	0,0007	<0,0004	<0,0004	0,0005	0,0012	0,0009	<0,0004	<0,0006	<0,0008
Pirene	<0,0004	<0,0004	0,0011	<0,0004	<0,0004	0,0005	0,0009	<0,0006	<0,0004	0,0006	0,0006
Benzo(a)Antracene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	<0,0004	<0,0006	<0,0004	<0,0006	<0,0005
Crisene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	<0,0004	<0,0006	<0,0004	<0,0006	<0,0005
Benzo(b)Fluorantene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	0,0008	0,0006	<0,0004	<0,0006	<0,0006
Benzo(k)Fluorantene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	<0,0004	<0,0006	<0,0004	<0,0006	<0,0005
Benzo(a)Pirene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	0,0005	<0,0006	<0,0004	<0,0006	<0,0005
Indeno(1,2,3,c-d)Pirene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0006	<0,0004	<0,0006	<0,0005
Dibenzo(a,h)Antracene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0006	<0,0004	<0,0006	<0,0005
Benzo(g,h,i)Perilene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	0,0006	<0,0006	<0,0004	<0,0006	0,0006
IPA TOTALI	0,0449	0,1214	0,122	0,0564	0,1196	0,0929	0,1022	0,0867	0,0337	0,9892	0,30295



Postazione Esterna: SA PERDA SCRITTA											
IPA [$\mu\text{g}/\text{Nm}^3$]	I semestre 2004					II semestre 2004					
	1° det.	2° det.	3° det.	4° det.	5° det.	Media	1° det.	2° det.	3° det.	4° det.	Media
Naftalene	0,0296	0,0781	0,0462	0,0390	0,0587	0,0503	0,0305	0,0528	0,0533	0,0298	0,0416
Acenaftilene	<0,0004	0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0005	0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0062	<0,0004	0,0019
Acenaftene	<0,0004	0,0008	0,0006	0,0020	0,0010	0,0010	<0,0004	0,0023	0,0009	<0,0004	0,0010
Fluorene	0,0008	0,0020	0,0022	0,0030	0,0022	0,0020	0,0009	0,0061	<0,0004	0,0007	0,0020
Fenantrene	0,0016	0,0028	0,0019	0,0040	0,0032	0,0027	0,0010	0,0034	0,0065	<0,0004	0,0028
Antracene	<0,0004	0,0006	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	0,0039	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0013
Fluorantene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	0,0005	<0,0004	0,0009	<0,0004	<0,0006
Pirene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	0,0012	<0,0004	<0,0004	0,0019	0,0010
Benzo(a)Antracene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004
Crisene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004
Benzo(b)Fluorantene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	<0,0004	0,0005	<0,0004	<0,0004	<0,0004
Benzo(k)Fluorantene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0005	<0,0004	<0,0004
Benzo(a)Pirene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004
Indeno(1,2,3,c-d)Pirene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004
Dibenzo(a,h)Antracene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004
Benzo(g,h,i)Perilene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004
IPA TOTALI	0,0368	0,0887	0,0557	0,0528	0,07	0,0608	0,042	0,0695	0,0723	0,0376	0,05535

Postazione Esterna: TAVERNETTA ESIT											
IPA [$\mu\text{g}/\text{Nm}^3$]	I semestre 2004					II semestre 2004					
	1° det.	2° det.	3° det.	4° det.	5° det.	Media	1° det.	2° det.	3° det.	4° det.	Media
Naftalene	0,0288	0,0515	0,1397	0,0931	0,1233	0,0873	0,2080	0,0809	0,0153	0,0412	0,0864
Acenaftilene	0,0152	<0,0004	0,0008	<0,0006	0,0006	0,0035	0,0061	0,0018	<0,0006	0,0006	0,0023
Acenaftene	<0,0004	0,0027	0,0006	0,0046	0,0014	0,0019	0,0043	0,0014	<0,0006	<0,0006	0,0017
Fluorene	0,0024	0,0025	0,0012	0,0103	0,0038	0,0040	0,0094	<0,0004	0,0008	0,0008	0,0029
Fenantrene	0,0065	0,0027	0,0024	0,0177	0,0082	0,0075	0,0091	0,0103	<0,0006	<0,0006	0,0052
Antracene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0006	<0,0004	0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0035	<0,0006	0,0012
Fluorantene	0,0011	<0,0004	0,0009	0,0006	<0,0004	0,0007	0,0015	0,0010	<0,0006	<0,0006	<0,0009
Pirene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0006	<0,0004	0,0004	0,0009	0,0005	<0,0006	0,0009	0,0007
Benzo(a)Antracene	<0,0004	<0,0004	0,0005	<0,0006	<0,0004	0,0005	<0,0004	<0,0004	<0,0006	<0,0006	<0,0005
Crisene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0006	<0,0004	0,0004	0,0013	<0,0004	<0,0006	<0,0006	<0,0007
Benzo(b)Fluorantene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0006	<0,0004	0,0004	0,0010	0,0007	<0,0006	<0,0006	<0,0007
Benzo(k)Fluorantene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0006	<0,0004	0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0006	<0,0006	<0,0005
Benzo(a)Pirene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0006	<0,0004	0,0004	0,0006	<0,0004	<0,0006	<0,0006	<0,0006
Indeno(1,2,3,c-d)Pirene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0006	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0006	<0,0006	<0,0005
Dibenzo(a,h)Antracene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0006	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0006	<0,0006	<0,0005
Benzo(g,h,i)Perilene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0006	<0,0004	0,0004	0,0009	0,0005	<0,0006	<0,0006	0,0007
IPA TOTALI	0,0584	0,0642	0,1497	0,1329	0,1417	0,1094	0,2451	0,1003	0,0274	0,0507	0,105875

Postazione Esterna: VILLA D'ORRI											
IPA [$\mu\text{g}/\text{Nm}^3$]	I semestre 2004					II semestre 2004					
	1° det.	2° det.	3° det.	4° det.	5° det.	Media	1° det.	2° det.	3° det.	4° det.	Media
Naftalene	0,0287	0,0073	0,0161	0,1127	0,0573	0,0444	0,2370	0,2182	0,0253	0,2367	0,1793
Acenaftilene	0,0013	0,0004	0,0006	<0,0004	<0,0004	0,0006	<0,0006	0,0213	<0,0004	0,0024	0,0062
Acenaftene	<0,0004	0,0004	0,0006	0,0009	0,0013	0,0007	<0,0006	0,0023	<0,0004	0,0052	0,0021
Fluorene	0,0005	0,0006	0,0009	0,0016	0,0025	0,0012	0,0038	0,0054	0,0017	0,0045	0,0039
Fenantrene	0,0015	0,0009	0,0008	0,0025	0,0028	0,0017	<0,0006	0,0134	0,0027	<0,0004	0,0043
Antracene	<0,0004	0,0005	0,0006	<0,0004	<0,0004	0,0005	<0,0006	0,0028	<0,0004	<0,0004	0,0011
Fluorantene	0,0006	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	0,0009	0,0014	0,0004	<0,0004	<0,0008
Pirene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	<0,0006	0,0005	0,0009	<0,0004	0,0006
Benzo(a)Antracene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0006	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0005
Crisene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0006	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0005
Benzo(b)Fluorantene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	<0,0006	0,0017	<0,0004	<0,0004	<0,0008
Benzo(k)Fluorantene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	<0,0006	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0005
Benzo(a)Pirene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	<0,0006	0,0006	<0,0004	<0,0004	<0,0005
Indeno(1,2,3,c-d)Pirene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	<0,0006	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0005
Dibenzo(a,h)Antracene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	<0,0006	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0005
Benzo(g,h,i)Perilene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	<0,0006	0,0009	<0,0004	<0,0004	<0,0006
IPA TOTALI	0,0370	0,0141	0,0236	0,1225	0,0687	0,0532	0,2495	0,2705	0,0354	0,2536	0,20225



Postazione Interna: FUNGO											
IPA [$\mu\text{g}/\text{Nm}^3$]	I semestre 2004					II semestre 2004					
	1° det.	2° det.	3° det.	4° det.	Media	1° det.	2° det.	3° det.	4° det.	Media	
Naftalene	0,6978	5,0671	5,7664	0,8142	0,6590	2,6009	3,2048	0,2403	0,1968	1,2067	1,2122
Acenaftilene	<0,0006	0,0153	0,0183	<0,0006	<0,0004	0,0070	0,0055	<0,0005	<0,0004	<0,0004	0,0017
Acenaftene	0,0081	0,0207	0,0203	0,0244	0,0193	0,0186	<0,0004	<0,0005	<0,0004	0,0027	0,0010
Fluorene	0,0015	0,0265	0,0123	0,0223	0,0250	0,0175	0,0092	<0,0005	<0,0004	0,0063	0,0041
Fenantrene	0,0053	0,0270	0,0120	0,0144	0,0231	0,0164	0,0036	<0,0005	<0,0004	<0,0004	0,0012
Antracene	<0,0006	<0,0004	<0,0004	0,0008	0,0008	0,0006	<0,0004	0,0146	0,0078	<0,0004	0,0058
Fluorantene	<0,0006	<0,0004	<0,0004	0,0007	0,0011	0,0006	<0,0004	<0,0005	<0,0004	<0,0004	0,0004
Pirene	<0,0006	<0,0004	<0,0004	<0,0006	0,0006	0,0005	0,0017	<0,0005	<0,0004	<0,0004	0,0008
Benzo(a)Antracene	<0,0006	<0,0004	<0,0004	<0,0006	0,0014	0,0007	<0,0004	<0,0005	<0,0004	<0,0004	0,0004
Crisene	<0,0006	<0,0004	0,0006	<0,0006	<0,0004	0,0005	<0,0004	<0,0005	<0,0004	<0,0004	0,0004
Benzo(b)Fluorantene	<0,0006	<0,0004	<0,0004	0,0009	<0,0004	0,0005	<0,0004	<0,0005	<0,0004	<0,0004	0,0004
Benzo(k)Fluorantene	<0,0006	<0,0004	0,0007	<0,0006	<0,0004	0,0005	<0,0004	<0,0005	<0,0004	<0,0004	0,0004
Benzo(a)Pirene	<0,0006	<0,0004	0,0008	<0,0006	<0,0004	0,0006	<0,0004	<0,0005	<0,0004	<0,0004	0,0004
Indeno(1,2,3,c-d)Pirene	<0,0006	<0,0004	<0,0004	<0,0006	<0,0004	0,0005	<0,0004	<0,0005	<0,0004	<0,0004	0,0004
Dibenzo(a,h)Antracene	<0,0006	<0,0004	<0,0004	<0,0006	<0,0004	0,0005	<0,0004	<0,0005	<0,0004	<0,0004	0,0004
Benzo(g,h,i)Perilene	<0,0006	<0,0004	<0,0004	<0,0006	<0,0004	0,0005	<0,0004	<0,0005	<0,0004	<0,0004	0,0004
IPA TOTALI	0,7199	5,161	5,8346	0,8831	0,7335	2,6664	3,2292	0,2619	0,2102	1,2209	1,23055

Postazione Interna: ST 132											
IPA [$\mu\text{g}/\text{Nm}^3$]	I semestre 2004					II semestre 2004					
	1° det.	2° det.	3° det.	4° det.	Media	1° det.	2° det.	3° det.	4° det.	Media	
Naftalene	0,2074	0,3227	0,3420	0,0933	0,1330	0,2197	0,1694	0,0585	0,0395	0,1605	0,1070
Acenaftilene	<0,0004	0,0024	<0,0004	0,0006	0,0008	0,0009	0,0010	<0,0004	<0,0006	<0,0004	0,0006
Acenaftene	0,0020	0,0028	0,0027	0,0015	0,0019	0,0022	<0,0004	0,0014	0,0009	0,0009	0,0009
Fluorene	0,0006	0,0053	0,0022	0,0027	0,0039	0,0029	0,0022	<0,0004	0,0044	0,0024	0,0024
Fenantrene	0,0039	0,0042	0,0025	0,0063	0,0076	0,0049	<0,0004	<0,0004	0,0006	<0,0004	0,0005
Antracene	<0,0004	<0,0006	<0,0004	0,0008	0,0008	0,0006	<0,0004	0,0099	<0,0006	<0,0004	0,0028
Fluorantene	<0,0004	<0,0006	<0,0004	0,0008	0,0010	0,0006	<0,0004	<0,0004	<0,0006	<0,0004	0,0005
Pirene	<0,0004	<0,0006	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	<0,0004	0,0035	<0,0006	<0,0004	0,0012
Benzo(a)Antracene	<0,0004	<0,0006	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0006	<0,0004	0,0005
Crisene	<0,0004	<0,0006	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0006	<0,0004	0,0005
Benzo(b)Fluorantene	<0,0004	<0,0006	<0,0004	0,0008	0,0011	0,0007	<0,0004	0,0020	<0,0006	<0,0004	0,0009
Benzo(k)Fluorantene	<0,0004	<0,0006	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	<0,0004	0,0032	<0,0006	<0,0004	0,0012
Benzo(a)Pirene	<0,0004	<0,0006	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0006	<0,0004	0,0005
Indeno(1,2,3,c-d)Pirene	<0,0004	<0,0006	<0,0004	0,0010	<0,0004	0,0006	<0,0004	<0,0004	<0,0006	<0,0004	0,0005
Dibenzo(a,h)Antracene	<0,0004	<0,0006	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0006	<0,0004	0,0005
Benzo(g,h,i)Perilene	<0,0004	<0,0006	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0006	<0,0004	0,0005
IPA TOTALI	0,2187	0,344	0,3542	0,1106	0,1533	0,2362	0,1778	0,0825	0,0526	0,169	0,120475

Postazione Interna: ST 161										
IPA [$\mu\text{g}/\text{Nm}^3$]	I semestre 2004					II semestre 2004				
	1° det.	2° det.	3° det.	4° det.	Media	1° det.	2° det.	3° det.	4° det.	Media
Naftalene	0,1615	0,3453	0,0779	<0,0004	0,1463	0,2039	0,2648	0,0415	<0,0004	0,1277
Acenaftilene	<0,0004	0,0018	0,0017	<0,0004	0,0011	0,0007	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0005
Acenaftene	0,0014	0,0035	0,0020	<0,0004	0,0018	<0,0004	<0,0004	0,0011	<0,0004	0,0006
Fluorene	0,0005	0,0055	0,0019	<0,0004	0,0021	0,0041	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0013
Fenantrene	0,0027	0,0063	0,0052	0,0009	0,0038	0,0011	0,0031	<0,0004	<0,0004	0,0013
Antracene	<0,0004	<0,0004	0,0010	0,0010	0,0007	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004
Fluorantene	<0,0004	<0,0004	0,0005	<0,0004	0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0014	<0,0004	0,0007
Pirene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	<0,0004	0,0014	<0,0004	<0,0004	0,0007
Benzo(a)Antracene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004
Crisene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	<0,0004	0,0014	<0,0004	<0,0004	0,0007
Benzo(b)Fluorantene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0005	0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004
Benzo(k)Fluorantene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004
Benzo(a)Pirene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004
Indeno(1,2,3,c-d)Pirene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004
Dibenzo(a,h)Antracene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004
Benzo(g,h,i)Perilene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004
IPA TOTALI	0,1709	0,3668	0,0938	0,0076	0,1598	0,2146	0,2755	0,0492	0,0064	0,136425



Postazione Interna: ST 169											
IPA [$\mu\text{g}/\text{Nm}^3$]	I semestre 2004						II semestre 2004				
	1° det.	2° det.	3° det.	4° det.	5° det.	Media	1° det.	2° det.	3° det.	4° det.	Media
Naftalene	0,1518	0,3132	0,3114	0,1172	0,0926	0,1972	0,6231	0,1308	0,2370	0,2511	0,3105
Acenaftilene	<0,0004	0,0017	<0,0004	0,0014	0,0013	0,0010	0,0021	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0008
Acenaftene	0,0013	0,0026	0,0040	0,0024	0,0017	0,0024	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0014	0,0007
Fluorene	<0,0004	0,0031	0,0019	0,0057	0,0034	0,0029	0,0031	<0,0004	<0,0004	0,0041	0,0020
Fenantrene	0,0017	0,0031	0,0029	0,0097	0,0079	0,0051	<0,0004	<0,0004	0,0031	<0,0004	0,0011
Antracene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0006	0,0007	0,0005	<0,0004	0,0066	<0,0004	<0,0004	0,0020
Fluorantene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0015	0,0011	0,0008	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004
Pirene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0010	<0,0004	0,0005	<0,0004	0,0012	<0,0004	<0,0004	0,0006
Benzo(a)Antracene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0208	<0,0004	0,0055
Crisene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0005	<0,0004	0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0045	<0,0004	0,0014
Benzo(b)Fluorantene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0007	0,0009	0,0006	<0,0004	<0,0004	0,0032	<0,0004	0,0011
Benzo(k)Fluorantene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004
Benzo(a)Pirene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004
Indeno(1,2,3,c-d)Pirene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004
Dibenzo(a,h)Antracene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004
Benzo(g,h,i)Perilene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004
IPA TOTALI	0,1596	0,3281	0,325	0,1431	0,1128	0,2137	0,6335	0,1438	0,273	0,2618	0,328025

Postazione Interna: ST 41											
IPA [$\mu\text{g}/\text{Nm}^3$]	I semestre 2004						II semestre 2004				
	1° det.	2° det.	3° det.	4° det.	5° det.	Media	1° det.	2° det.	3° det.	4° det.	Media
Naftalene	0,3261	0,3518	0,7670	0,0536	0,1139	0,3225	0,3606	0,2784	0,2102	0,3476	0,2992
Acenaftilene	<0,0004	0,0024	0,0021	0,0006	0,0024	0,0016	0,0005	0,0004	<0,0002	<0,0004	0,0004
Acenaftene	0,0032	0,0049	0,0056	0,0036	0,0022	0,0039	<0,0004	<0,0004	<0,0002	0,0026	0,0009
Fluorene	0,0004	0,0054	0,0028	0,0046	0,0055	0,0037	0,0015	<0,0004	<0,0002	0,0053	0,0019
Fenantrene	0,0059	0,0046	0,0043	0,0089	0,0125	0,0072	<0,0004	<0,0004	<0,0002	<0,0004	0,0004
Antracene	<0,0004	<0,0006	<0,0004	0,0038	0,0010	0,0012	<0,0004	0,0054	<0,0002	<0,0004	0,0016
Fluorantene	<0,0004	<0,0006	0,0005	0,0009	0,0023	0,0009	<0,0004	<0,0004	0,0033	<0,0004	0,0011
Pirene	<0,0004	<0,0006	0,0007	0,0005	<0,0004	0,0005	<0,0004	0,0011	<0,0002	<0,0004	0,0005
Benzo(a)Antracene	<0,0004	<0,0006	0,0010	<0,0004	<0,0004	0,0006	<0,0004	<0,0004	<0,0002	<0,0004	0,0004
Crisene	<0,0004	<0,0006	0,0005	<0,0004	<0,0004	0,0005	<0,0004	<0,0004	<0,0002	<0,0004	0,0004
Benzo(b)Fluorantene	<0,0004	<0,0006	<0,0004	<0,0004	0,0015	0,0007	<0,0004	0,0004	<0,0002	<0,0004	0,0004
Benzo(k)Fluorantene	<0,0004	<0,0006	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	<0,0004	0,0004	<0,0002	<0,0005	0,0004
Benzo(a)Pirene	<0,0004	<0,0006	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0002	<0,0004	0,0004
Indeno(1,2,3,c-d)Pirene	<0,0004	<0,0006	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0002	<0,0004	0,0004
Dibenzo(a,h)Antracene	<0,0004	<0,0006	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0002	<0,0004	0,0004
Benzo(g,h,i)Perilene	<0,0004	<0,0006	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0002	<0,0004	0,0004
IPA TOTALI	0,3404	0,3757	0,7873	0,0797	0,1445	0,3455	0,3678	0,2901	0,2163	0,3608	0,30875

Postazione Interna: PORTINERIA											
IPA [$\mu\text{g}/\text{Nm}^3$]	I semestre 2004						II semestre 2004				
	1° det.	2° det.	3° det.	4° det.	5° det.	Media	1° det.	2° det.	3° det.	4° det.	Media
Naftalene	0,3852	0,4324	0,4169	0,3962	0,8389	0,4939	0,2919	0,3051	0,4378	0,1831	0,3045
Acenaftilene	0,0019	0,0024	0,0013	0,0012	0,0023	0,0018	<0,0006	<0,0006	<0,0004	0,0071	0,0022
Acenaftene	0,0040	0,0037	0,0034	0,0029	0,0038	0,0036	0,0084	0,0026	0,0134	0,0057	0,0075
Fluorene	0,0075	0,0086	0,0066	0,0063	0,0084	0,0075	0,0092	0,0061	<0,0004	0,0229	0,0097
Fenantrene	0,0183	0,0164	0,0110	0,0115	0,0165	0,0147	0,0112	<0,0006	<0,0004	0,0230	0,0088
Antracene	<0,0006	<0,0004	0,0007	0,0007	0,0010	0,0007	<0,0006	<0,0006	<0,0004	<0,0004	0,0005
Fluorantene	0,0011	0,0013	0,0007	0,0005	0,0007	0,0009	<0,0006	<0,0006	<0,0004	0,0010	<0,0007
Pirene	<0,0006	0,0013	0,0005	<0,0004	0,0007	0,0007	<0,0006	<0,0006	<0,0004	0,0011	0,0007
Benzo(a)Antracene	<0,0006	<0,0004	<0,0004	0,0005	<0,0004	<0,0005	<0,0006	<0,0006	<0,0004	0,0005	0,0005
Crisene	<0,0006	<0,0004	<0,0004	0,0007	<0,0004	<0,0005	<0,0006	<0,0006	<0,0004	0,0009	0,0006
Benzo(b)Fluorantene	<0,0006	0,0013	<0,0004	0,0010	0,0009	0,0008	<0,0006	<0,0006	<0,0004	0,0013	0,0007
Benzo(k)Fluorantene	<0,0006	<0,0004	<0,0004	0,0007	<0,0004	0,0005	<0,0006	<0,0006	<0,0004	<0,0004	0,0005
Benzo(a)Pirene	<0,0006	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	<0,0006	<0,0006	<0,0004	0,0007	<0,0006
Indeno(1,2,3,c-d)Pirene	<0,0006	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	<0,0006	<0,0006	<0,0004	0,0084	0,0025
Dibenzo(a,h)Antracene	<0,0006	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	<0,0006	<0,0006	<0,0004	<0,0004	<0,0005
Benzo(g,h,i)Perilene	<0,0006	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0005	<0,0006	<0,0006	0,0005	0,0008	0,0006
IPA TOTALI	0,4240	0,4706	0,4439	0,4242	0,876	0,5277	0,3279	0,3216	0,4569	0,2577	0,341025



Postazione Interna: ST 34-31											
IPA [$\mu\text{g}/\text{Nm}^3$]	I semestre 2004						II semestre 2004				
	1° det.	2° det.	3° det.	4° det.	5° det.	Media	1° det.	2° det.	3° det.	4° det.	Media
Naftalene	0,1162	0,0013	0,1576	<0,0006	0,1181	0,0788	0,1807	0,1867	0,0152	0,0575	0,1100
Acenaftilene	<0,0006	<0,0004	<0,0004	<0,0006	0,0005	0,0005	0,0011	<0,0006	<0,0004	<0,0004	0,0006
Acenaftene	0,0027	0,0010	0,0038	0,0012	0,0030	0,0023	0,0027	0,0023	<0,0004	0,0027	0,0020
Fluorene	0,0009	0,0006	0,0022	0,0007	0,0019	0,0013	0,0125	<0,0006	0,0021	0,0050	0,0051
Fenantrene	0,0079	0,0010	0,0042	0,0024	0,0057	0,0042	0,0085	<0,0006	<0,0004	<0,0004	0,0025
Antracene	<0,0006	<0,0004	<0,0004	0,0015	0,0009	0,0008	<0,0004	<0,0006	<0,0004	<0,0004	0,0005
Fluorantene	<0,0006	<0,0004	<0,0004	0,0007	0,0008	0,0006	<0,0004	<0,0006	<0,0004	0,0012	<0,0007
Pirene	<0,0006	<0,0004	<0,0004	<0,0006	0,0009	0,0006	0,0006	<0,0006	<0,0004	<0,0004	0,0005
Benzo(a)Antracene	<0,0006	<0,0004	<0,0004	<0,0006	<0,0004	<0,0005	<0,0004	<0,0006	<0,0004	<0,0004	0,0005
Crisene	<0,0006	<0,0004	<0,0004	<0,0006	<0,0004	<0,0005	0,0006	<0,0006	<0,0004	<0,0004	0,0005
Benzo(b)Fluorantene	<0,0006	<0,0004	<0,0004	0,0013	<0,0004	0,0006	0,0015	<0,0006	<0,0004	<0,0004	0,0007
Benzo(k)Fluorantene	<0,0006	<0,0004	<0,0004	<0,0006	<0,0004	0,0005	<0,0004	<0,0006	<0,0004	0,0007	0,0005
Benzo(a)Pirene	<0,0006	<0,0004	<0,0004	<0,0006	<0,0004	0,0005	0,0007	<0,0006	<0,0004	<0,0004	<0,0005
Indeno(1,2,3,c-d)Pirene	<0,0006	<0,0004	<0,0004	<0,0006	<0,0004	0,0005	0,0107	<0,0006	<0,0004	<0,0004	0,0030
Dibenzo(a,h)Antracene	<0,0006	<0,0004	<0,0004	<0,0006	<0,0004	0,0005	<0,0004	<0,0006	<0,0004	<0,0004	<0,0005
Benzo(g,h,i)Perilene	<0,0006	<0,0004	<0,0004	<0,0006	<0,0004	0,0005	0,0008	<0,0006	<0,0004	<0,0004	0,0006
IPA TOTALI	0,1349	0,0087	0,1726	0,0138	0,135	0,0930	0,2225	0,1974	0,0229	0,0715	0,128575

Postazione Interna: FRONTE TORCIA											
IPA [$\mu\text{g}/\text{Nm}^3$]	I semestre 2004						II semestre 2004				
	1° det.	2° det.	3° det.	4° det.	5° det.	Media	1° det.	2° det.	3° det.	4° det.	Media
Naftalene	0,2359	0,1052	0,2171	0,4201	0,3521	0,2661	0,4263	0,1336	0,6607	0,1340	0,3387
Acenaftilene	<0,0004	<0,0004	0,0026	0,0012	0,0008	0,0011	<0,0004	0,0006	<0,0006	0,0013	0,0007
Acenaftene	0,0091	0,0063	0,0038	0,0071	0,0129	0,0078	0,0398	0,0025	<0,0006	0,0013	0,0111
Fluorene	0,0055	0,0040	0,0102	0,0058	0,0069	0,0065	0,0337	0,0037	<0,0006	0,0097	0,0119
Fenantrene	0,0097	0,0085	0,0179	0,0135	0,0120	0,0123	0,0165	<0,0006	0,0008	0,0090	0,0067
Antracene	<0,0004	<0,0004	0,0007	0,0007	0,0008	0,0006	<0,0004	<0,0006	0,0007	<0,0004	0,0005
Fluorantene	0,0009	0,0010	0,0017	0,0006	0,0006	0,0010	<0,0004	<0,0006	<0,0006	0,0006	<0,0006
Pirene	0,0006	0,0009	0,0014	<0,0004	<0,0004	0,0007	<0,0004	<0,0006	<0,0006	0,0007	0,0006
Benzo(a)Antracene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0006	<0,0006	<0,0004	0,0005
Crisene	<0,0004	<0,0004	0,0009	<0,0004	<0,0004	<0,0005	<0,0004	<0,0006	<0,0006	0,0006	0,0006
Benzo(b)Fluorantene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0009	0,0005	<0,0004	<0,0006	<0,0006	0,0012	0,0007
Benzo(k)Fluorantene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	<0,0004	0,0007	<0,0006	<0,0004	0,0005
Benzo(a)Pirene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	<0,0004	<0,0006	<0,0006	0,0006	<0,0006
Indeno(1,2,3,c-d)Pirene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	<0,0004	<0,0006	<0,0006	0,0042	0,0015
Dibenzo(a,h)Antracene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	<0,0004	<0,0006	<0,0006	<0,0004	<0,0005
Benzo(g,h,i)Perilene	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	<0,0004	<0,0006	<0,0006	0,0008	0,0006
IPA TOTALI	0,2657	0,1299	0,2591	0,4526	0,3902	0,2995	0,5211	0,1477	0,67	0,1656	0,3761

Postazione Interna: TAS											
IPA [$\mu\text{g}/\text{Nm}^3$]	I semestre 2004						II semestre 2004				
	1° det.	2° det.	3° det.	4° det.	5° det.	Media	1° det.	2° det.	3° det.	4° det.	Media
Naftalene	1,7994	1,9561	1,1424	2,8219	2,9495	2,1339	0,0990	0,0611	0,7823	0,8302	0,4432
Acenaftilene	<0,0006	<0,0004	0,0018	0,0135	0,0428	0,0118	0,0006	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0005
Acenaftene	0,0504	0,0275	0,0100	0,0477	0,1034	0,0478	0,0022	<0,0004	0,0458	0,0388	0,0218
Fluorene	0,0748	0,0527	0,0133	0,0429	0,1403	0,0648	0,0025	0,0015	<0,0004	0,0502	0,0137
Fenantrene	0,0258	0,0251	0,0085	0,0306	0,1614	0,0503	0,0037	<0,0004	0,0009	0,0033	0,0021
Antracene	0,0007	<0,0004	<0,0004	0,0008	0,0005	<0,0006	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004
Fluorantene	0,0010	0,0007	<0,0004	<0,0004	0,0015	0,0008	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004
Pirene	0,0008	<0,0004	0,0006	<0,0004	0,0012	0,0007	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004
Benzo(a)Antracene	<0,0006	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004
Crisene	<0,0006	0,0005	0,0004	<0,0004	0,0005	0,0005	<0,0004	<0,0004	0,0006	0,0006	0,0005
Benzo(b)Fluorantene	0,0013	0,0011	<0,0004	0,0009	0,0008	0,0009	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0011	<0,0006
Benzo(k)Fluorantene	<0,0006	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0005	<0,0004	<0,0004
Benzo(a)Pirene	<0,0006	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0005	<0,0004
Indeno(1,2,3,c-d)Pirene	<0,0006	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0046	<0,0015
Dibenzo(a,h)Antracene	<0,0006	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004
Benzo(g,h,i)Perilene	<0,0006	<0,0004	0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0005	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0007	0,0005
IPA TOTALI	1,9590	2,0673	1,1806	2,9619	3,4039	2,3145	0,1124	0,0682	0,8345	0,9328	0,486975

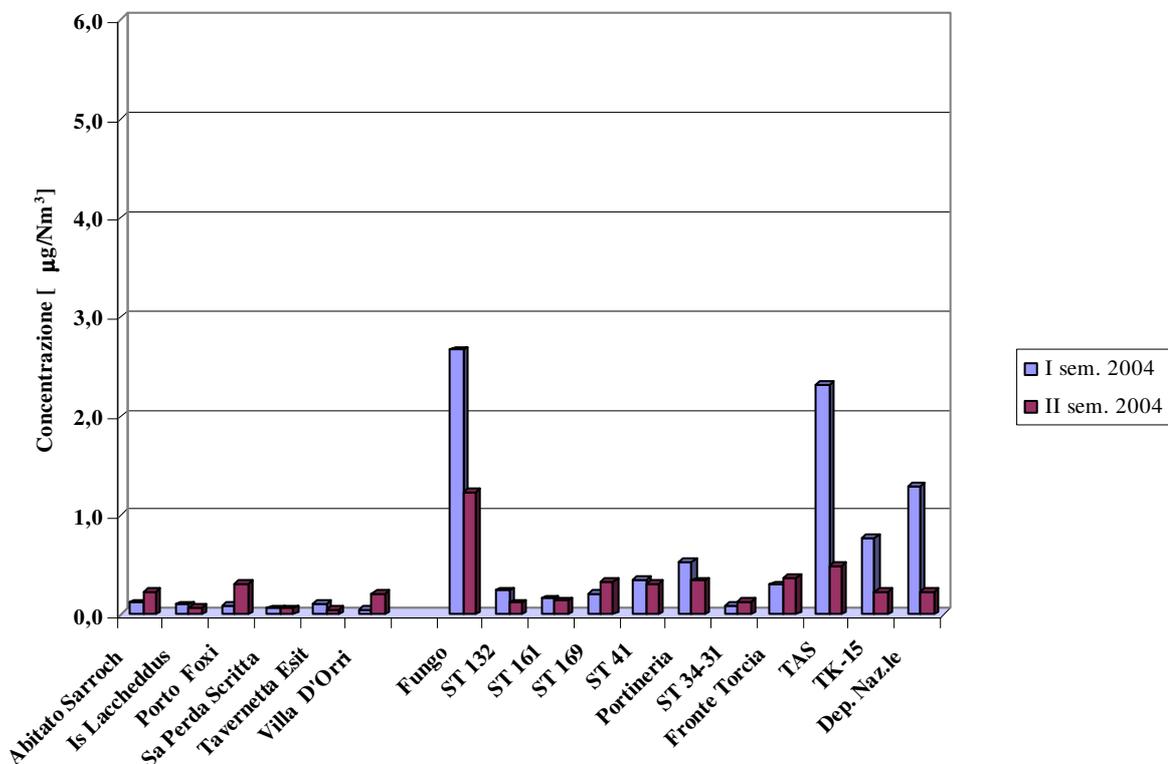


Postazione Interna: TK 15											
IPA [$\mu\text{g}/\text{Nm}^3$]	I semestre 2004						II semestre 2004				
	1° det.	2° det.	3° det.	4° det.	5° det.	Media	1° det.	2° det.	3° det.	4° det.	Media
Naftalene	0,4738	1,1333	0,9018	0,1348	1,0253	0,7338	0,2279	0,2892	0,0338	0,1933	0,1861
Acenaftilene	<0,0006	<0,0004	0,0014	0,0007	0,0036	0,0013	0,0095	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0027
Acenaftene	0,0085	0,0110	0,0076	0,0011	0,0068	0,0070	0,0061	<0,0004	0,0016	0,0076	0,0039
Fluorene	0,0110	0,0149	0,0100	0,0015	0,0089	0,0093	0,0083	0,0588	<0,0004	0,0196	0,0218
Fenantrene	0,0164	0,0183	0,0086	0,0047	0,0202	0,0136	0,0163	0,0161	<0,0004	0,0099	0,0107
Antracene	<0,0006	<0,0004	<0,0004	0,0008	0,0006	<0,0006	<0,0004	<0,0004	0,0011	<0,0004	0,0006
Fluorantene	0,0017	0,0013	<0,0004	0,0018	0,0007	0,0012	0,0012	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0006
Pirene	0,0012	0,0012	<0,0004	0,0017	<0,0004	0,0010	0,0011	0,0005	<0,0004	<0,0004	0,0006
Benzo(a)Antracene	<0,0006	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004
Crisene	<0,0006	<0,0004	<0,0004	0,0014	0,0008	<0,0007	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0005	0,0004
Benzo(b)Fluorantene	0,0012	0,0011	<0,0004	0,0009	0,0006	0,0008	<0,0004	0,0006	<0,0004	0,0006	0,0005
Benzo(k)Fluorantene	0,0020	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0007	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004
Benzo(a)Pirene	<0,0006	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004
Indeno(1,2,3,c-d)Pirene	<0,0006	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0039	<0,0013
Dibenzo(a,h)Antracene	<0,0006	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004
Benzo(g,h,i)Perilene	<0,0006	<0,0004	<0,0004	0,0005	<0,0004	0,0005	<0,0004	<0,0004	0,0018	<0,0004	0,0008
IPA TOTALI	0,5206	1,1847	0,9334	0,1519	1,0703	0,7722	0,274	0,3696	0,0431	0,239	0,231425

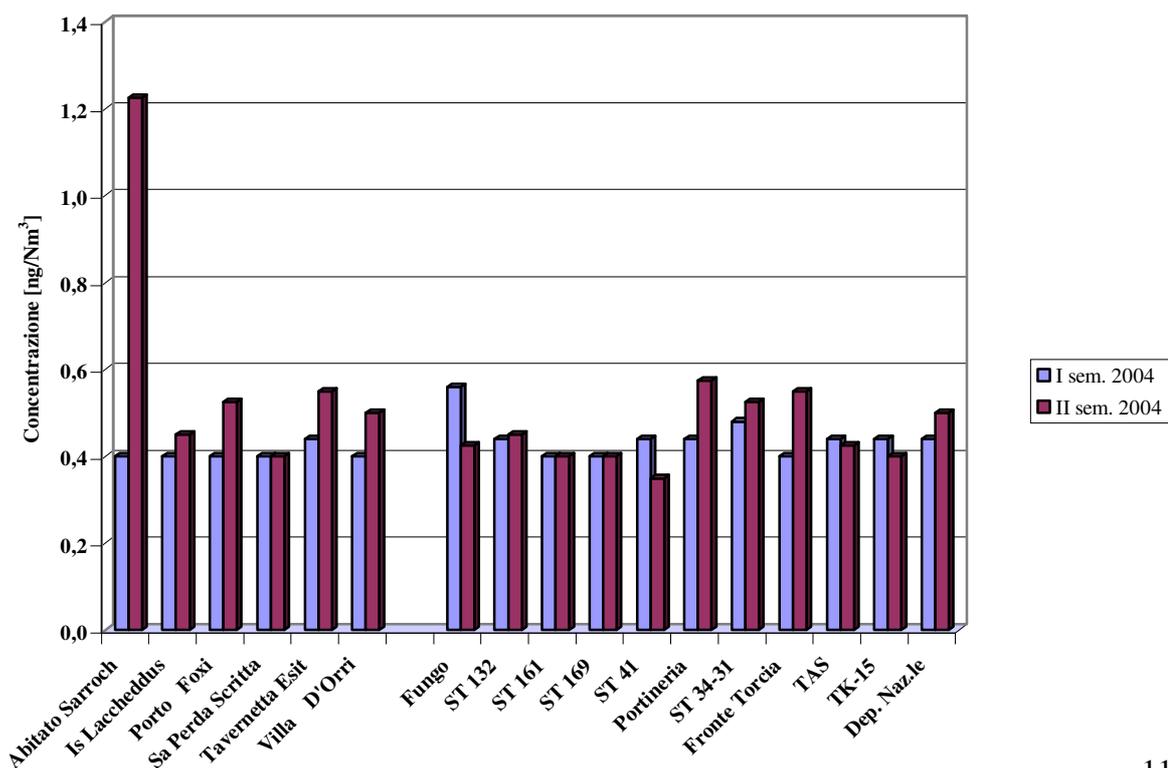
Postazione Interna: DEPOSITO NAZIONALE											
IPA [$\mu\text{g}/\text{Nm}^3$]	I semestre 2004						II semestre 2004				
	1° det.	2° det.	3° det.	4° det.	5° det.	Media	1° det.	2° det.	3° det.	4° det.	Media
Naftalene	0,3888	0,8611	1,4406	0,3718	3,1794	1,2483	0,0915	0,2994	0,2821	0,1758	0,2122
Acenaftilene	<0,0006	0,0013	0,0024	0,0005	0,0010	0,0012	0,0009	<0,0006	<0,0004	<0,0004	0,0006
Acenaftene	0,0061	0,0061	0,0109	0,0022	0,0214	0,0093	0,0019	<0,0006	0,0013	0,0010	0,0012
Fluorene	0,0184	0,0150	0,0223	0,0048	0,0196	0,0160	0,0021	0,0031	<0,0004	0,0048	0,0026
Fenantrene	0,0161	0,0172	0,0121	0,0034	0,0005	0,0099	0,0029	<0,0006	<0,0004	0,0024	0,0016
Antracene	<0,0006	<0,0004	0,0005	0,0005	0,0006	<0,0005	<0,0006	<0,0006	<0,0004	<0,0004	0,0005
Fluorantene	<0,0006	0,0011	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0004	<0,0004	0,0005
Pirene	<0,0006	0,0007	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0005	<0,0006	<0,0006	<0,0004	<0,0004	0,0005
Benzo(a)Antracene	<0,0006	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0006	<0,0006	<0,0004	<0,0004	<0,0005
Crisene	<0,0006	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	<0,0006	<0,0006	<0,0004	<0,0004	0,0005
Benzo(b)Fluorantene	0,0011	0,0012	<0,0004	<0,0004	0,0008	0,0008	<0,0006	<0,0006	<0,0004	0,0006	0,0006
Benzo(k)Fluorantene	<0,0006	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	<0,0006	0,0031	<0,0004	<0,0004	0,0011
Benzo(a)Pirene	<0,0006	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	<0,0006	<0,0006	<0,0004	<0,0004	<0,0005
Indeno(1,2,3,c-d)Pirene	<0,0006	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	<0,0006	<0,0006	<0,0004	0,0104	<0,0030
Dibenzo(a,h)Antracene	<0,0006	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0006	<0,0006	<0,0004	<0,0004	<0,0005
Benzo(g,h,i)Perilene	<0,0006	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	0,0019	<0,0006	<0,0004	<0,0004	0,0008
IPA TOTALI	0,4371	0,9069	1,4928	0,3872	3,2269	1,2902	0,1072	0,3134	0,289	0,199	0,22715



Concentrazioni di IPA totali rilevati nelle campagne di monitoraggio del 2004
Postazioni esterne ed interne alla raffineria

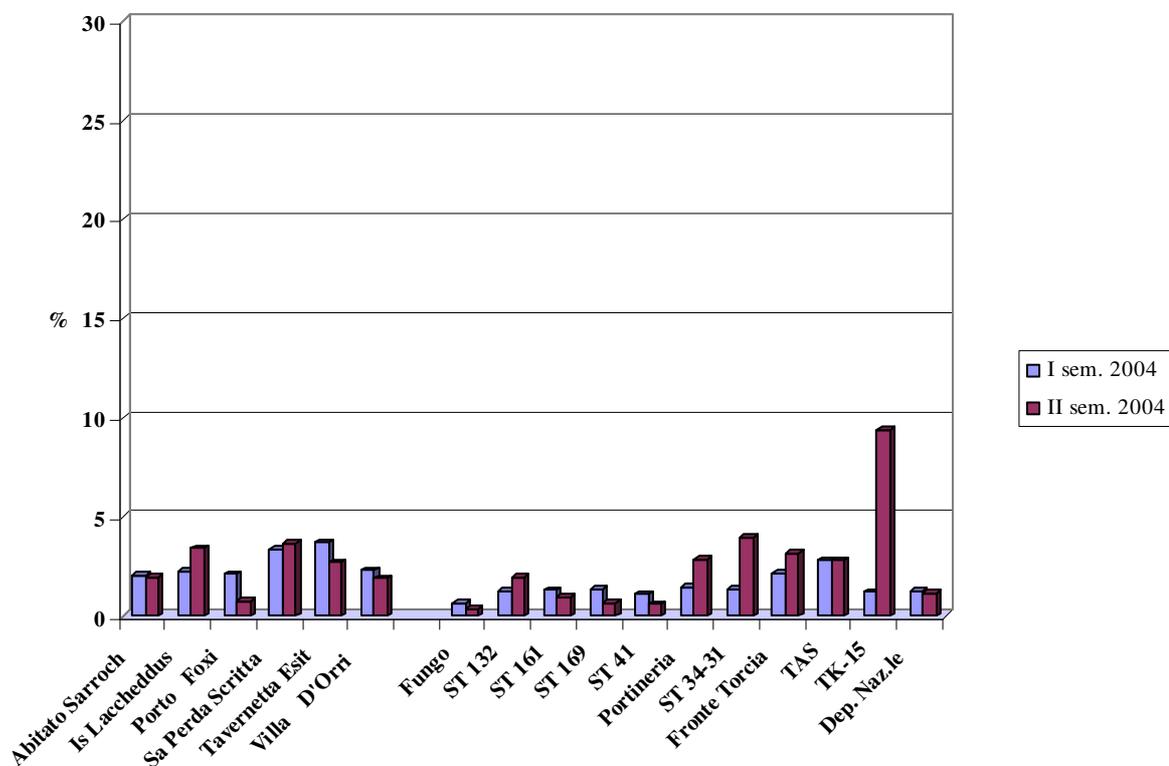


Concentrazioni medie di Benzo(a)pirene rilevate nelle campagne di monitoraggio del 2004
Postazioni esterne ed interne alla raffineria

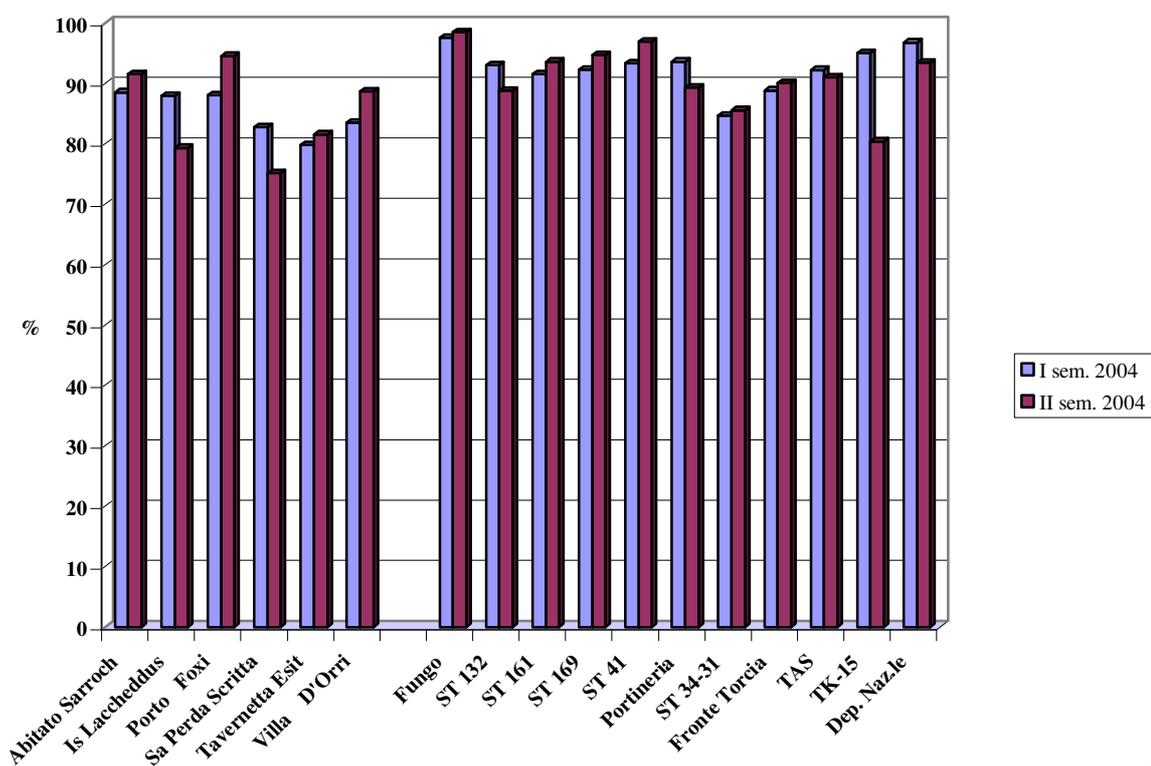




% di Fluorene sul totale degli IPA
Postazioni esterne ed interne alla raffineria

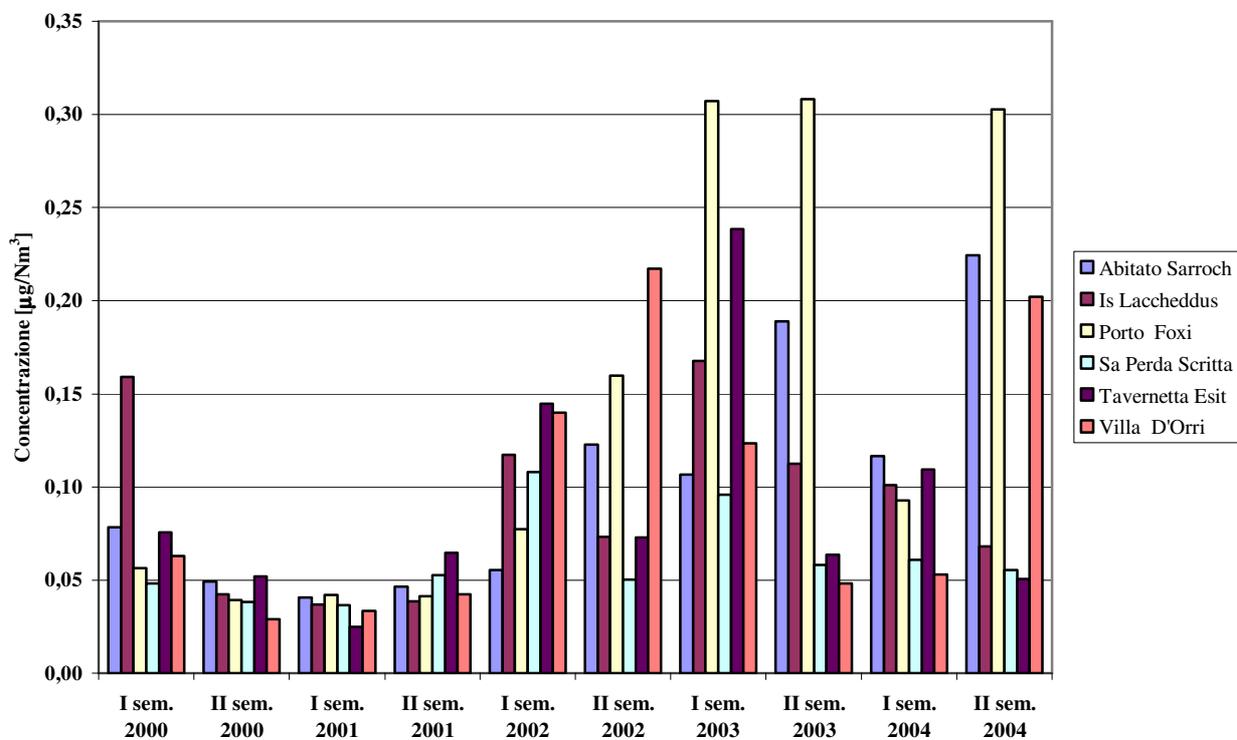


% di Naftalene sul totale degli IPA
Postazioni esterne ed interne alla raffineria

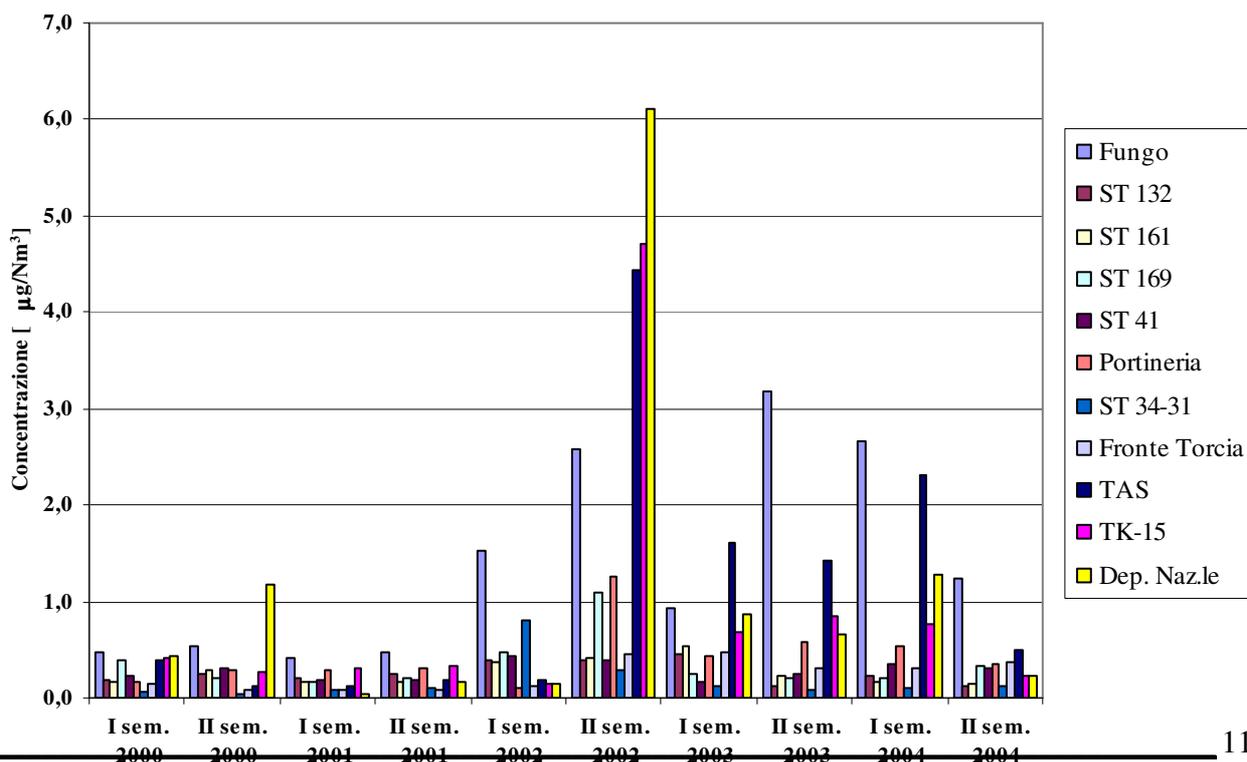




Concentrazioni di IPA Totali rilevate nelle campagne di monitoraggio condotte negli anni
2000, 2001, 2002, 2003, 2004
Postazioni esterne alla raffineria

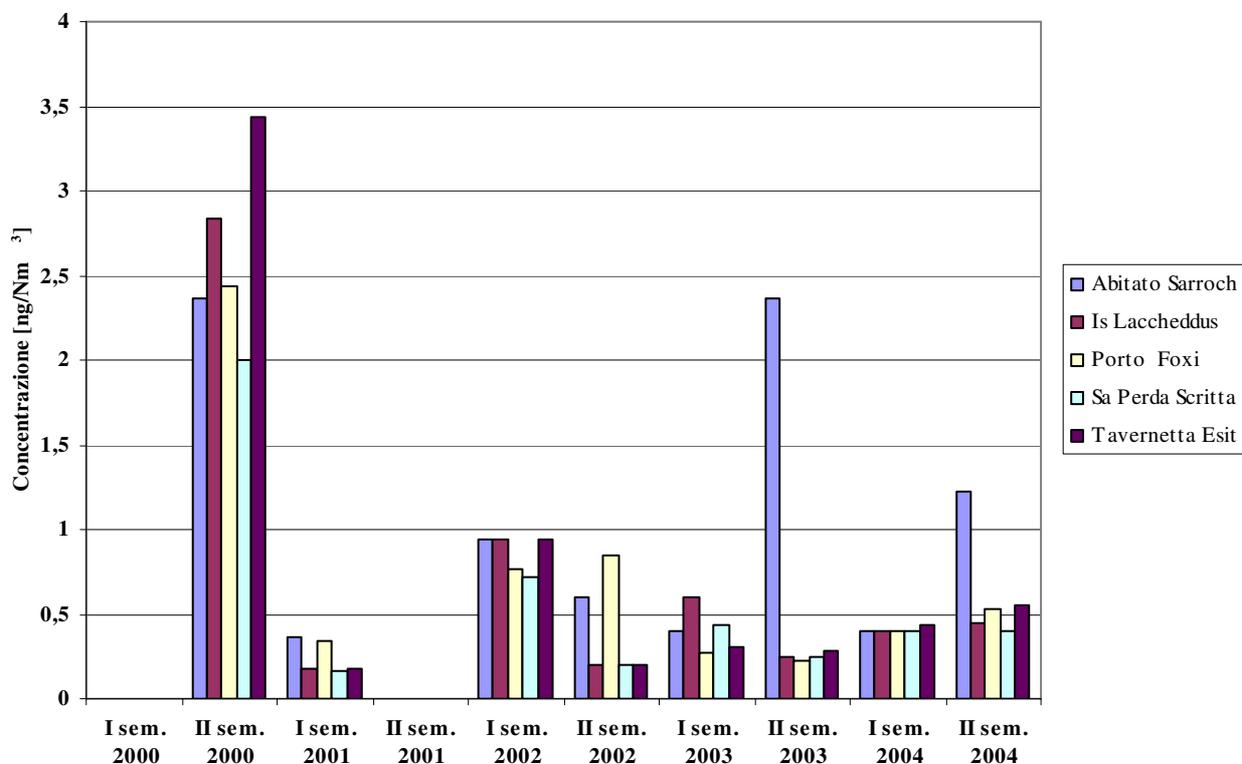


Concentrazioni di IPA Totali rilevate nelle campagne di monitoraggio condotte negli anni
2000, 2001, 2002, 2003, 2004
Postazioni interne alla raffineria

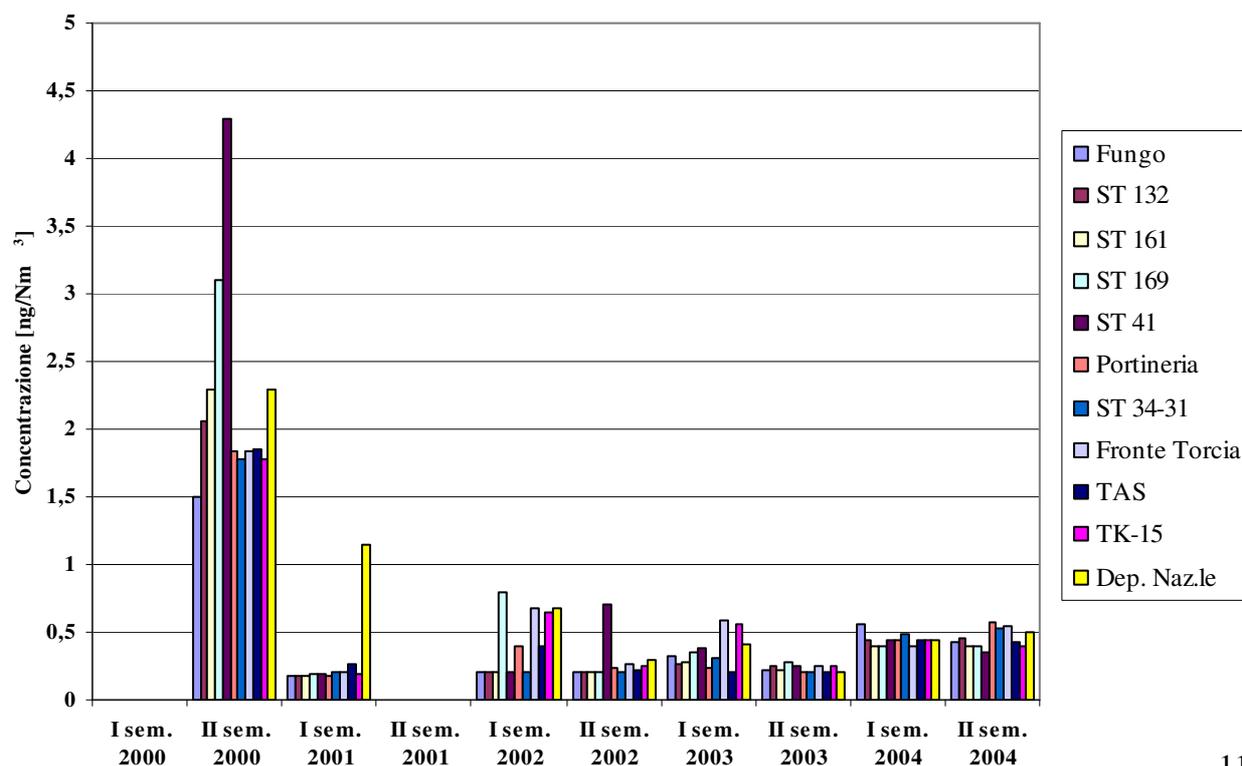




**Concentrazioni di Benzo(a)pirene rilevate nelle campagne di monitoraggio condotte negli anni
2000, 2001, 2002, 2003, 2004
Postazioni esterne alla raffineria**



**Concentrazioni di Benzo(a)pirene rilevate nelle campagne di monitoraggio condotte negli anni
2000, 2001, 2002, 2003, 2004
Postazioni interne alla raffineria**





Dall'analisi dei valori rilevati nel 2004 (riportati nelle tabelle e rappresentati graficamente), si può notare come, nel primo semestre, solo 5 campionamenti su 85 abbiano dato valori di polveri superiori al limite di rivelabilità, mentre nel secondo semestre nessun campionamento ha dato risultato di polveri positivo.

Per quanto concerne il contenuto dei metalli nelle polveri, i valori trovati sono perfettamente in linea con quelli delle campagne precedenti.

Analizzando le concentrazioni dei singoli composti classificati come IPA emerge che i composti presenti in concentrazione maggiore sono il Naftalene e il Fluorene.

In particolare, il Naftalene raggiunge percentuali medie rispetto agli IPA totali comprese tra il 70 e il 90%; mentre il Fluorene raggiunge percentuali medie inferiori al 10%.

Particolare attenzione è stata posta al controllo del Benzo(a)Pirene, l'unico composto per il quale è definito un obiettivo di qualità dal **D.M. 25 novembre 1994**, pari a **1 ng/m³**. Tale limite è valido nelle aree urbane, mentre non si applica a quelle industriali, né all'ambiente esterno.

Tuttavia, la sua assodata pericolosità per la salute umana lo inserisce tra gli inquinanti oggetto di monitoraggi mirati. Le concentrazioni medie mostrano, nel primo semestre, valori inferiori a 0.6 ng/Nm³ in tutte le postazioni. Nel secondo semestre, tuttavia, nella postazione Abitato di Sarroch in una determinazione è risultato un valore anomalo pari a 3,5 ng/Nm³, tutte le altre determinazioni (altre 3 su Abitato Sarroch e 4 per le altre postazioni: Is Laccheddus, Porto Foxi, Sa Perda Scitta, Tavernetta Esit e Villa D'Orri; per un totale di 23 determinazioni) confermano valori inferiori a 0,6 ng/Nm³, in linea coi valori registrati nel corso del primo semestre. Per quanto concerne il dato anomalo, in virtù della postazione in cui è stato osservato e paragonandolo a tutti i punti interni, sempre inferiori a 0.63 ng/Nm³, si può ragionevolmente pensare che tale valore non sia attendibile.

Dal confronto con i dati raccolti negli anni precedenti si può notare come i dati monitorati nel 2004 siano in linea con quelli rilevati nel precedente anno.

Pertanto, anche la campagna di monitoraggio 2004 degli IPA ha confermato che l'entrata in servizio a pieno regime del Gasificatore IGCC non ha comportato un deterioramento della qualità dell'aria.



PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

PUNTO 7

***Esecuzione di campagne periodiche per il controllo
dell'inquinamento ambientale interno ed esterno alla raffineria
dovuto alla deposizione di polveri***



PREMESSA

In questa sezione si riportano i risultati del monitoraggio sulla qualità dell'aria condotto all'interno e all'esterno dell'area della Raffineria attraverso l'utilizzo dei Deposimetri per la misura delle ricadute al suolo (punto 7 del Piano di Monitoraggio).

L'indagine ha riguardato l'analisi qualitativa e quantitativa delle ricadute, suddivise in deposizioni secche (particelle sospese in atmosfera) e in deposizioni umide (pioggia) allo scopo di determinare i seguenti composti

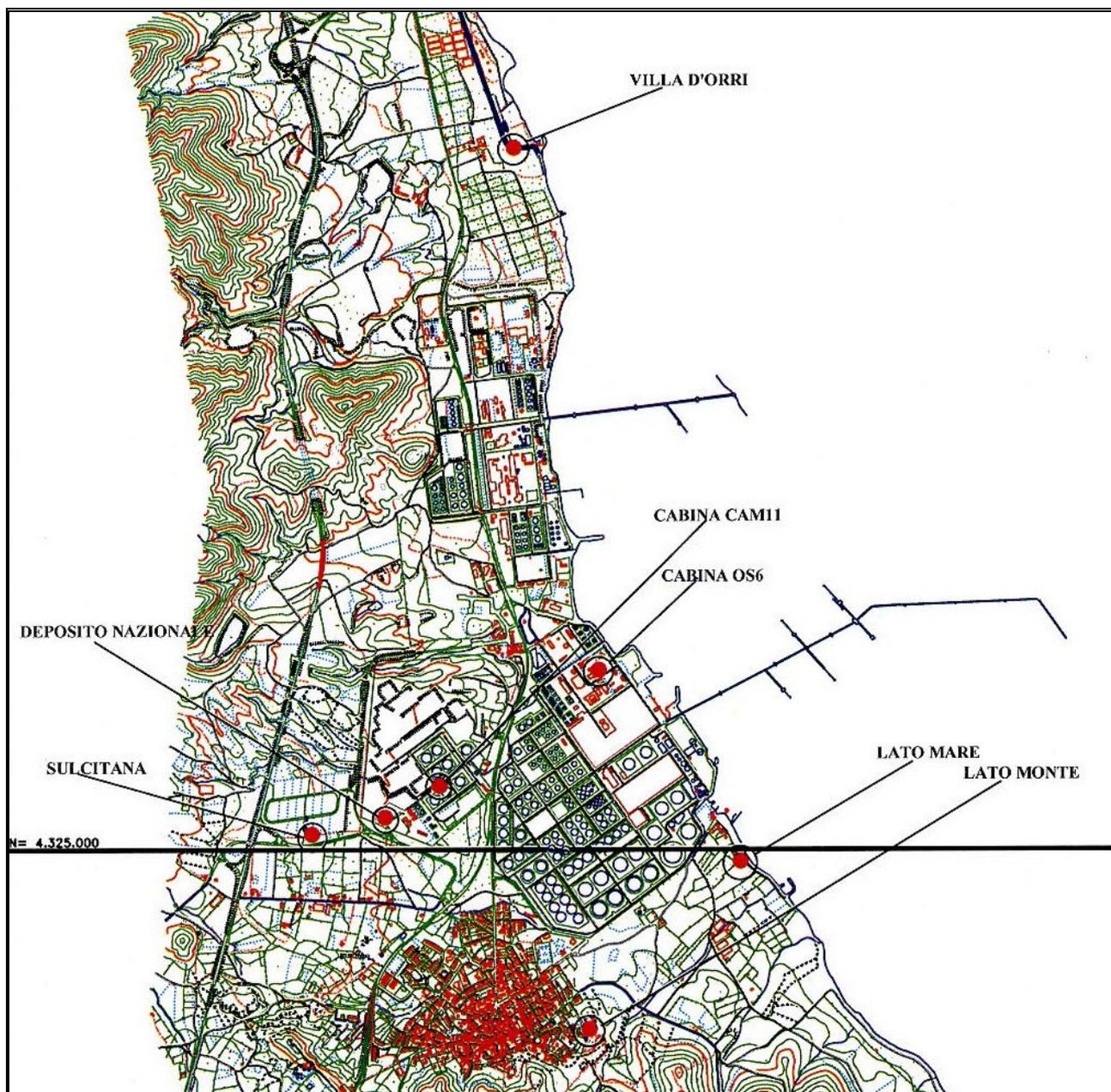
- **Sostanze saline in soluzione:** Solfato di magnesio, Calcio, Stronzio, Bario, Cloruro di Sodio, Cloruro di Potassio;
- **Metalli pesanti in soluzione:** Zinco, Piombo, Cadmio, Nichel, Vanadio, Rame, Mercurio;
- **Metalli pesanti su filtro:** Zinco, Piombo, Cadmio, Nichel, Vanadio, Rame, Mercurio;
- **Fluoruri.**

La fase di raccolta ha avuto una durata di ca. 30 giorni, al termine della quale il campione è stato sottoposto ad analisi.

Le postazioni di rilevamento sono state dislocate in 6 siti: quattro all'esterno e due all'interno della Raffineria. La loro denominazione è la seguente:

- Postazioni Esterne:
 1. Villa D'Orri
 2. Sulcitana (Is Laccheddus)
 3. Lato mare (Porto Foxi)
 4. Lato monte (Abitato di Sarroch)
- Postazioni Interne:
 5. Cabina OS6 (prossimità uffici)
 6. Cabina CAM11 (prossimità serbatoi)

Per una rapida individuazione dei siti di monitoraggio, si allega una planimetria generale della zona in cui sono evidenziate le postazioni.





1. METODOLOGIA DI INDAGINE

1.1 Campionamento

Il campionamento avviene mediante l'ausilio di Deposimetri. Questi sono costituiti da recipienti della capacità di alcuni litri nei quali viene raccolto il materiale particellare e/o la pioggia mediante l'ausilio di un imbuto di plastica la cui bocca è coperta da una rete in materiale inerte, con maglia di un millimetro che impedisce l'ingresso di corpi estranei.

Attraverso tale sistema è possibile rilevare il materiale corpuscolato di diametro superiore a 10 μm che, a causa della maggiore velocità di ricaduta, difficilmente viene captato dalle centraline di rilevamento.

Ogni campionamento ha una durata media di 30 giorni e, al termine di questo periodo, il materiale raccolto viene sottoposto ad analisi.

1.2 Analisi

La metodica di analisi comprende le seguenti fasi:

- Prelievo e sostituzione del deposimetro;
- Recupero dal deposimetro del materiale solido sedimentato mediante lavaggio con l'acqua piovana eventualmente raccolta e/o acqua distillata a costituire un unico campione comprendente anche la fase solida;
- Separazione delle fasi liquida e solida mediante filtrazione;
- Analisi della fase liquida mediante prelievo di un'aliquota e determinazione su di essa di:
 - Residuo Solido Totale;
 - Metalli d'interesse tossicologico, mediante Spettroscopia d'Emissione Atomica con sorgente I.C.P.;
 - Fluoruri, mediante Cromatografia Ionica;
 - Componenti salini: Solfato di Magnesio, Calcio, Stronzio, Bario, Cloruro di Sodio e di Potassio, mediante Spettroscopia d'Emissione Atomica con sorgente I.C.P.;
- Analisi del sedimentato solido:
 - Digestione del filtrato con HNO_3 e determinazione dei metalli d'interesse tossicologico come al punto precedente.

1.3 Espressione dei risultati

Le ricadute totali (somma della ricaduta di particolato solido e materiale solubile) vengono espresse in $\text{kg}/\text{km}^2/\text{mese}$, equivalente a $\text{mg}/\text{m}^2/\text{mese}$.



Poiché si opera in zona costiera, si è assunto che il Sodio, il Potassio e il Magnesio determinati siano da attribuire rispettivamente a NaCl, KCl e MgSO₄.

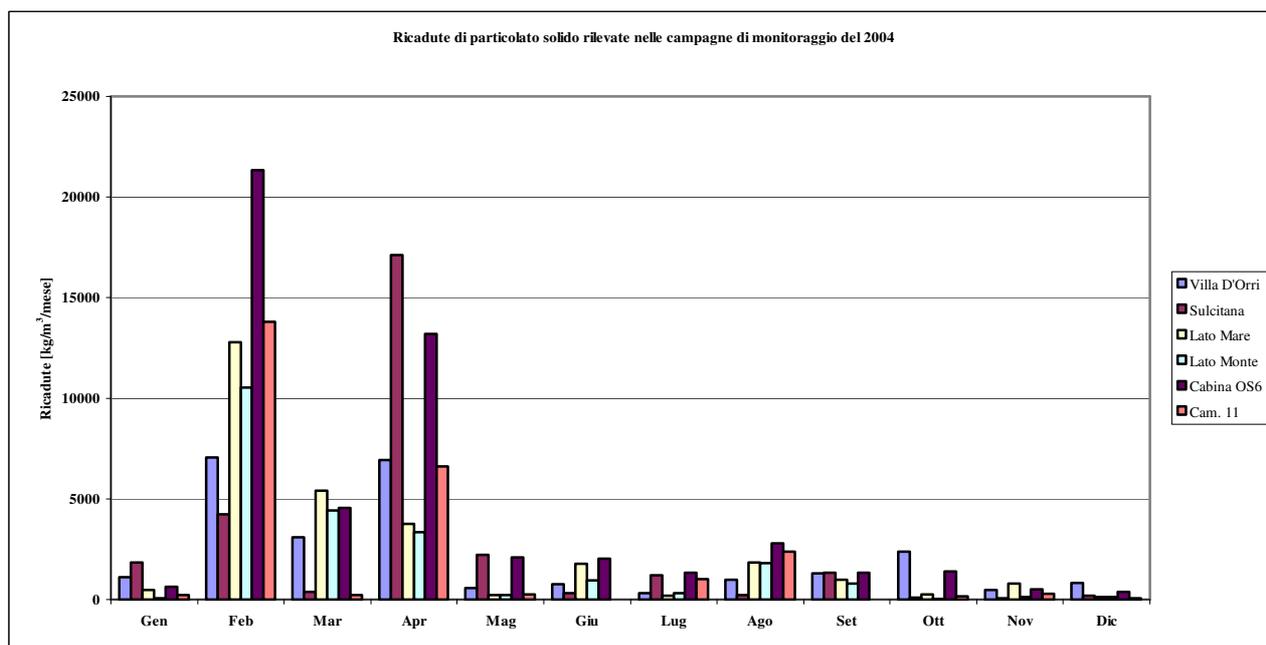
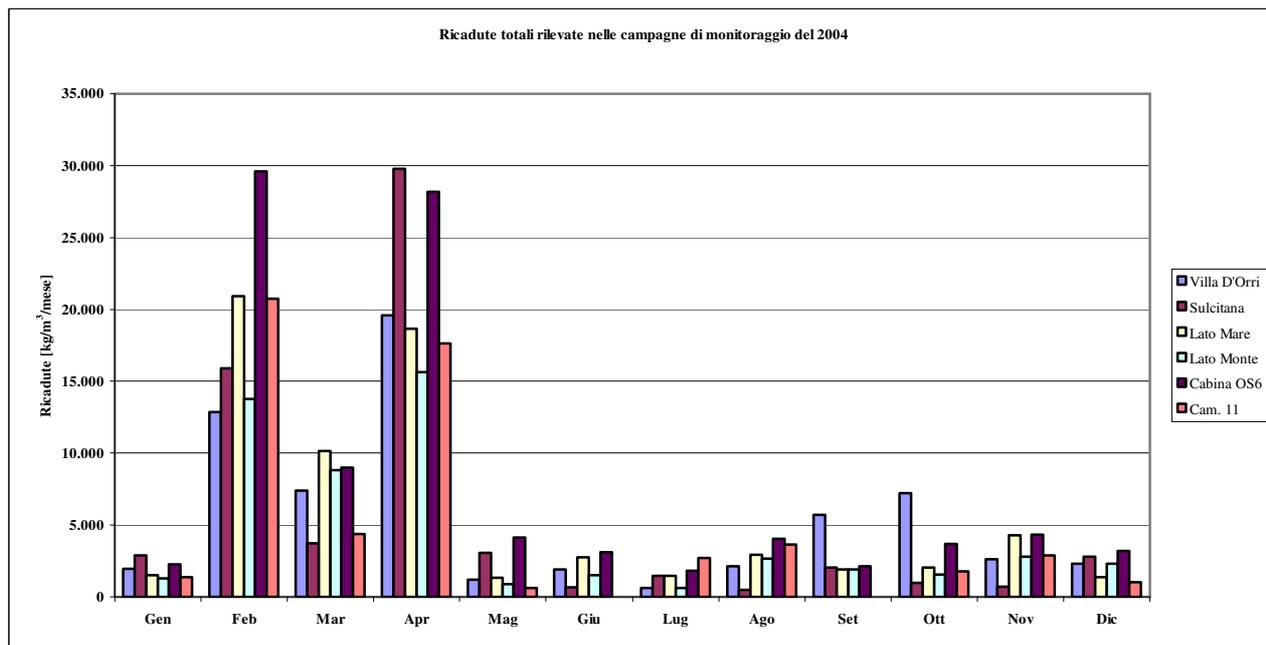
2. RISULTATI E CONCLUSIONI

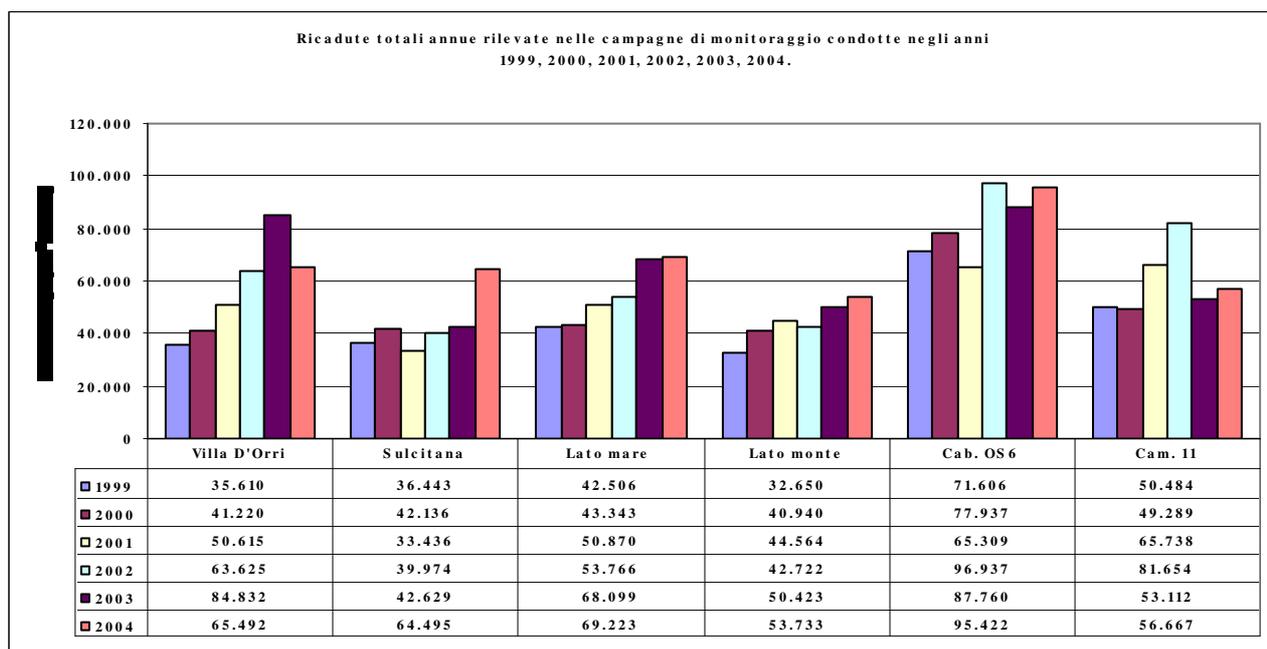
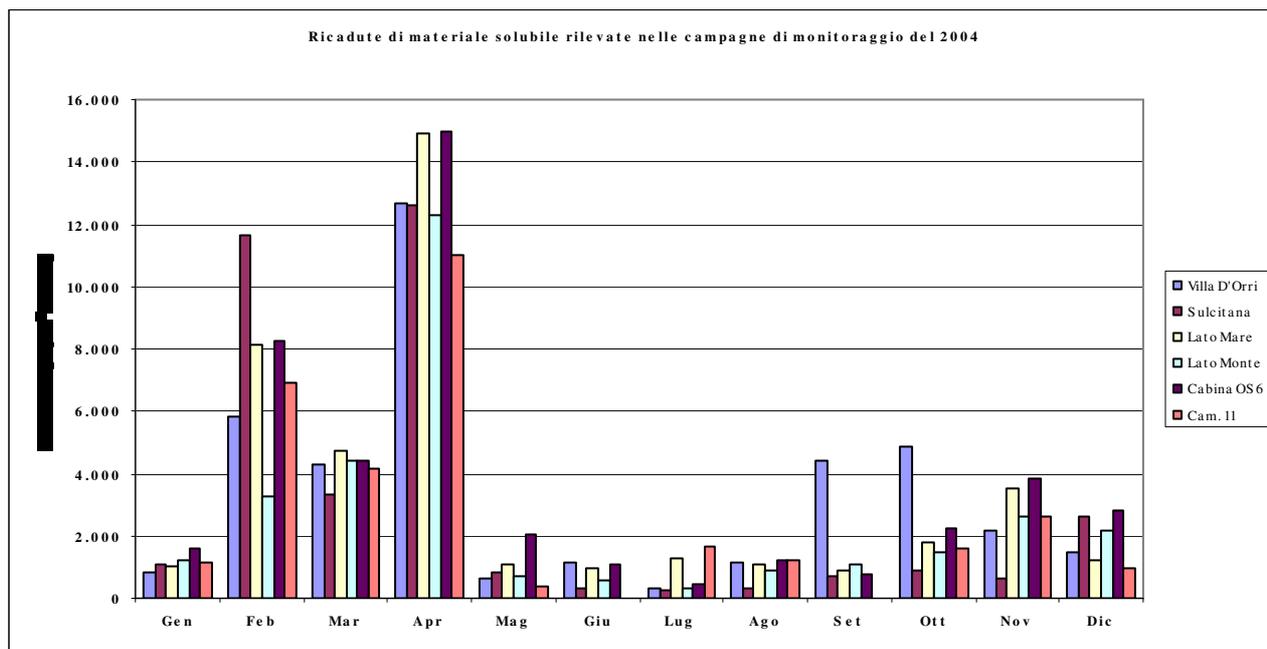
2.1 Ricadute totali

In questo paragrafo vengono riportate le ricadute totali rilevate nel 2004 nelle sei postazioni monitorate.

I grafici di riferimento sono relativi all'andamento delle ricadute totali per l'anno 2004, distinte nei due contributi (ricadute di particolato solido e ricadute di materiale solubile), e al trend delle ricadute totali rilevate nelle campagne di monitoraggio effettuate negli anni 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004.

RICADUTE TOTALI 2004													
	[kg/km ² /mese]	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Villa D'Orri	Ric. Sost. Solubili	812	5.802	4.295	12.671	633	1.137	302	1.172	4.404	4.843	2.153	1.466
	Ric. Corpuscolato	1.119	7.055	3.094	6.918	570	771	331	971	1.296	2.381	473	823
	Ricadute Totali	1.931	12.857	7.389	19.589	1.203	1.908	633	2.143	5.700	7.224	2.626	2.289
Sulcitana	Ric. Sost. Solubili	1.061	11.651	3.342	12.630	857	349	263	290	699	866	643	2.604
	Ric. Corpuscolato	1.837	4.244	385	17.135	2.209	320	1.205	206	1.343	107	52	197
	Ricadute Totali	2.898	15.895	3.727	29.765	3.066	669	1.468	496	2.042	973	695	2.801
Lato Mare	Ric. Sost. Solubili	1.000	8.120	4.718	14.892	1.072	974	1.267	1.101	915	1.793	3.508	1.238
	Ric. Corpuscolato	486	12.776	5.418	3.776	235	1.765	186	1.845	978	244	776	140
	Ricadute Totali	1.486	20.896	10.136	18.668	1.307	2.739	1.453	2.946	1.893	2.037	4.284	1.378
Lato Monte	Ric. Sost. Solubili	1.200	3.251	4.407	12.296	674	568	304	866	1.114	1.493	2.655	2.182
	Ric. Corpuscolato	65	10.533	4.430	3.357	222	950	302	1.803	791	36	115	119
	Ricadute Totali	1.265	13.784	8.837	15.653	896	1.518	606	2.669	1.905	1.529	2.770	2.301
Cab. OS6	Ric. Sost. Solubili	1.612	8.263	4.440	15.003	2.035	1.064	473	1.242	780	2.263	3.846	2.805
	Ric. Corpuscolato	630	21.330	4.567	13.182	2.090	2.033	1.328	2.795	1.343	1.403	513	382
	Ricadute Totali	2.242	29.593	9.007	28.185	4.125	3.097	1.801	4.037	2.123	3.666	4.359	3.187
Cam. 11	Ric. Sost. Solubili	1.151	6.912	4.192	10.990	374	nd	1.661	1.238	nd	1.609	2.598	951
	Ric. Corpuscolato	221	13.806	211	6.629	239	nd	1.026	2.382	nd	145	270	62
	Ricadute Totali	1.372	20.718	4.403	17.619	613	nd	2.687	3.620	nd	1.754	2.868	1.013







Come indicato nella tabella riassuntiva, le ricadute totali nel 2004 sono comprese tra un minimo di 496 kg/km²/mese e un massimo di 29.765 kg/km²/mese, questo valore massimo è stato rilevato nel corso del primo semestre nella postazione “Sulcitana”, il quale, quindi, non rappresenta un massimo assoluto bensì relativo al periodo di indagine, tale valore è attribuibile alle notevoli precipitazioni avutesi nei mesi di marzo-aprile che hanno determinato, oltre ad un elevato volume d’acqua, un’abbondante ricaduta di particolato sia solubile che insolubile.

Le ricadute di sostanze solubili presentano un andamento simile a quello delle ricadute totali.

Per quanto concerne il confronto dei dati del 2004 con quelli raccolti negli anni precedenti si ha che le quantità depositate presentano un andamento in linea con quello dell’anno precedente.

2.2 Sostanze saline in soluzione

In questo paragrafo vengono riportate le concentrazioni di sostanze saline solubili (presenti cioè nella fase acquosa raccolta nel deposimetro) rilevate nel 2004.

Le tabelle contengono le concentrazioni di ogni singolo sale o ione, il volume totale raccolto, il peso assoluto e la ricaduta totale, distinte per postazione e mese.

I grafici di riferimento riportano l’andamento delle sostanze saline in soluzione (espresse in termini di ricadute totali e di concentrazioni di singoli sali) relativamente all’anno 2004 e agli anni 1999/2004.

Le concentrazioni delle sostanze saline in soluzione sono nella norma, inoltre, le ricadute rilevate nel 2004 risultano essere inferiori a quelle misurate nel 2003, con un trend decrescente rispetto agli anni precedenti, come è possibile osservare dai grafici seguenti.



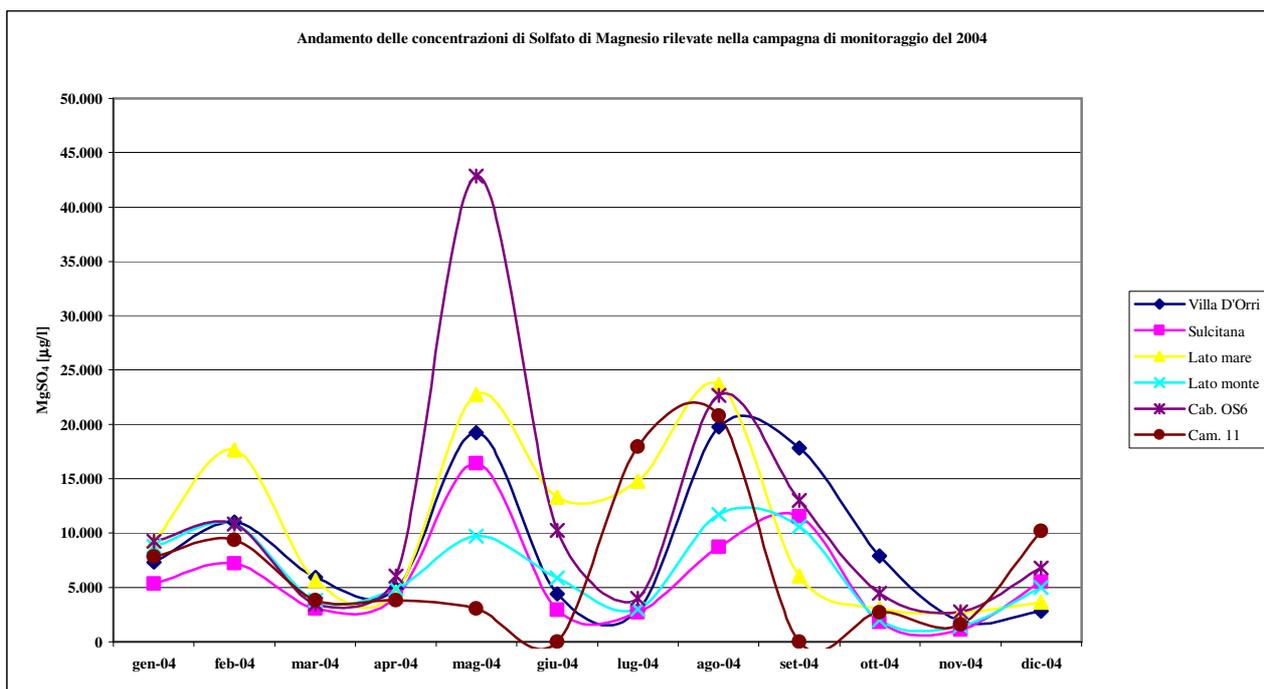
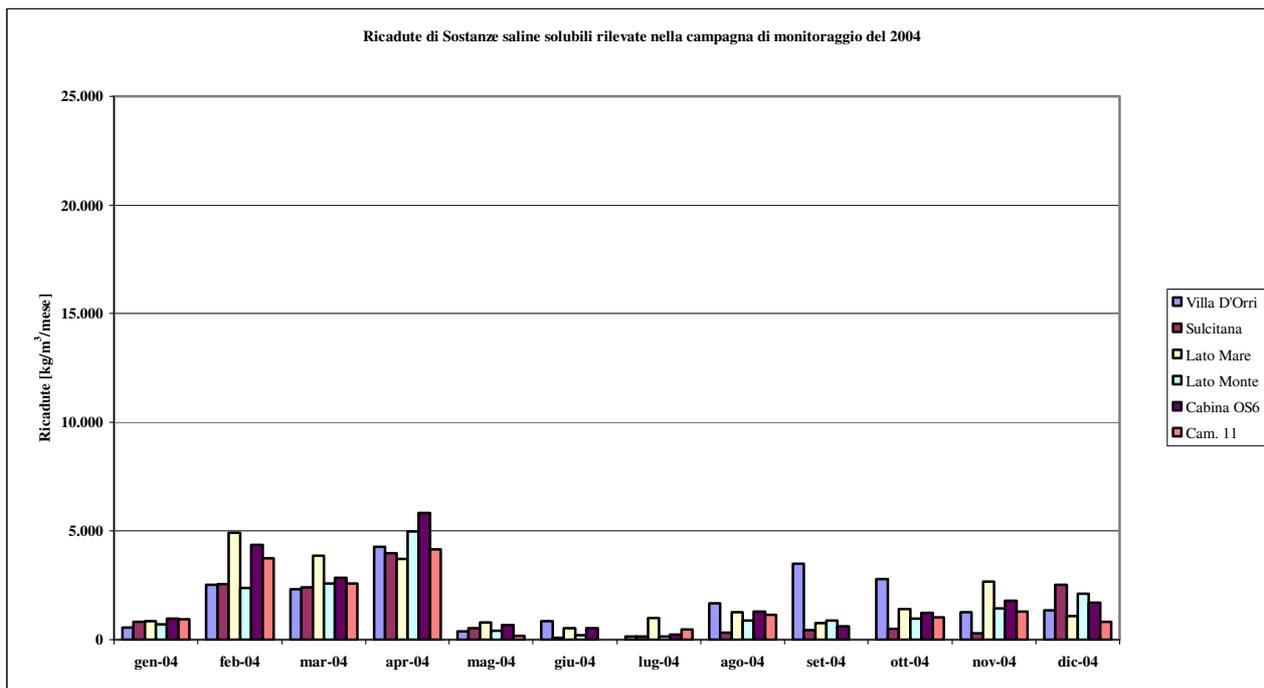
		MgSO ₄ [µg/l]	Ca [µg/l]	Sr [µg/l]	Ba [µg/l]	NaCl [µg/l]	KCl [µg/l]	Volume [ml]	Peso Tot. [mg]	Ricaduta Tot. [kg/km ² /mese]
gen-04	Villa D'Orri	7.350	2.649	17	19	22.138	2.863	1.000	35	569
	Sulcitana	5.346	1.562	9	20	21.854	549	1.720	50	820
	Lato Mare	9.246	2.947	17	35	35.819	1.093	1.080	53	862
	Lato Monte	8.790	7.041	18	29	35.630	1.036	840	44	717
	Cabina OS6	9.259	6.913	26	40	33.215	981	1.180	60	966
	Cam. 11	7.854	2.494	13	3	32.716	587	1.320	58	936
feb-04	Villa D'Orri	10.992	21.604	80	31	30.511	3.802	2.320	155	2.525
	Sulcitana	7.237	16.846	80	19	25.477	1.844	3.040	157	2.543
	Lato Mare	17.664	43.135	159	64	54.155	6.058	2.500	303	4.922
	Lato Monte	10.845	27.083	110	34	40.169	2.567	1.820	147	2.388
	Cabina OS6	10.858	32.415	118	39	38.823	2.424	3.180	269	4.373
	Cam. 11	9.391	18.621	91	49	36.992	1.669	3.460	231	3.754
mar-04	Villa D'Orri	5.924	3.563	17	32	9.636	1.439	6.960	143	2.330
	Sulcitana	3.022	2.903	16	13	9.616	841	8.970	147	2.391
	Lato Mare	5.615	5.391	38	18	16.410	1.253	8.300	238	3.872
	Lato Monte	3.790	4.075	18	21	10.209	675	8.480	159	2.587
	Cabina OS6	3.478	4.039	18	21	10.159	678	9.500	175	2.838
	Cam. 11	3.788	3.028	16	6	10.355	611	8.900	158	2.573
apr-04	Villa D'Orri	4.858	5.847	29	4	15.817	1.467	9.400	263	4.278
	Sulcitana	4.117	7.500	37	10	11.802	862	10.100	246	3.990
	Lato Mare	4.584	8.273	44	11	19.860	1.038	10.420	352	3.722
	Lato Monte	4.851	8.040	37	10	13.426	849	11.300	308	4.994
	Cabina OS6	6.016	8.624	39	28	18.851	961	10.380	358	5.819
	Cam. 11	3.789	6.144	33	8	14.505	816	10.100	255	4.149
mag-04	Villa D'Orri	19.223	15.383	7	<0,83	38.650	7.576	300	24	394
	Sulcitana	16.409	22.365	98	26	39.853	2.521	400	33	528
	Lato Mare	22.770	8.830	48	8	60.147	5.692	500*	49	792
	Lato Monte	9.752	8.110	41	7	29.896	1.929	500*	25	404
	Cabina OS6	42.857	69.026	218	87	102.803	6.786	190	42	684
	Cam. 11	3.064	4.940	15	<0,50	12.903	277	500*	11	172
giu-04	Villa D'Orri	4.408	4.652	27	10	79.417	14.739	500*	52	838
	Sulcitana	2.940	2.785	12	10	5.250	1.101		6	98
	Lato Mare	13.298	12.146	41	18	36.135	3.463		33	529
	Lato Monte	5.878	7.999	23	19	11.215	1.597		13	217
	Cabina OS6	10.273	15.964	45	21	35.746	2.348		32	523
	Cam. 11	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd

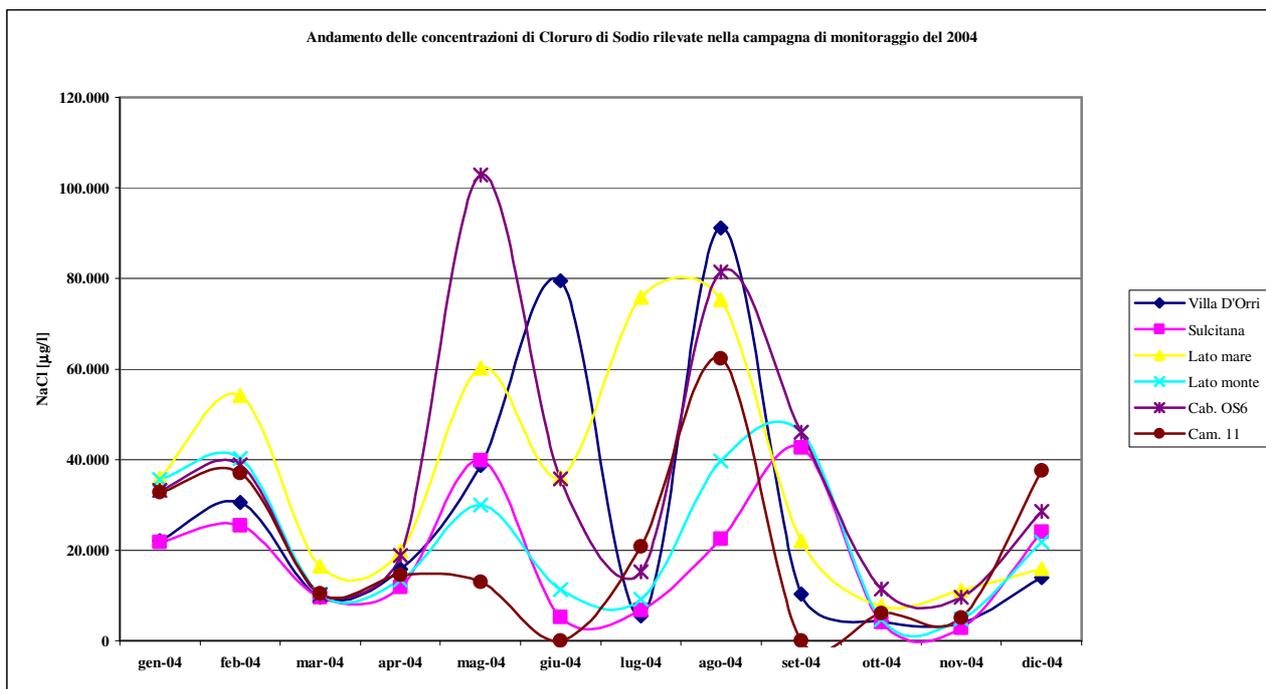
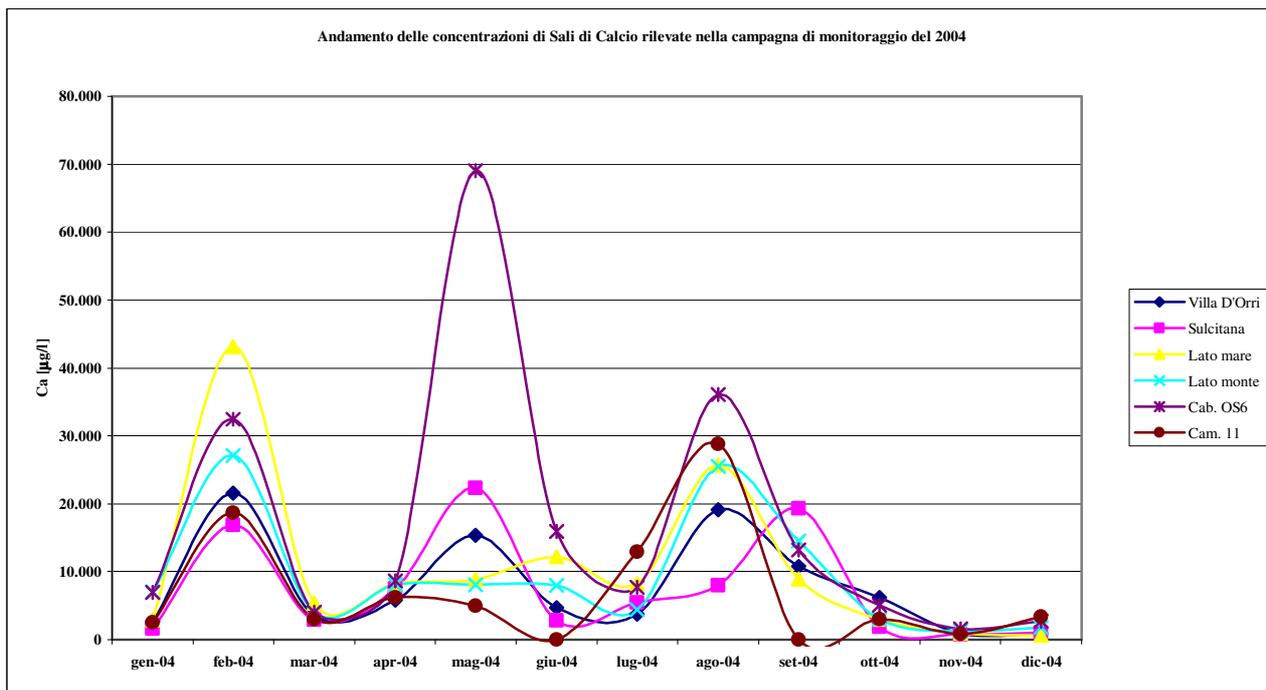
* Deposizioni secche

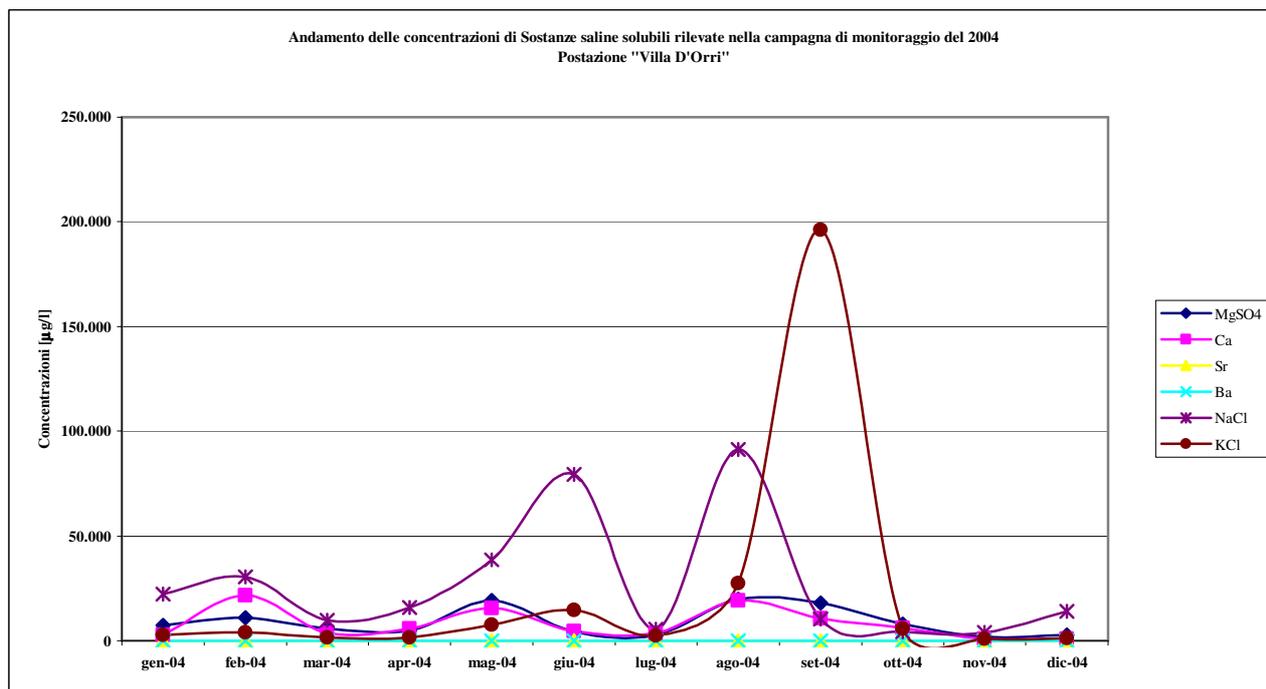
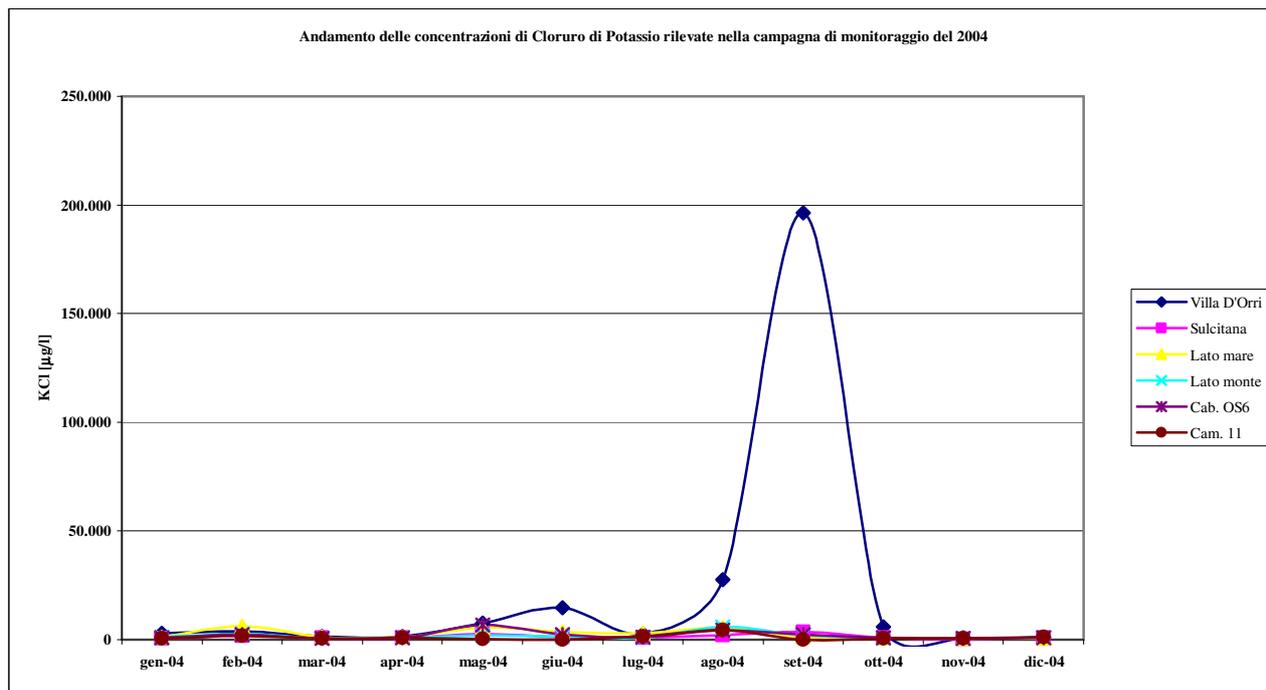


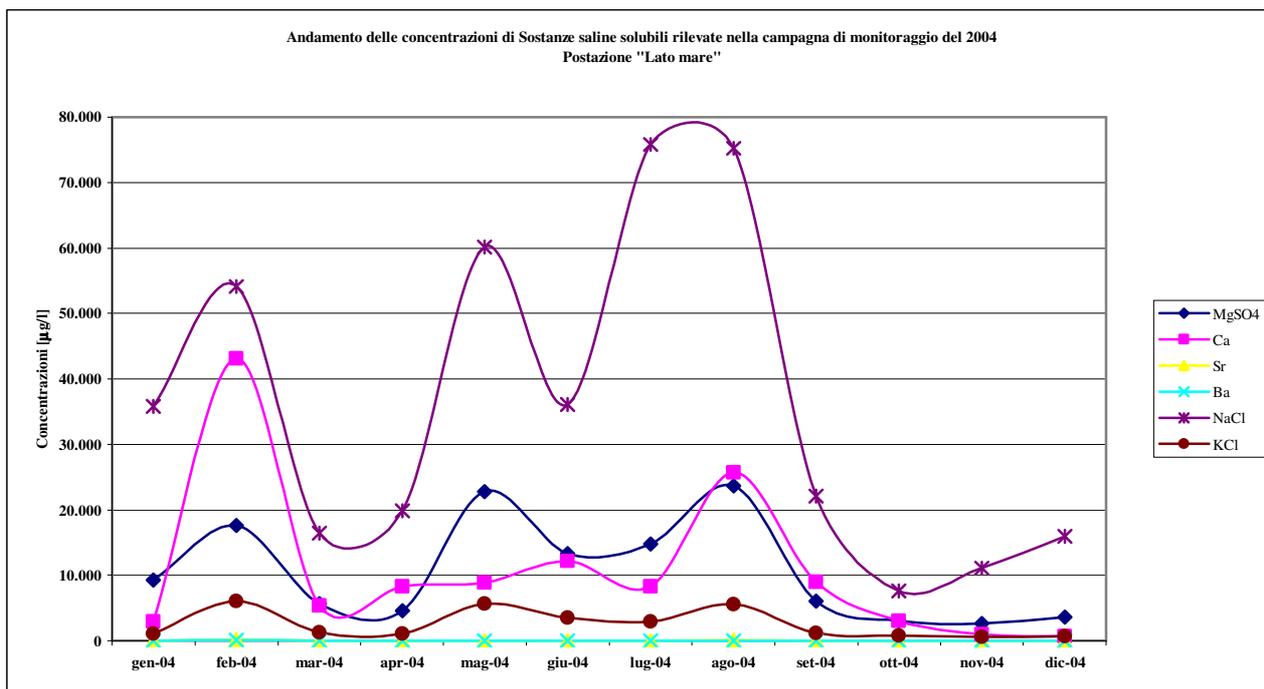
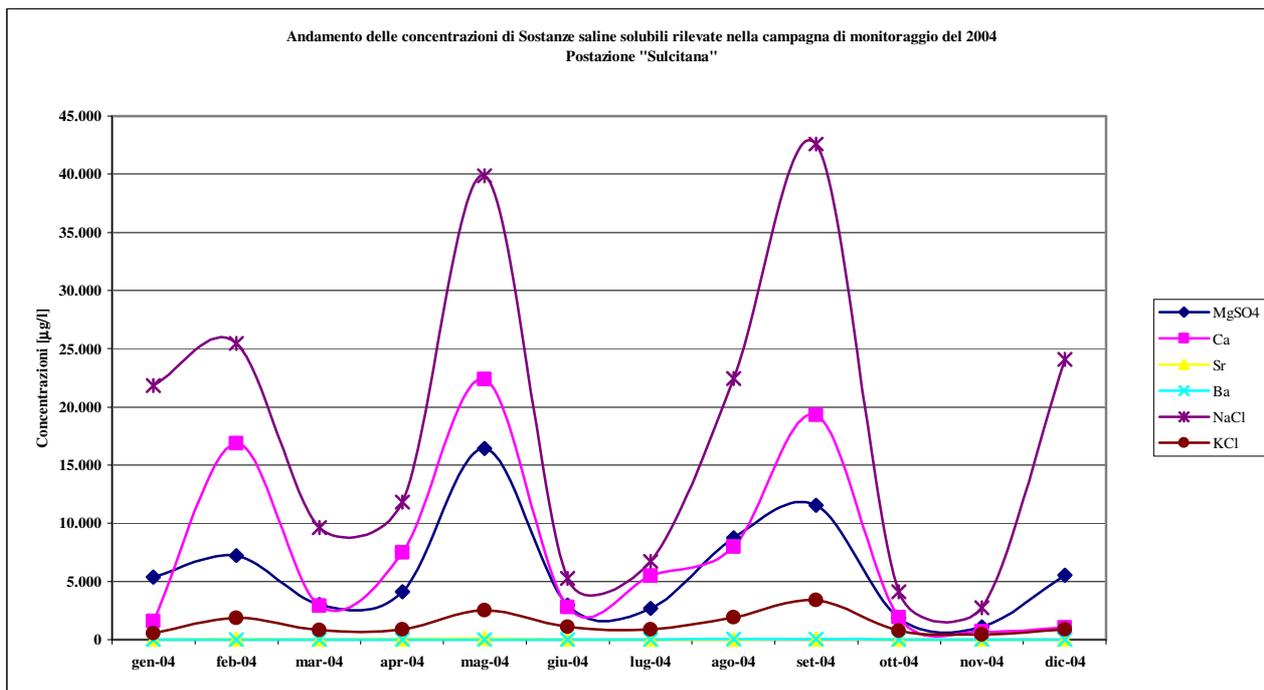
		MgSO ₄ [µg/l]	Ca [µg/l]	Sr [µg/l]	Ba [µg/l]	NaCl [µg/l]	KCl [µg/l]	Volume [ml]	Peso Tot. [mg]	Ricaduta Tot. [kg/km ² /mese]
lug-04	Villa D'Orri	2.878	3.764	12	2	5.417	2.511	600*	9	142
	Sulcitana	2.685	5.451	19	10	6.748	887	550*	9	141
	Lato Mare	14.748	8.296	43	10	75.826	2.937	600*	61	993
	Lato Monte	2.984	4.373	14	10	9.174	865	550*	10	156
	Cabina OS6	3.987	7.687	22	16	15.142	1.072	550*	15	249
	Cam. 11	17.940	12.976	36	29	20.792	1.516	550*	29	476
ago-04	Villa D'Orri	19.750	19.089	64	6	91.199	27.510	650*	102	1.664
	Sulcitana	8.747	8.016	24	36	22.447	1.908	500*	21	334
	Lato Mare	23.687	25.683	84	20	75.235	5.502	600*	78	1.269
	Lato Monte	11.729	25.471	65	35	39.654	5.778	650*	54	873
	Cabina OS6	22.662	36.068	107	49	81.467	4.426	550*	80	1.293
	Cam. 11	20.796	28.831	88	34	62.323	4.264	600*	70	1.134
set-04	Villa D'Orri	17.820	10.750	30	<0,50	10.287	196.253	910	214	3.475
	Sulcitana	11.534	19.330	60	70	42.596	3.381	350	27	438
	Lato Mare	6.039	8.920	20	30	22.098	1.203	1.280	47	771
	Lato Monte	10.593	14.550	40	40	45.974	2.139	730	54	869
	Cabina OS6	13.019	13.200	40	40	46.025	2.235	500*	37	605
	Cam. 11	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
ott-04	Villa D'Orri	7.905	6.166	11	12	4.155	5.770	7.100	171	2.770
	Sulcitana	1.846	1.914	1	6	4.128	781	3.520	31	496
	Lato Mare	3.064	3.026	5	9	7.633	758	5.940	86	1.398
	Lato Monte	1.995	2.956	2	10	4.590	598	5.900	60	973
	Cabina OS6	4.435	5.093	11	34	11.458	881	3.440	75	1.224
	Cam. 11	2.693	3.015	5	12	5.999	669	5.060	63	1.018
nov-04	Villa D'Orri	1.897	894	8	1	3.873	940	10.200	78	1.261
	Sulcitana	1.090	729	6	2	2.761	429	3.600	18	293
	Lato Mare	2.668	941	9	3	11.066	583	10.800	165	2.678
	Lato Monte	1.455	1.298	8	4	4.812	469	10.900	88	1.424
	Cabina OS6	2.727	1.589	11	21	9.507	642	7.640	111	1.799
	Cam. 11	1.563	829	7	3	5.104	451	10.000	80	1.292
dic-04	Villa D'Orri	2.803	872	<0,50	<0,50	13.989	1.127	4.420	83	1.349
	Sulcitana	5.533	1.052	2	<0,50	24.112	854	4.920	155	2.521
	Lato Mare	3.605	650	<0,50	<0,50	15.941	702	3.160	66	1.073
	Lato Monte	5.008	1.751	3	4	21.809	762	4.440	130	2.115
	Cabina OS6	6.789	2.758	8	26	28.582	987	2.680	105	1.704
	Cam. 11	10.213	3.335	13	18	37.543	1.128	960	50	815

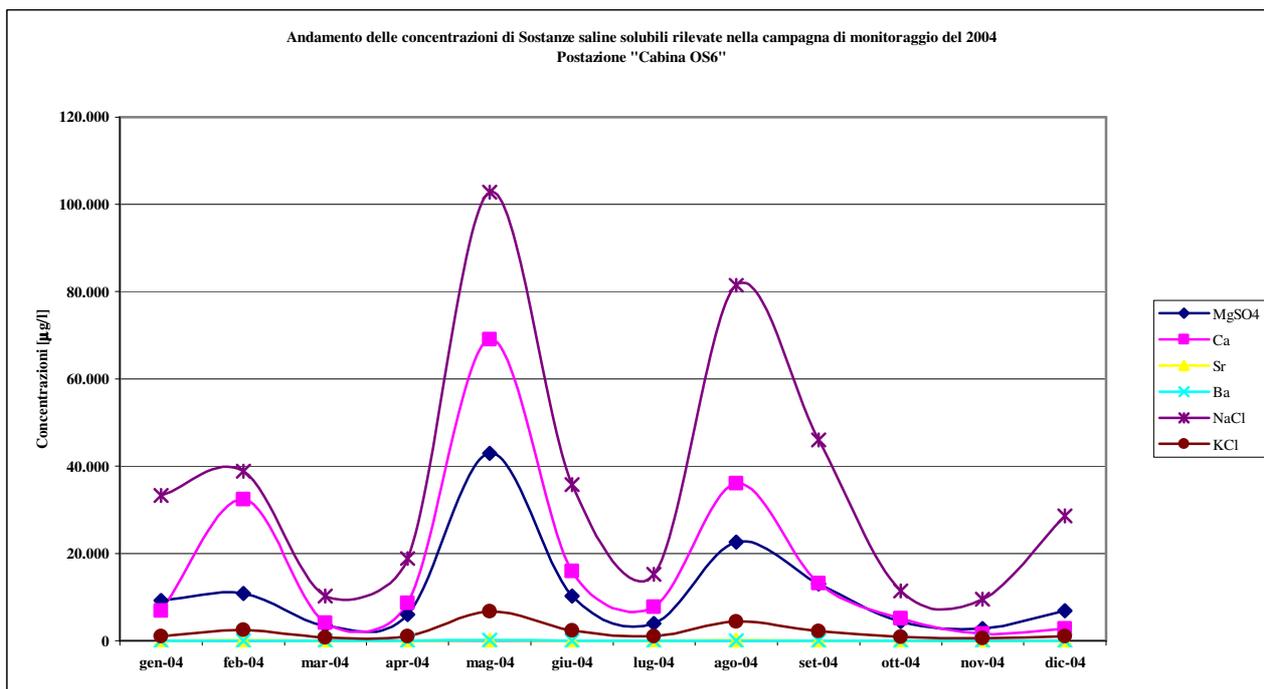
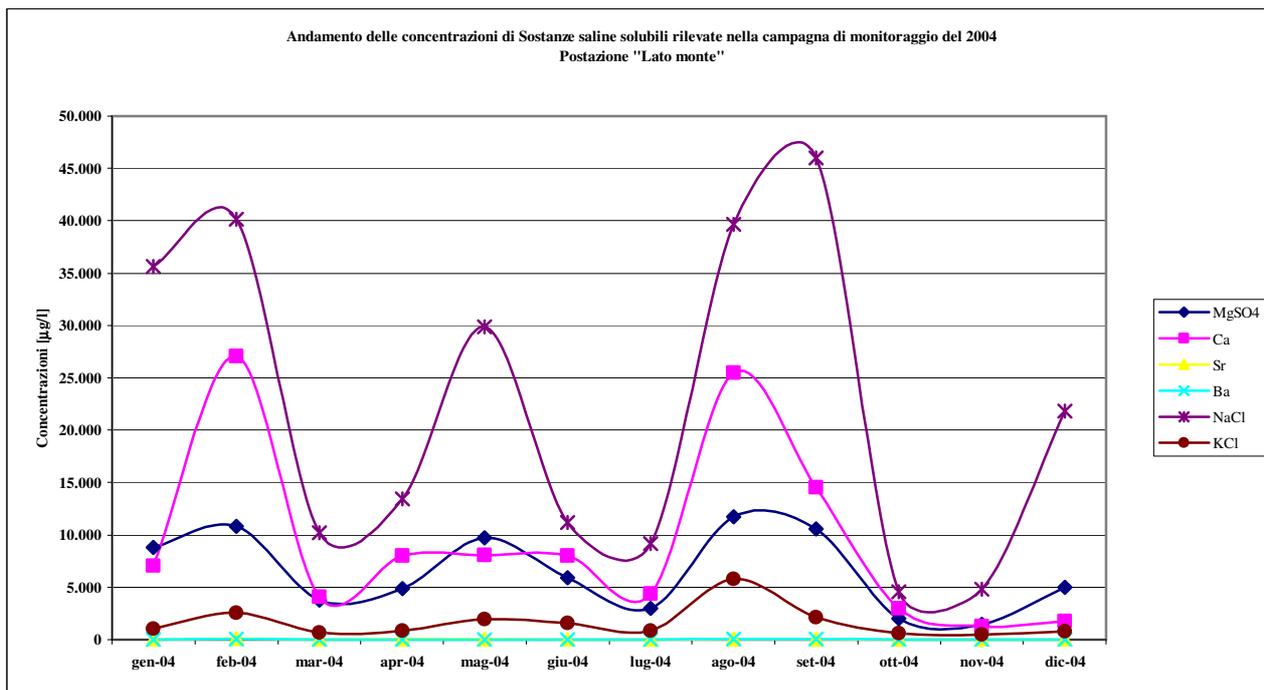
* Deposizioni secche





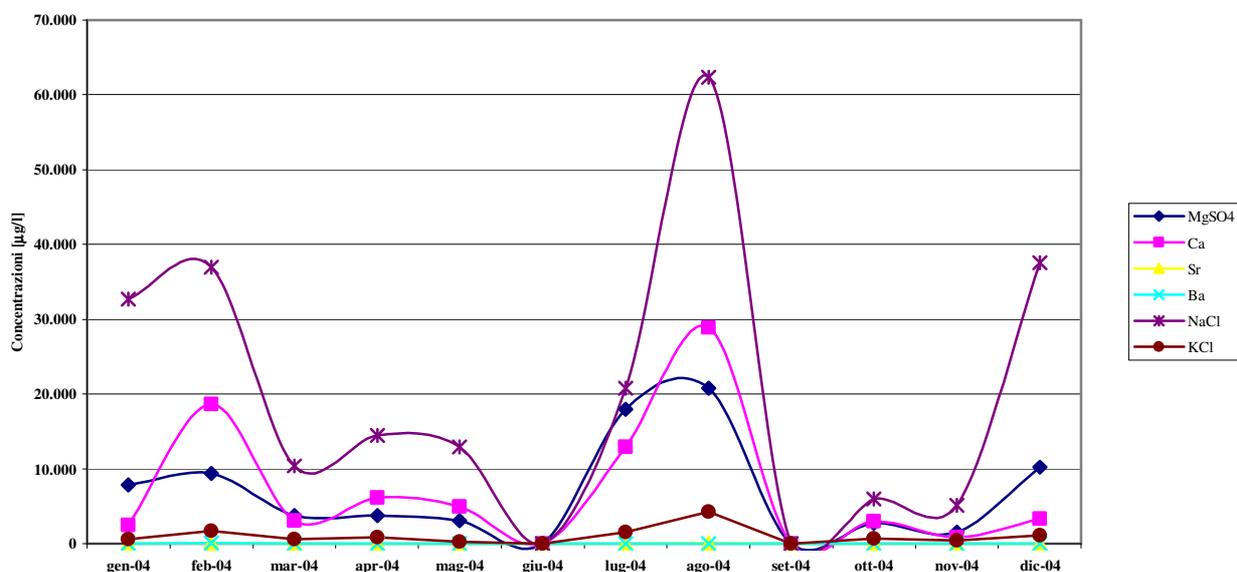




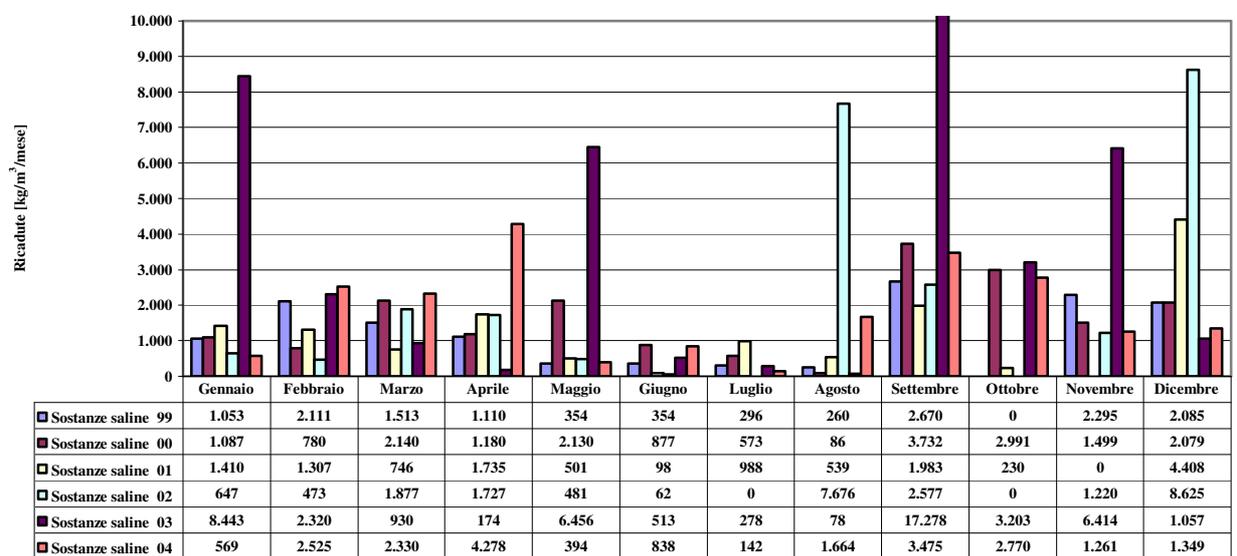




Andamento delle concentrazioni di Sostanze saline solubili rilevate nella campagna di monitoraggio del 2004
Postazione "Cam 11"

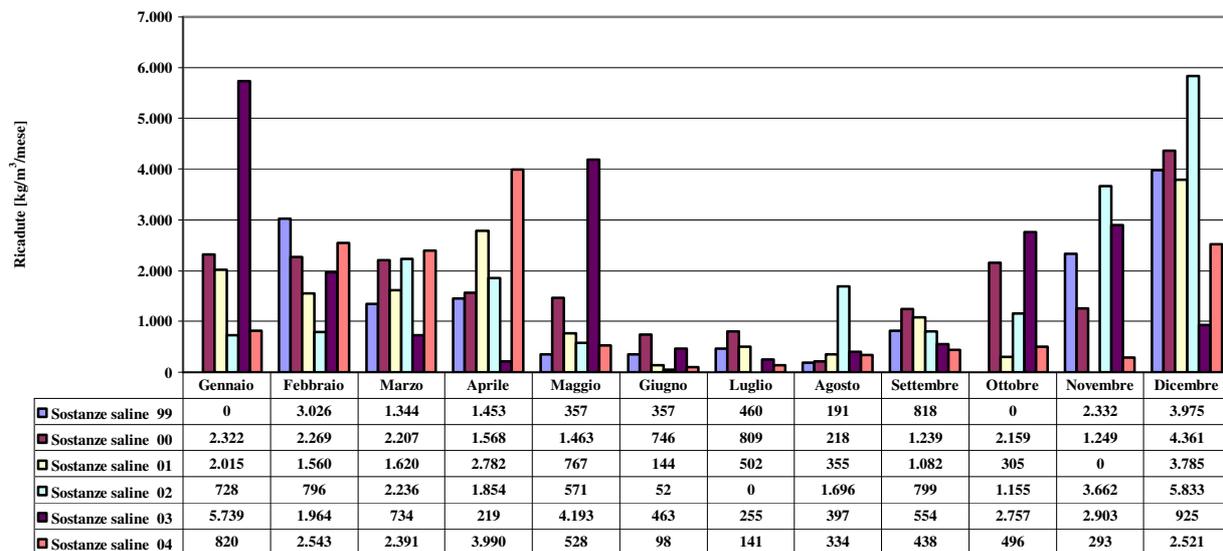


Ricadute di Sostanze saline solubili rilevate nelle campagne di monitoraggio condotte negli anni
1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004.
Postazione "Villa D'Orri"

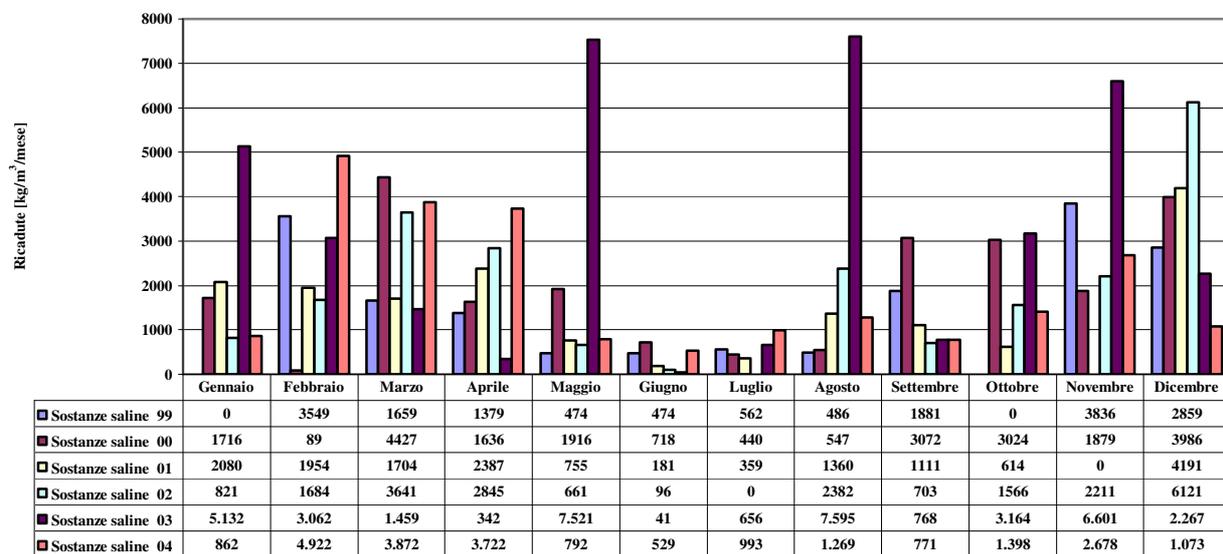




Ricadute di Sostanze saline solubili rilevate nelle campagne di monitoraggio condotte negli anni
1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004.
Postazione "Sulcitana"

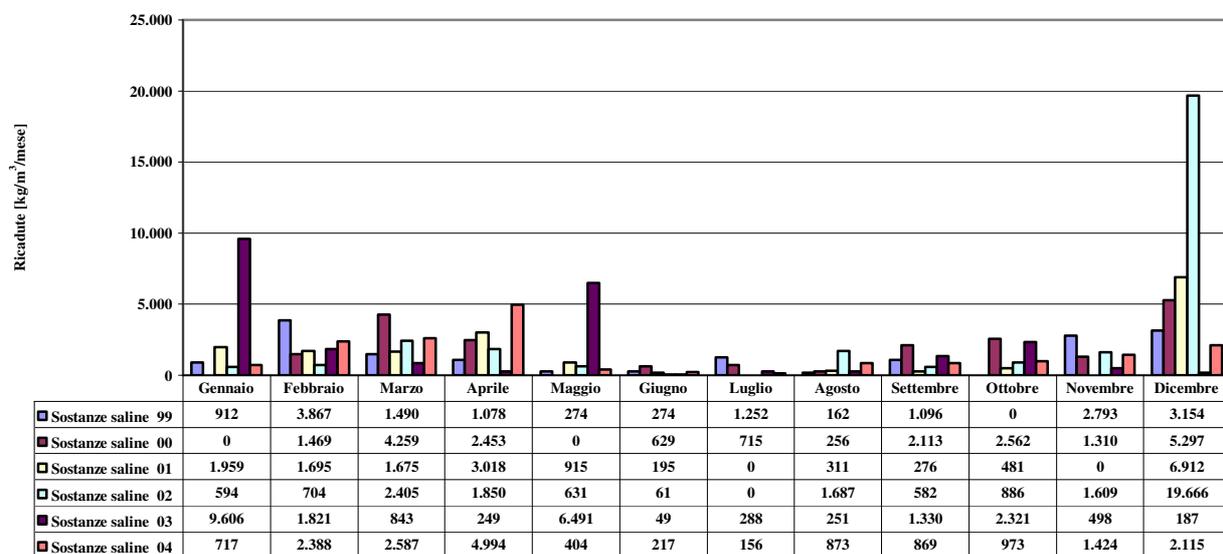


Ricadute di Sostanze saline solubili rilevate nelle campagne di monitoraggio condotte negli anni
1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004.
Postazione "Lato mare"

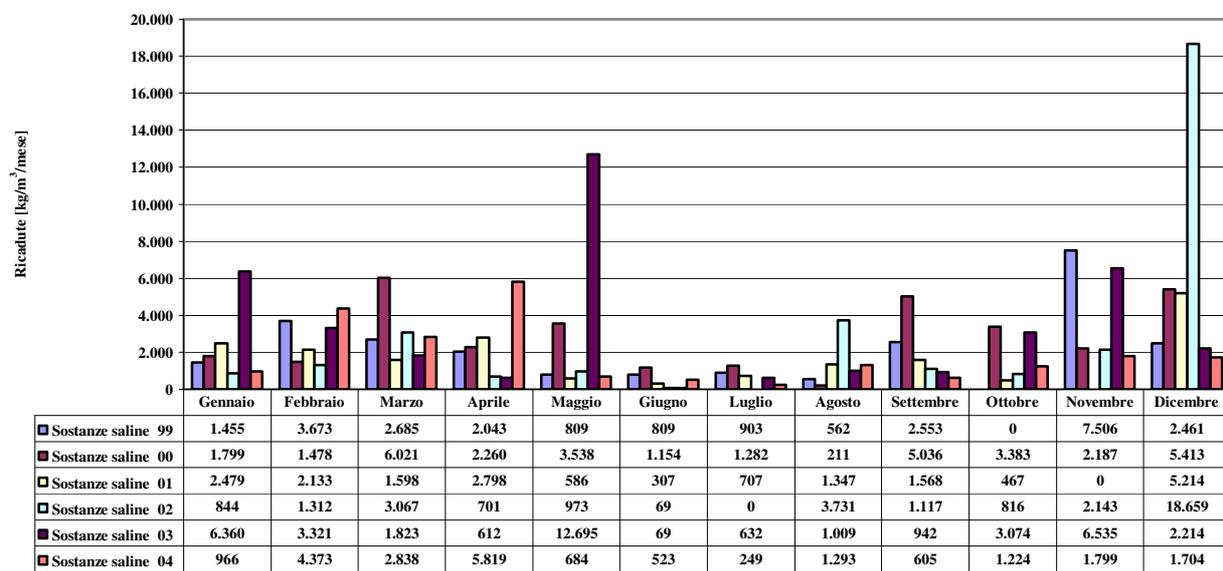




Ricadute di Sostanze saline solubili rilevate nelle campagne di monitoraggio condotte negli anni
1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004.
Postazione "Lato monte"

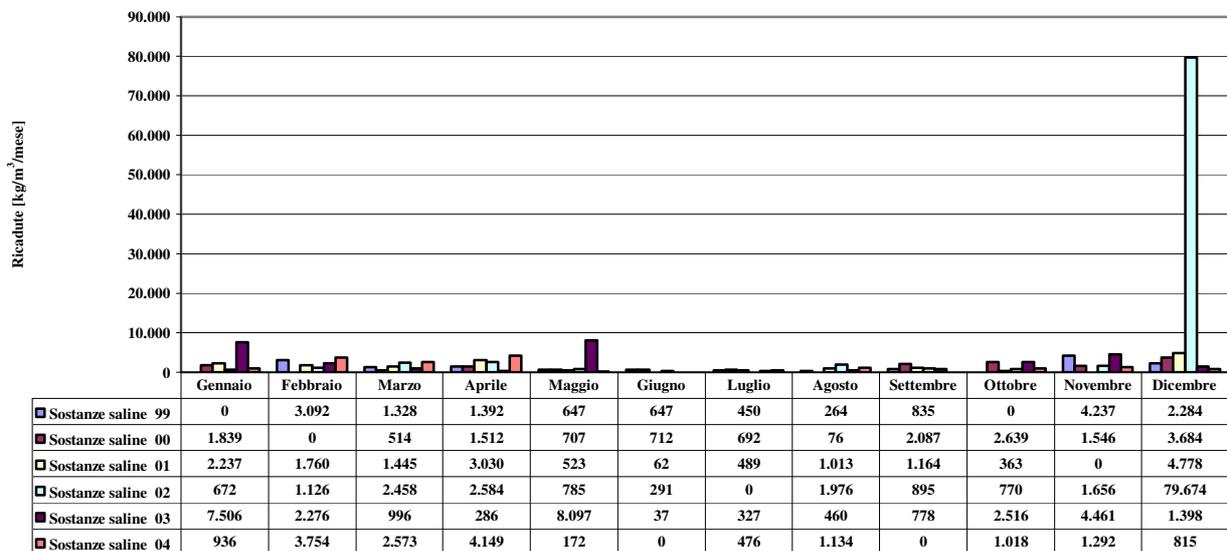


Ricadute di Sostanze saline solubili rilevate nelle campagne di monitoraggio condotte negli anni
1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004.
Postazione "Cab OS6"

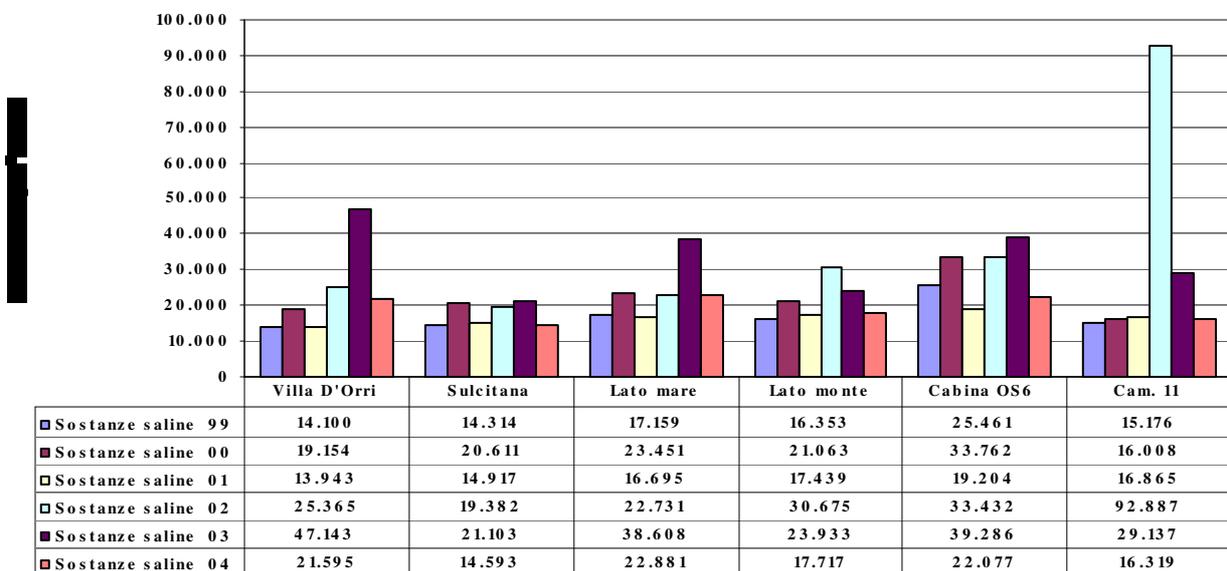




Ricadute di Sostanze saline solubili rilevate nelle campagne di monitoraggio condotte negli anni
1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004.
Postazione "Cam 11"



Ricadute totali annue di Sostanze saline solubili rilevate nelle campagne di monitoraggio condotte negli anni
1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004.





2.3 Metalli pesanti

In questo paragrafo vengono riportate le concentrazioni di metalli pesanti presenti nella fase acquosa e nel filtrato rilevate nel 2004.

Le tabelle contengono le concentrazioni di ogni singolo metallo, il volume totale raccolto, il peso assoluto e la ricaduta totale, distinte per postazione e mese.

I grafici di riferimento riportano l'andamento dei metalli pesanti rilevati nella fase acquosa e nella matrice solida relativamente all'anno 2004 ed agli anni 1999/2004.

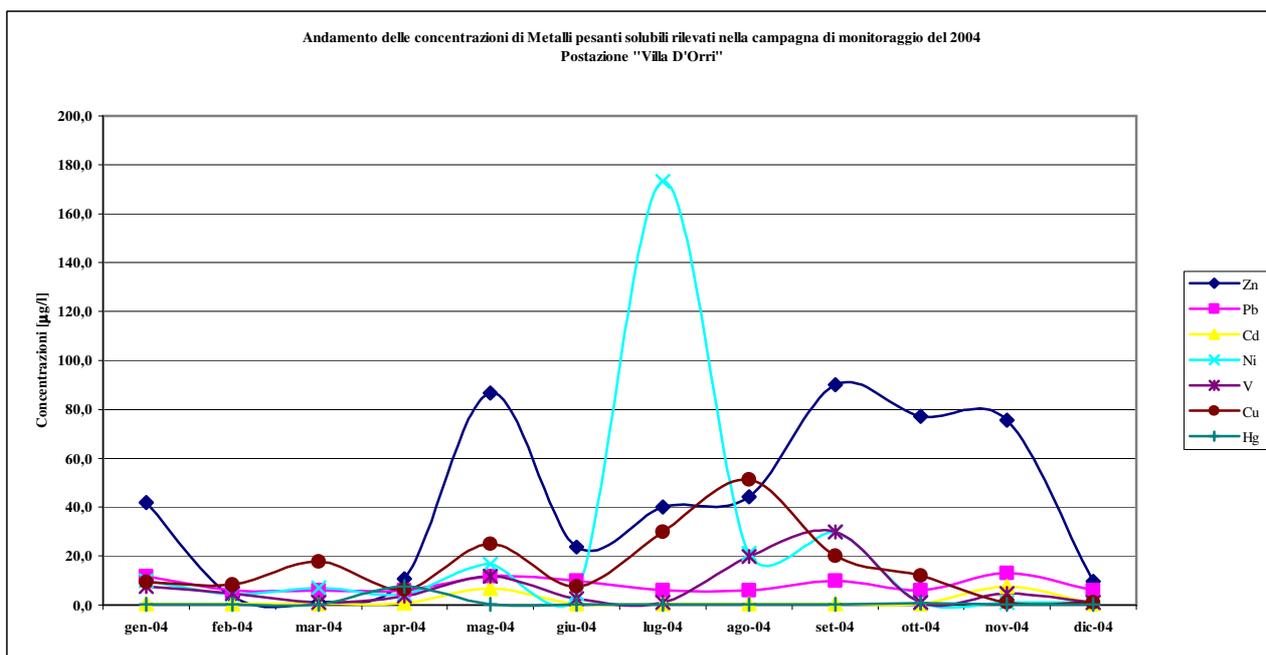
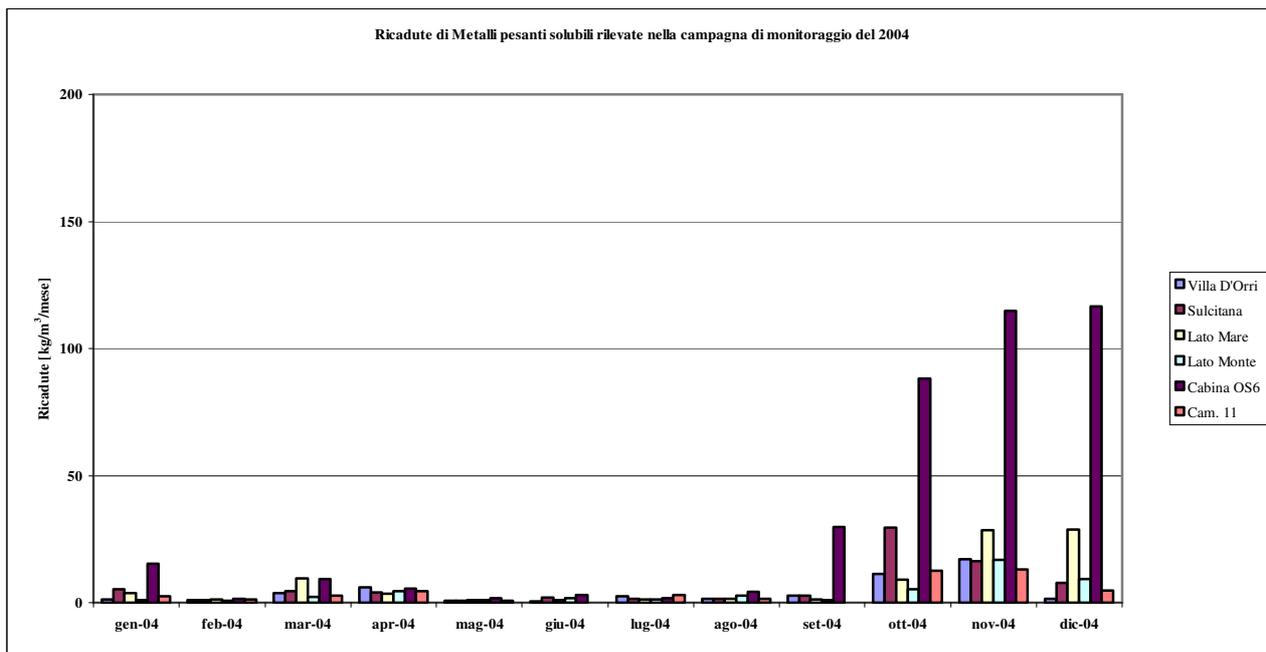

Metalli pesanti solubili

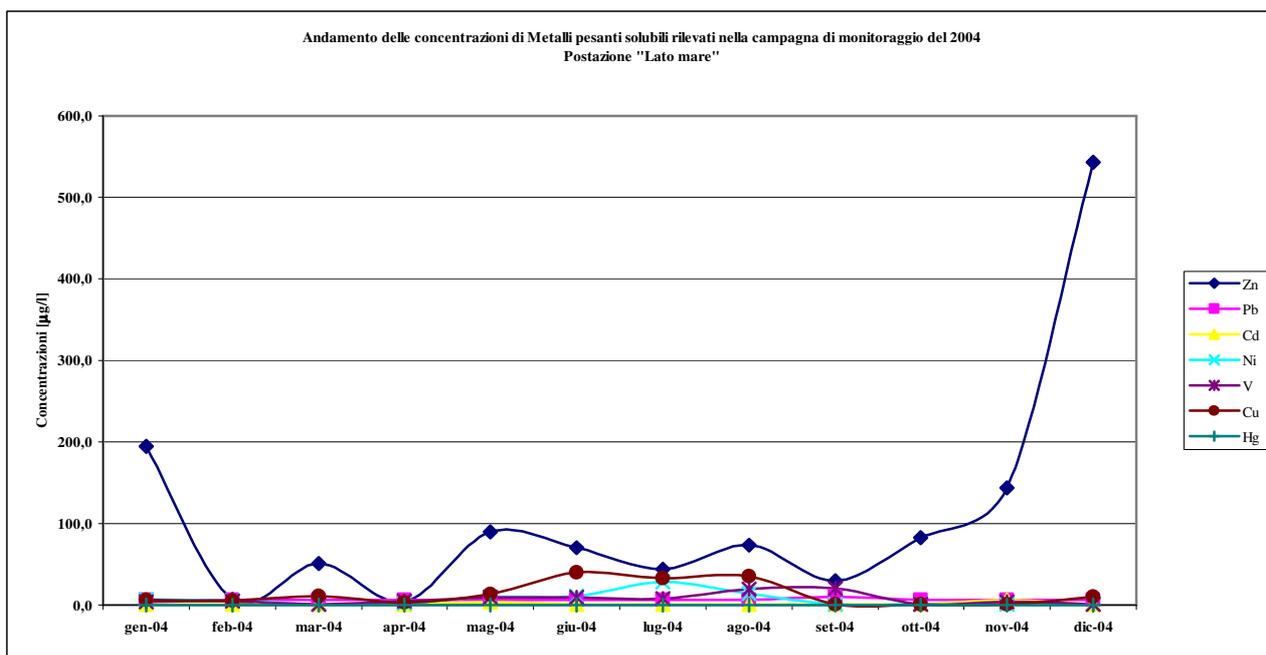
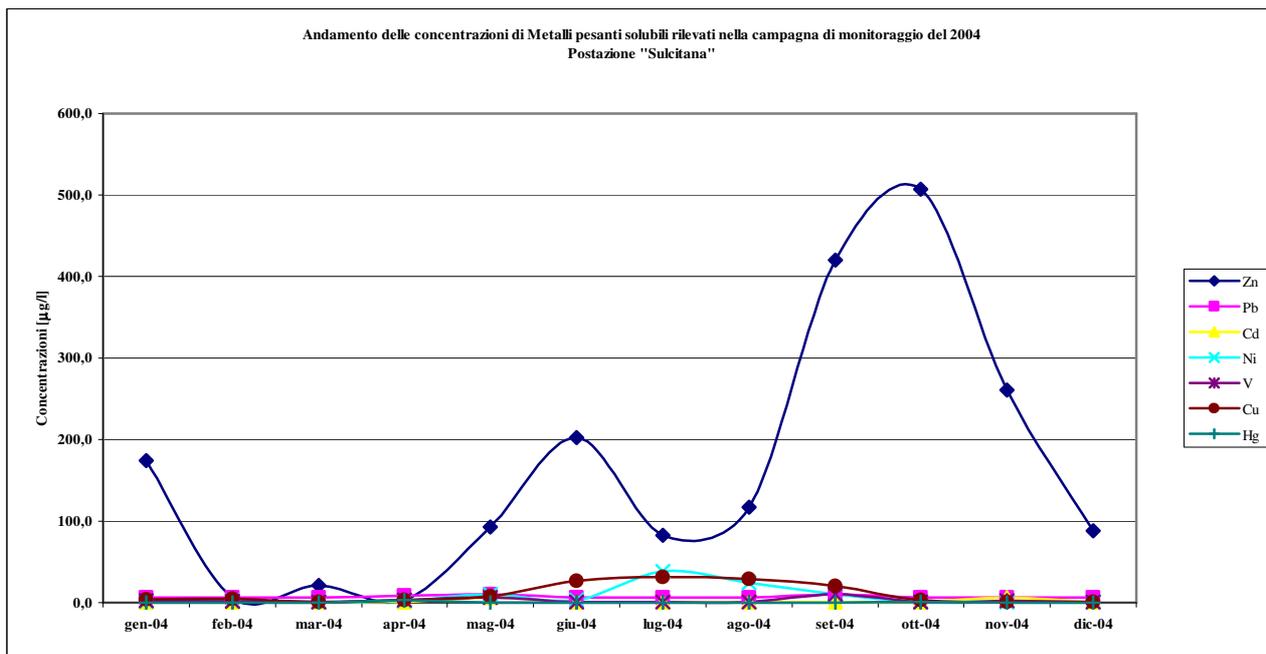
		Zn [µg/l]	Pb [µg/l]	Cd [µg/l]	Ni [µg/l]	V [µg/l]	Cu [µg/l]	Hg [µg/l]	Volume [ml]	Peso Tot. [mg]	Ricaduta Tot. [kg/km2/mese]
gen-04	Villa D'Orri	41,9	11,7	<0,5	9,8	7,5	9,4	<0,20	1.000	0,081	1,32
	Sulcitana	174,5	<6,0	<0,5	1,9	2,3	3,9	<0,20	1.720	0,326	5,29
	Lato Mare	194,5	<6,0	<0,5	7,1	4,1	6,2	<0,20	1.080	0,236	3,83
	Lato Monte	29,4	<6,0	<0,5	4,4	19,3	10,5	<0,20	840	0,059	0,96
	Cabina OS6	646,0	61,0	<0,5	25,7	22,9	46,2	<0,20	1.180	0,947	15,38
	Cam. 11	96,5	<6,0	<0,5	3,6	2,1	5,4	<0,20	1.320	0,151	2,45
feb-04	Villa D'Orri	3,41	<6,0	<0,5	4,5	4,6	8,4	<0,20	2.320	0,064	1,04
	Sulcitana	5,88	<6,0	<0,5	2,6	1,9	5,0	<0,20	3.040	0,067	1,09
	Lato Mare	7,26	<6,0	<0,5	5,8	4,7	5,1	<0,20	2.500	0,074	1,20
	Lato Monte	6,01	<6,0	<0,5	3,5	6,8	2,9	<0,20	1.820	0,047	0,76
	Cabina OS6	5,49	<6,0	<0,5	2,4	12,7	<1,0	<0,20	3.180	0,090	1,46
	Cam. 11	7,68	<6,0	<0,5	2,7	3,6	<1,0	<0,20	3.460	0,075	1,22
mar-04	Villa D'Orri	<1,0	<6,0	<0,5	7,13	<1,0	17,73	<0,20	6.960	0,234	3,79
	Sulcitana	21,29	<6,0	<0,5	<1,0	<1,0	<1,0	<0,20	8.970	0,278	4,52
	Lato Mare	50,48	<6,0	<0,5	<1,0	<1,0	10,89	<0,20	8.300	0,582	9,45
	Lato Monte	3,58	<6,0	<0,5	<1,0	<1,0	4,49	<0,20	8.480	0,142	2,31
	Cabina OS6	47,60	<6,0	<0,5	<1,0	<1,0	3,13	<0,20	9.500	0,565	9,17
	Cam. 11	3,43	<6,0	<0,5	3,07	<1,0	5,51	<0,20	900	0,175	2,85
apr-04	Villa D'Orri	10,8	<6,0	0,7	4,4	3,7	6,2	7,5	9.400	0,370	6,02
	Sulcitana	3,3	8,3	1,0	2,4	3,0	3,2	3,5	10.100	0,249	4,05
	Lato Mare	4,0	<6,0	0,8	2,4	4,5	3,2	<0,20	10.420	0,220	3,57
	Lato Monte	8,1	<6,0	1,1	2,7	3,7	2,8	<0,20	11.300	0,278	4,52
	Cabina OS6	8,1	<6,0	0,9	3,4	11,3	2,0	<0,20	10.380	0,332	5,39
	Cam. 11	4,9	12,9	<0,5	1,4	6,0	2,2	<0,20	10.100	0,284	4,61
mag-04	Villa D'Orri	86,7	11,7	6,7	16,7	11,7	25,0	<0,33	300	0,048	0,77
	Sulcitana	93,0	10,5	6,0	10,5	6,0	7,5	<0,30	400	0,054	0,87
	Lato Mare	90,0	<6,0	4,0	10,0	9,0	13,0	<0,20	500*	0,066	1,07
	Lato Monte	84,0	<6,0	3,0	8,0	5,0	5,0	<0,20	500*	0,056	0,90
	Cabina OS6	476,3	<15,8	10,5	31,6	44,7	18,4	<0,53	190	0,114	1,84
	Cam. 11	63,0	<6,0	3,0	9,0	15,0	8,0	<0,20	500*	0,052	0,85
giu-04	Villa D'Orri	23,6	9,9	<0,5	4,6	2,7	7,5	<0,20	500*	0,024	0,40
	Sulcitana	202,5	<6,0	<0,5	3,5	<1,0	26,4	<0,20	500*	0,120	1,95
	Lato Mare	70,5	<6,0	<0,5	11,3	9,3	39,5	<0,20	500*	0,069	1,11
	Lato Monte	147,4	<6,0	<0,5	19,4	11,9	27,3	<0,20	500*	0,106	1,73
	Cabina OS6	329,6	<6,0	<0,5	18,3	11,5	16,2	<0,20	500*	0,191	3,10
	Cam. 11	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd

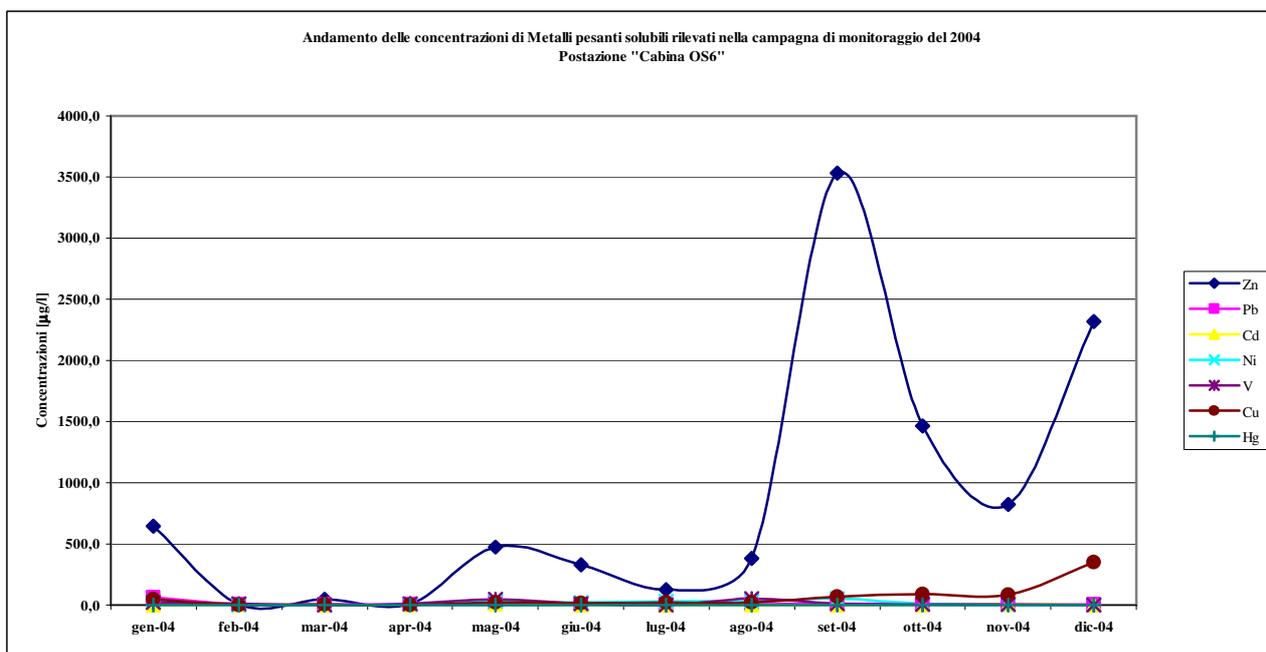
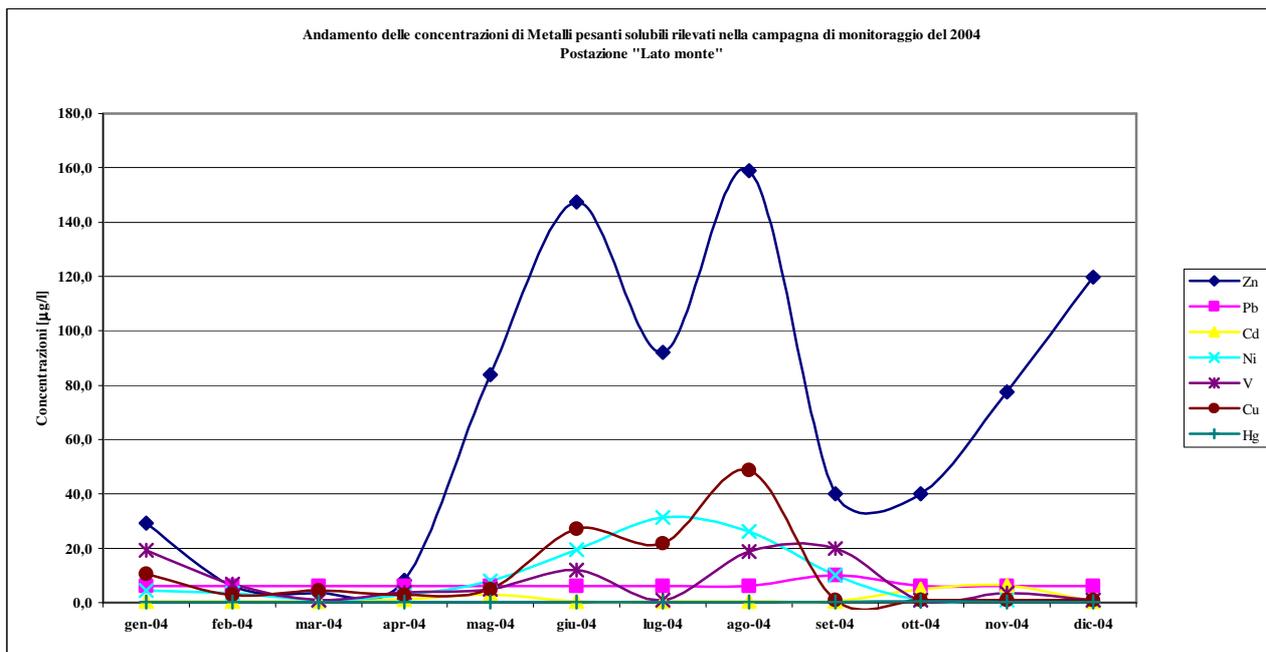
* Deposizioni secche

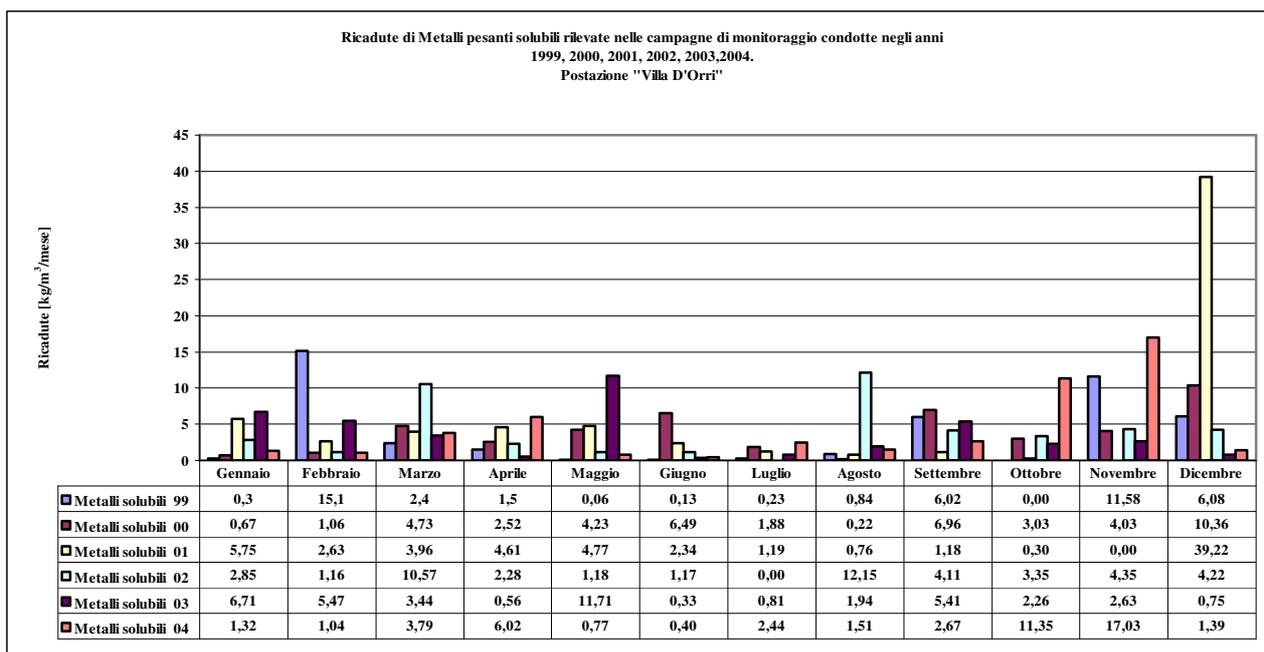
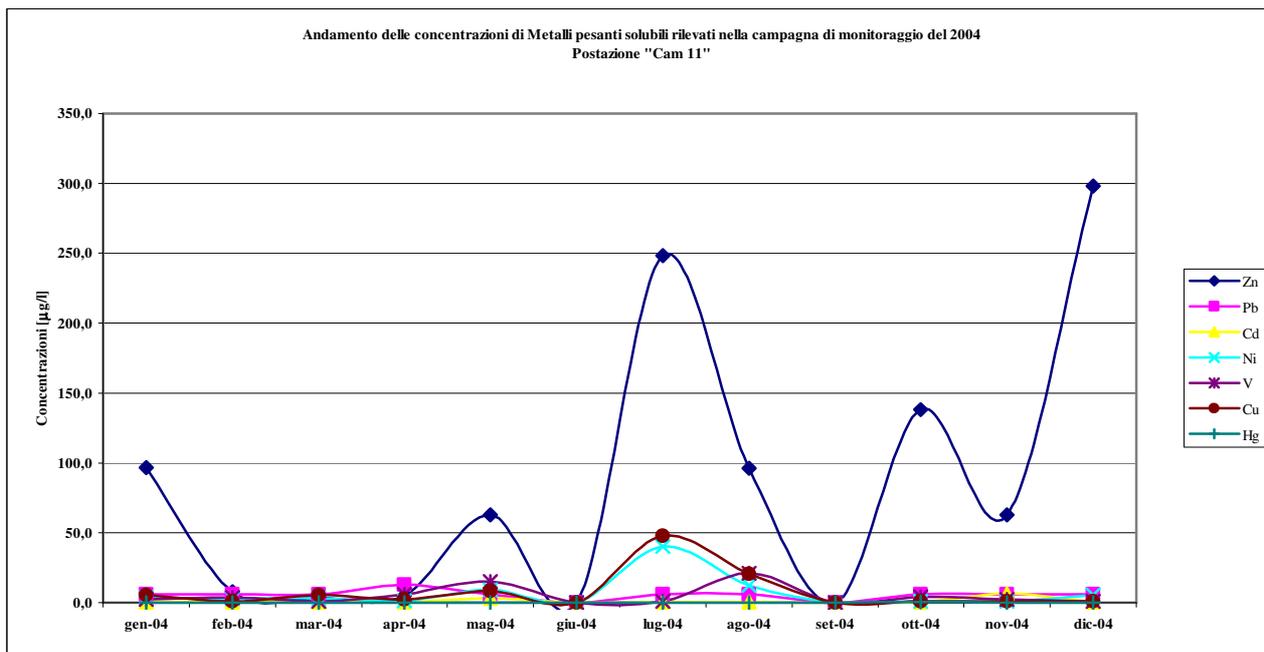

Metalli pesanti solubili

		Zn [µg/l]	Pb [µg/l]	Cd [µg/l]	Ni [µg/l]	V [µg/l]	Cu [µg/l]	Hg [µg/l]	Volume [ml]	Peso Tot. [mg]	Ricaduta Tot. [kg/km2/mese]
lug-04	Villa D'Orri	40,1	<6,0	<0,5	173,1	<1,0	30,0	<0,20	600*	0,151	2,44
	Sulcitana	82,6	<6,0	<0,5	38,4	<1,0	31,0	<0,20	550*	0,088	1,43
	Lato Mare	44,0	<6,0	<0,5	28,5	8,1	32,5	<0,20	600*	0,072	1,17
	Lato Monte	92,0	<6,0	<0,5	31,3	<1,0	21,9	<0,20	550*	0,085	1,37
	Cabina OS6	122,9	<6,0	<0,5	29,1	<1,0	23,1	<0,20	550*	0,101	1,63
	Cam. 11	248,6	<6,0	<0,5	40,0	<1,0	48,0	<0,20	550*	0,189	3,08
ago-04	Villa D'Orri	44,2	<6,0	<0,5	21,1	19,9	51,4	<0,20	650*	0,093	1,51
	Sulcitana	117,1	<6,0	<0,5	24,1	<1,0	28,6	<0,20	500*	0,089	1,44
	Lato Mare	73,3	<6,0	<0,5	14,1	19,2	35,1	<0,20	600*	0,089	1,45
	Lato Monte	158,8	<6,0	<0,5	26,3	18,8	48,8	<0,20	650*	0,169	2,74
	Cabina OS6	378,9	<6,0	<0,5	32,1	49,9	22,8	<0,20	550*	0,270	4,38
	Cam. 11	96,1	<6,0	<0,5	12,5	20,9	20,3	<0,20	600*	0,094	1,53
set-04	Villa D'Orri	90,0	10,0	<0,5	30,0	30,0	20,0	<0,20	910	0,164	2,67
	Sulcitana	420,0	10,0	<0,5	10,0	10,0	20,0	<0,20	350	0,165	2,68
	Lato Mare	30,0	10,0	<0,5	<1,0	20,0	<1,0	<0,20	1.280	0,080	1,30
	Lato Monte	40,0	10,0	<0,5	10,0	20,0	<1,0	<0,20	730	0,060	0,90
	Cabina OS6	3530,0	10,0	<0,5	50,0	10,0	70,0	<0,20	500*	1,853	29,81
	Cam. 11	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
ott-04	Villa D'Orri	77,0	<6,0	<0,5	<1,0	<1,0	12,0	0,90	7.100	0,699	11,35
	Sulcitana	507,0	<6,0	<0,5	<1,0	<1,0	3,0	0,50	3.520	1,827	29,67
	Lato Mare	83,0	<6,0	<0,5	<1,0	<1,0	<1,0	<0,20	5.940	0,551	8,94
	Lato Monte	40,0	<6,0	5,0	<1,0	<1,0	<1,0	0,40	5.900	0,321	5,21
	Cabina OS6	1466,0	<6,0	<0,5	13,0	7,0	87,0	0,50	3.440	5,435	88,27
	Cam. 11	138,0	<6,0	<0,5	<1,0	4,0	<1,0	0,60	5.060	0,765	12,42
nov-04	Villa D'Orri	75,6	12,9	7,5	<1,0	4,6	<1,0	<0,20	10.200	1,049	17,03
	Sulcitana	261,3	<6,0	6,4	<1,0	2,3	<1,0	<0,20	3.600	1,002	16,27
	Lato Mare	143,9	<6,0	6,1	<1,0	4,0	<1,0	<0,20	10.800	1,752	28,45
	Lato Monte	77,5	<6,0	6,3	<1,0	3,4	<1,0	<0,20	10.900	1,039	16,88
	Cabina OS6	824,2	<6,0	6,2	2,5	4,1	82,1	<0,20	7.640	7,069	114,81
	Cam. 11	63,1	<6,0	6,3	<1,0	2,5	<1,0	<0,20	10.000	0,800	13,00
dic-04	Villa D'Orri	9,7	<6,0	<0,5	<1,0	<1,0	<1,0	<0,20	4420	0,086	1,39
	Sulcitana	88,3	<6,0	<0,5	<1,0	<1,0	<1,0	<0,20	4920	482,000	7,83
	Lato Mare	542,8	<6,0	<0,5	<1,0	<1,0	9,9	<0,20	3160	1,774	28,81
	Lato Monte	119,8	<6,0	<0,5	<1,0	<1,0	<1,0	<0,20	4440	0,575	9,34
	Cabina OS6	2317,0	<6,0	<0,5	<1,0	<1,0	350,6	<0,20	2680	7,172	116,48
	Cam. 11	298,1	<6,0	<0,5	5,3	<1,0	<1,0	<0,20	960	0,300	4,87



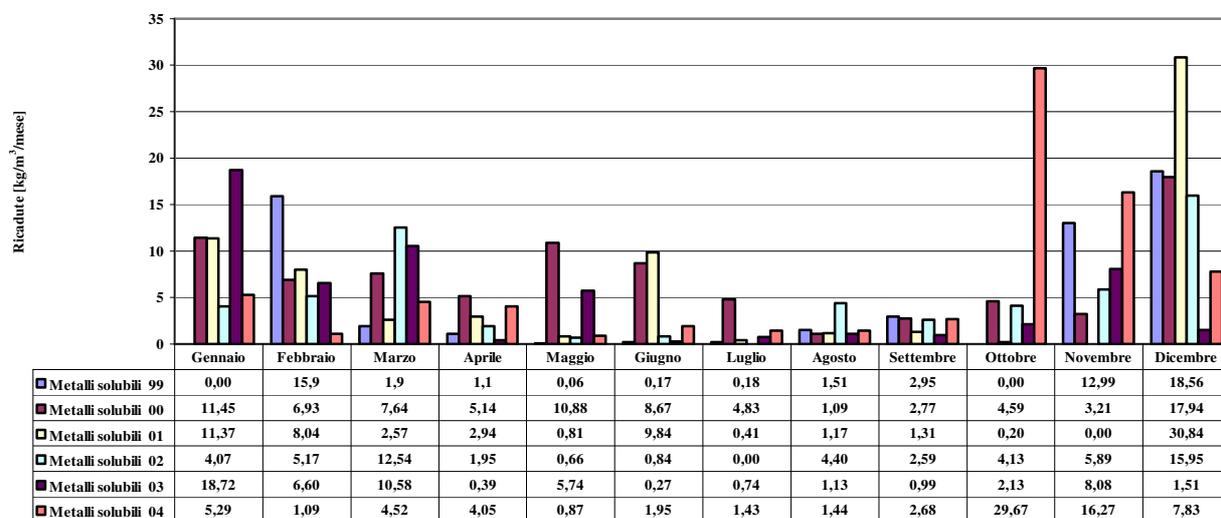




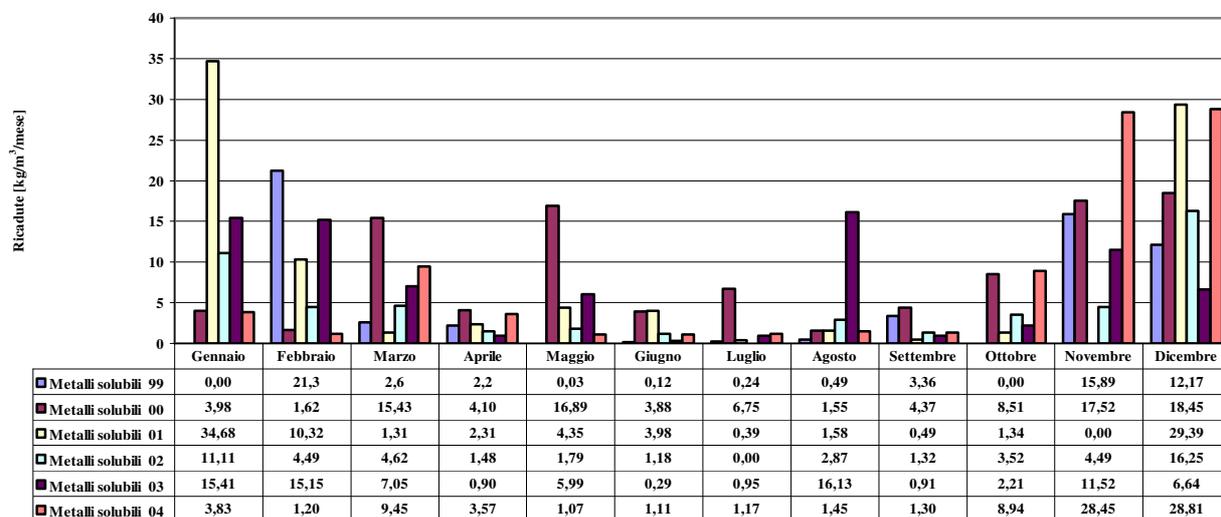




Ricadute di Metalli pesanti solubili rilevate nelle campagne di monitoraggio condotte negli anni
1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004.
Postazione "Sulcitana"

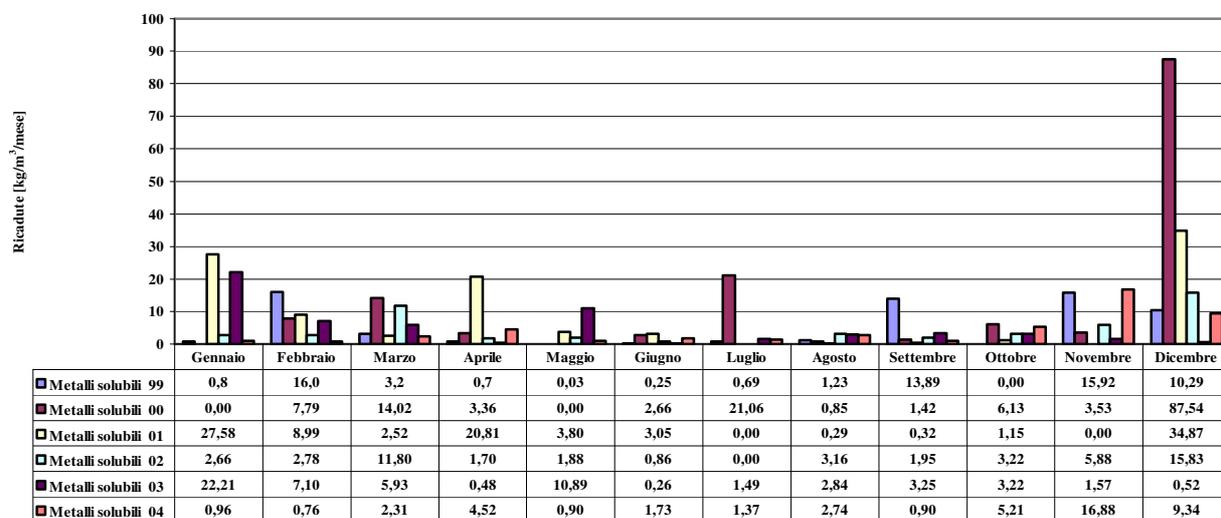


Ricadute di Metalli pesanti solubili rilevate nelle campagne di monitoraggio condotte negli anni
1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004.
Postazione "Lato mare"

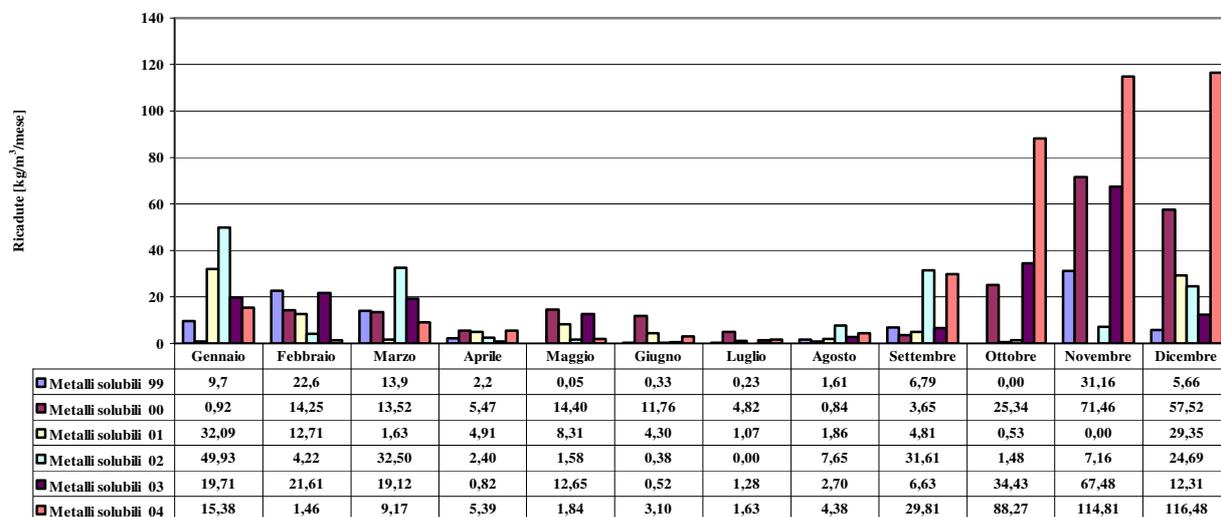




Ricadute di Metalli pesanti solubili rilevate nelle campagne di monitoraggio condotte negli anni
1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004.
Postazione "Lato monte"

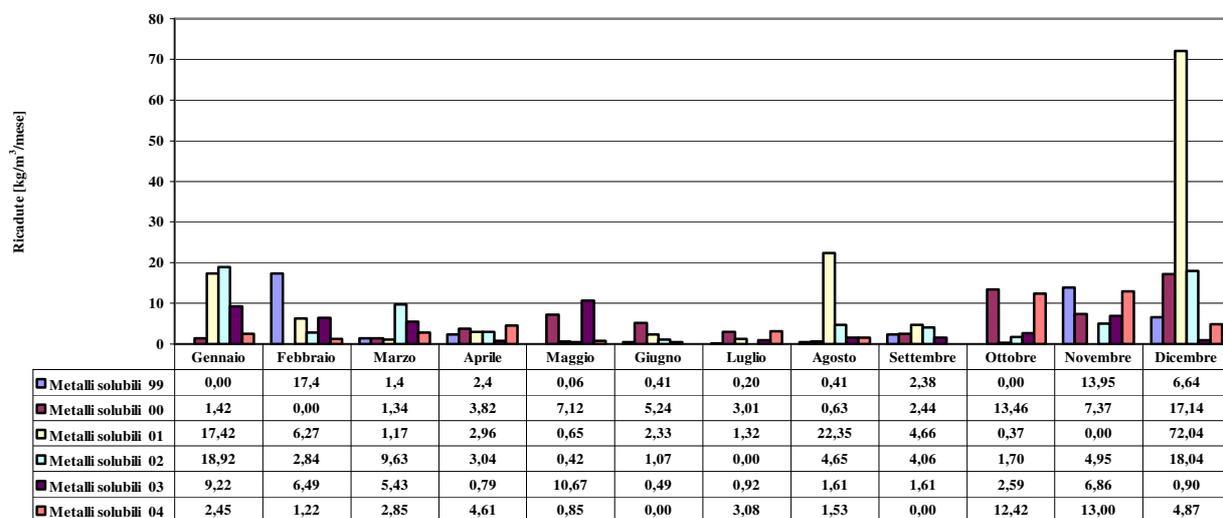


Ricadute di Metalli pesanti solubili rilevate nelle campagne di monitoraggio condotte negli anni
1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004.
Postazione "Cabina OS6"

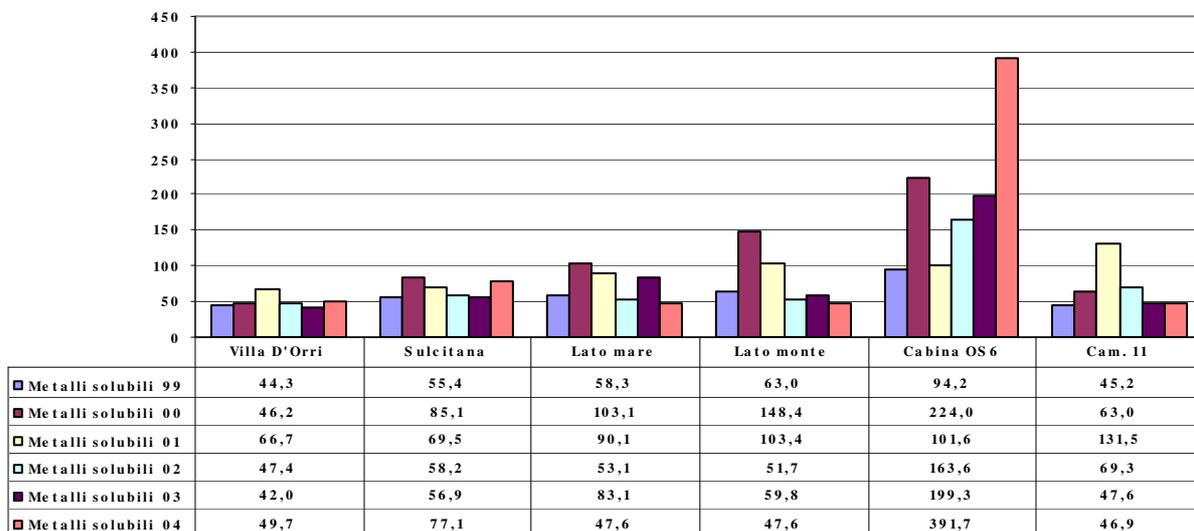




Ricadute di Metalli pesanti solubili rilevate nelle campagne di monitoraggio condotte negli anni
1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004.
Postazione " Cam 11"



Ricadute totali annue di Metalli pesanti solubili rilevate nelle campagne di monitoraggio condotte negli anni
1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004.

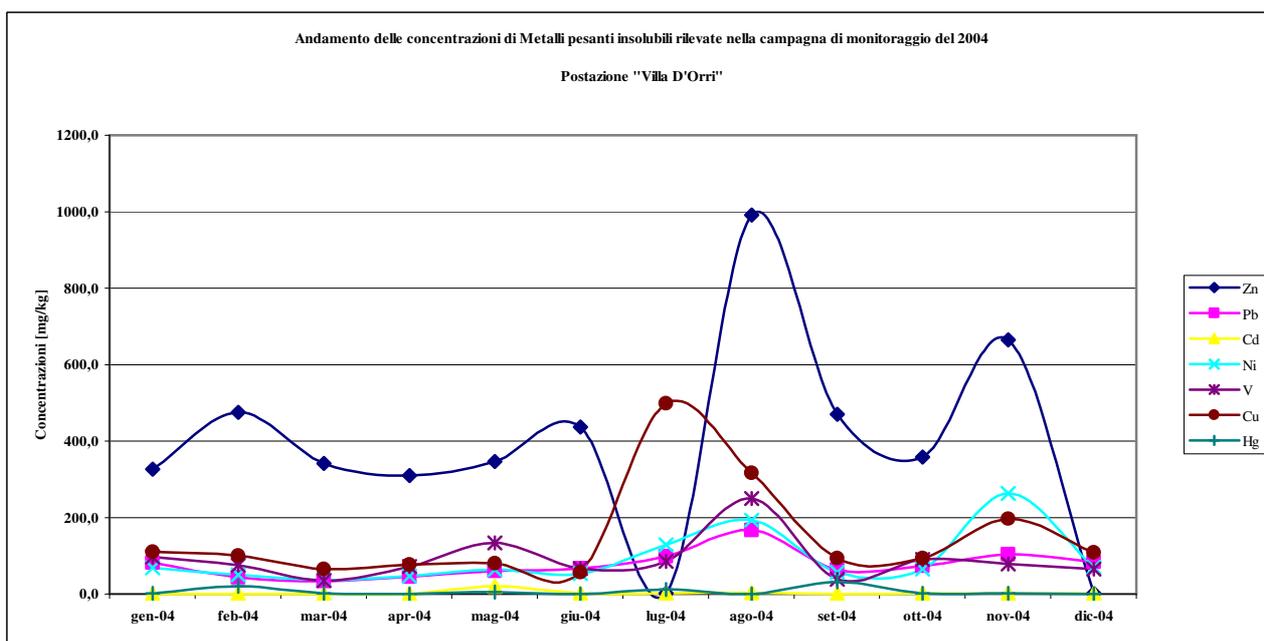
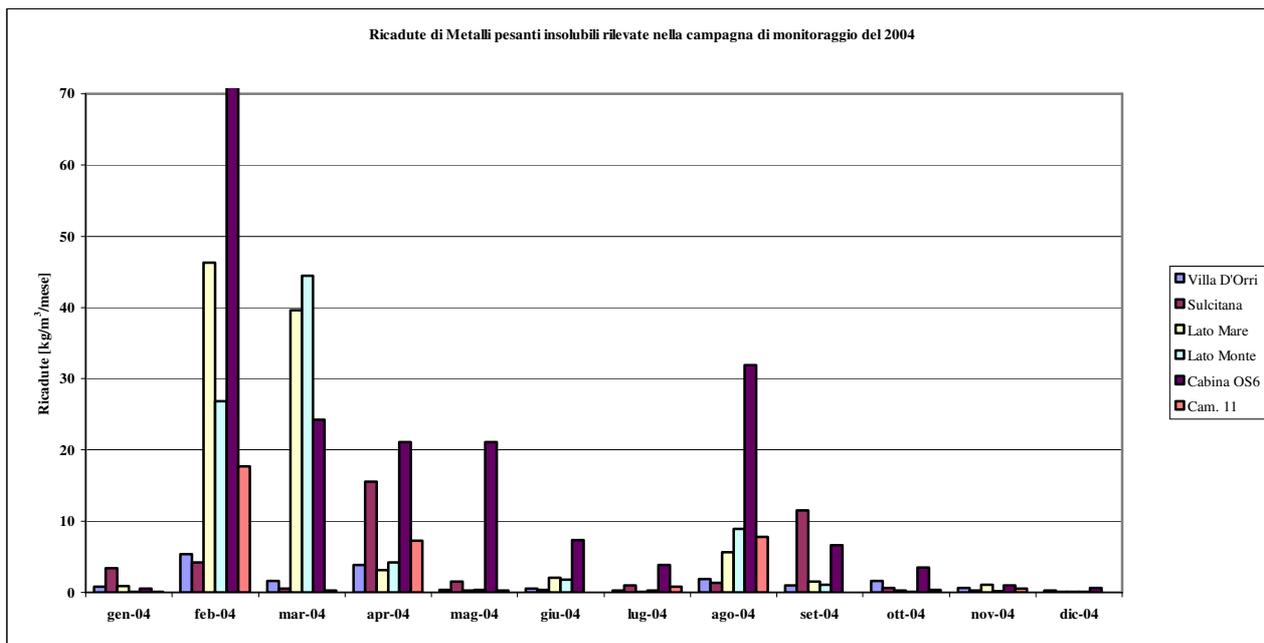


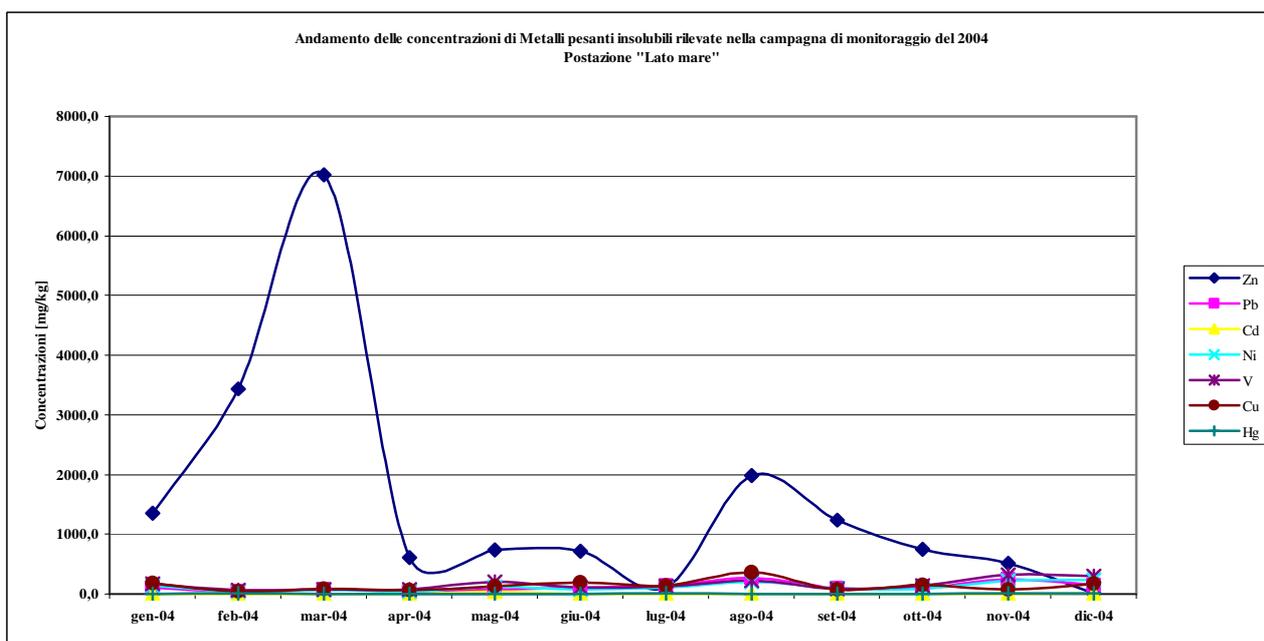
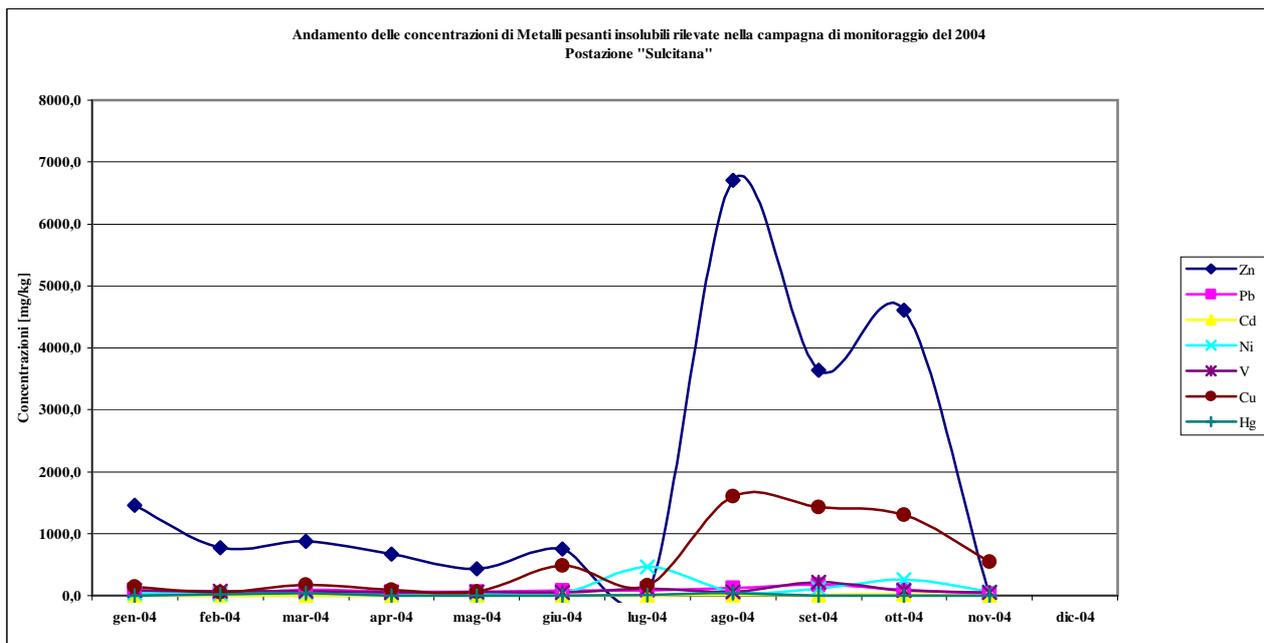

Metalli pesanti insolubili

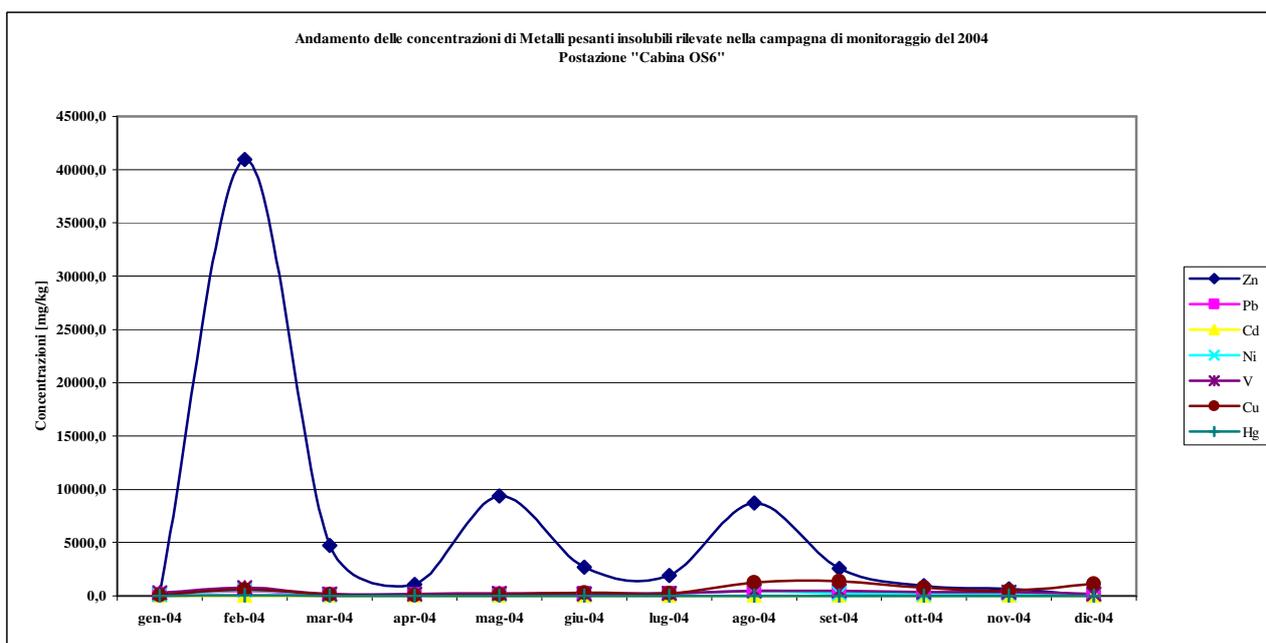
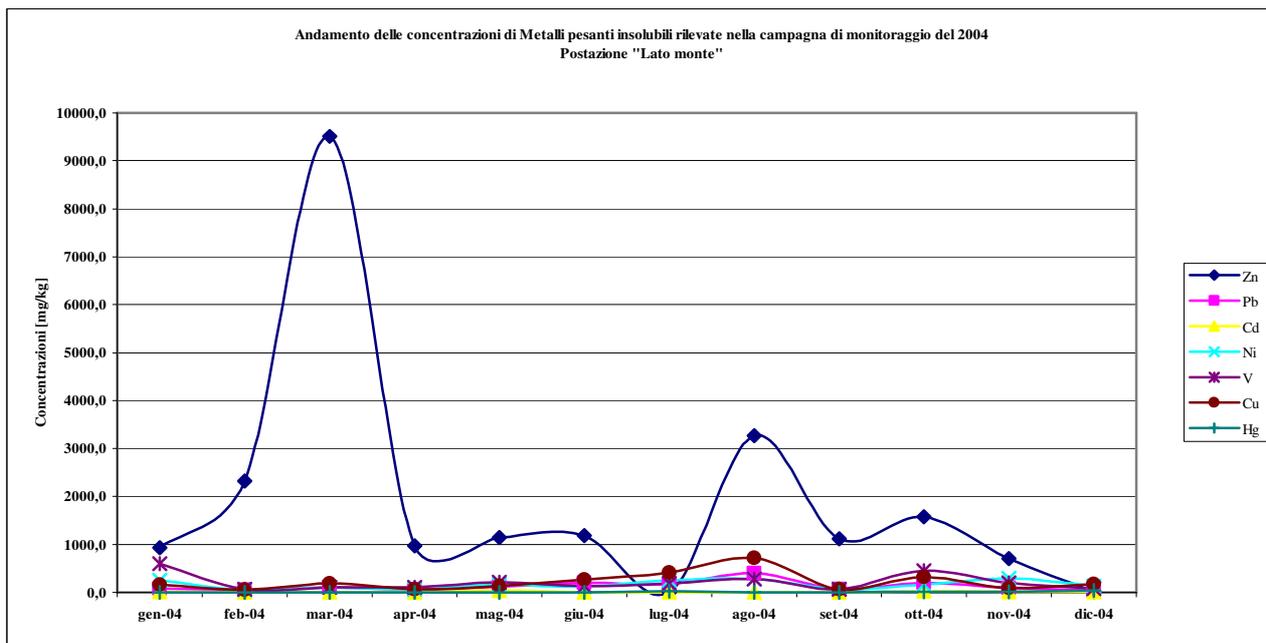
		Zn [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Cd [mg/kg]	Ni [mg/kg]	V [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Hg [mg/kg]	Ricaduta Tot. [kg/km ² /mese]
gen-04	Villa D'Orri	325,9	82,3	<0,7	67,8	96,1	109,7	2,50	0,8
	Sulcitana	1465,0	95,8	<0,4	40,5	81,2	140,8	1,60	3,4
	Lato Mare	1355,1	102,9	<1,7	137,9	174,3	177,7	1,80	0,9
	Lato Monte	934,4	<75,0	<12,5	256,3	593,9	163,0	<2,5	0,1
	Cabina OS6	249,7	97,0	<1,3	138,9	300,2	75,3	<0,3	0,5
	Cam. 11	265,5	<22,1	<3,7	59,0	68,1	94,7	2,6	0,1
feb-04	Villa D'Orri	474,4	42,7	0,2	49,4	75,5	100,0	20,3	5,4
	Sulcitana	767,4	33,3	<0,2	34,7	74,9	47,8	21,2	4,2
	Lato Mare	3430,1	43,5	0,2	41,4	65,1	41,3	6,0	46,3
	Lato Monte	2320,9	50,4	0,4	49,4	64,9	52,2	4,1	26,8
	Cabina OS6	40921,1	465,9	5,6	562,6	752,1	570,8	52,1	924,2
	Cam. 11	1097,6	41,0	0,2	40,7	44,1	53,4	4,4	17,7
mar-04	Villa D'Orri	342,2	33,7	<0,3	36,2	34,7	65,0	1,4	1,6
	Sulcitana	873,1	89,2	<2,1	47,0	75,3	174,0	45,6	0,5
	Lato Mare	7018,8	71,1	0,29	58,8	76,9	90,0	1,3	39,6
	Lato Monte	9509,2	111,6	0,56	104,0	111,4	184,0	1,9	44,4
	Cabina OS6	4725,1	144,6	<0,2	128,4	186,9	104,0	3,0	24,2
	Cam. 11	1039,2	61,0	<3,9	86,4	74,8	171,0	13,5	0,3
apr-04	Villa D'Orri	310,5	45,4	<0,12	47,5	71,8	77,2	0,7	3,8
	Sulcitana	664,1	59,3	0,3	42,0	55,8	91,0	0,5	15,6
	Lato Mare	610,2	43,7	<0,22	48,0	69,9	60,6	0,6	3,1
	Lato Monte	966,3	51,7	<0,24	65,8	106,4	71,1	1,3	4,2
	Cabina OS6	1086,5	108,7	0,7	159,4	164,3	82,5	<0,01	21,1
	Cam. 11	776,1	75,1	<0,12	76,9	90,3	63,2	0,5	7,2
mag-04	Villa D'Orri	346,2	59,8	19,9	62,7	133,9	79,8	4,2	0,4
	Sulcitana	433,8	56,6	5,1	40,1	66,2	63,2	0,6	1,5
	Lato Mare	740,4	79,2	41,3	117,1	203,2	124,0	<0,69	0,3
	Lato Monte	1146,8	113,2	43,8	164,4	208,2	135,1	2,2	0,4
	Cabina OS6	9400,2	162,0	6,6	165,5	221,0	101,0	16,1	21,1
	Cam. 11	588,4	105,4	40,8	173,5	163,3	<204,0	4,4	0,3
giu-04	Villa D'Orri	436,5	67,0	<1,05	53,2	66,8	57,1	<0,21	0,5
	Sulcitana	748,8	79,4	<2,54	41,2	52,6	479,2	<0,51	0,4
	Lato Mare	714,0	101,7	1,0	74,5	103,9	192,0	<0,09	2,1
	Lato Monte	1181,6	199,0	2,0	117,0	127,7	271,6	<0,17	1,8
	Cabina OS6	2690,4	220,7	2,3	177,3	197,9	297,3	3,6	7,3
	Cam. 11	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd

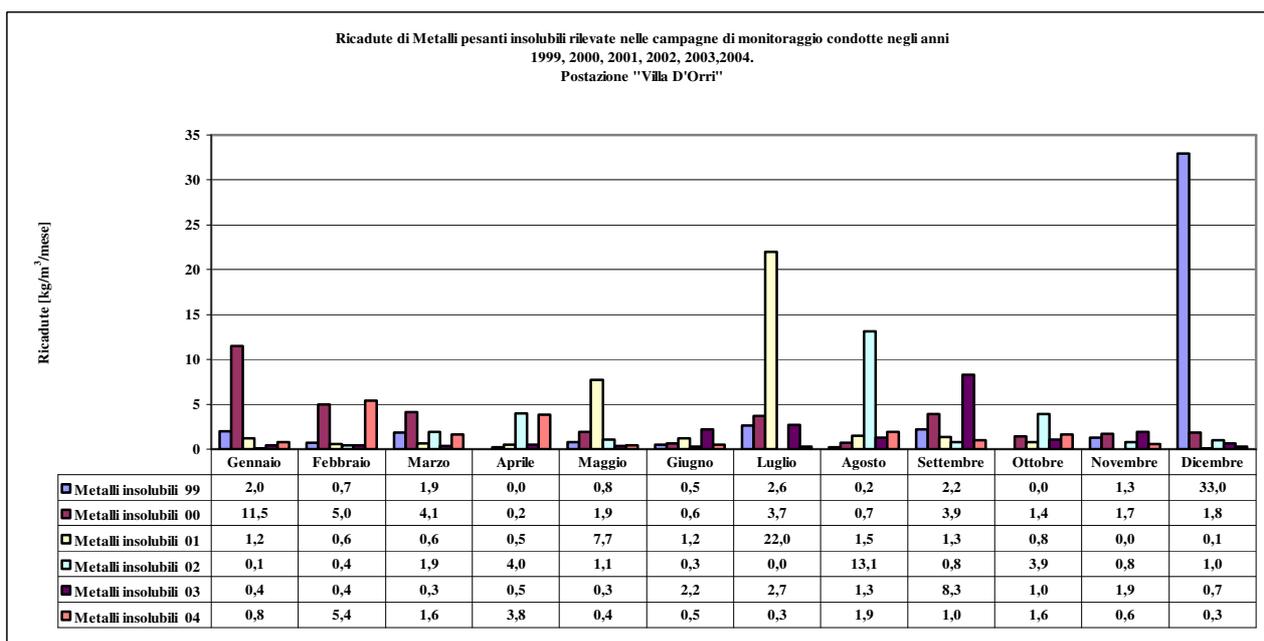
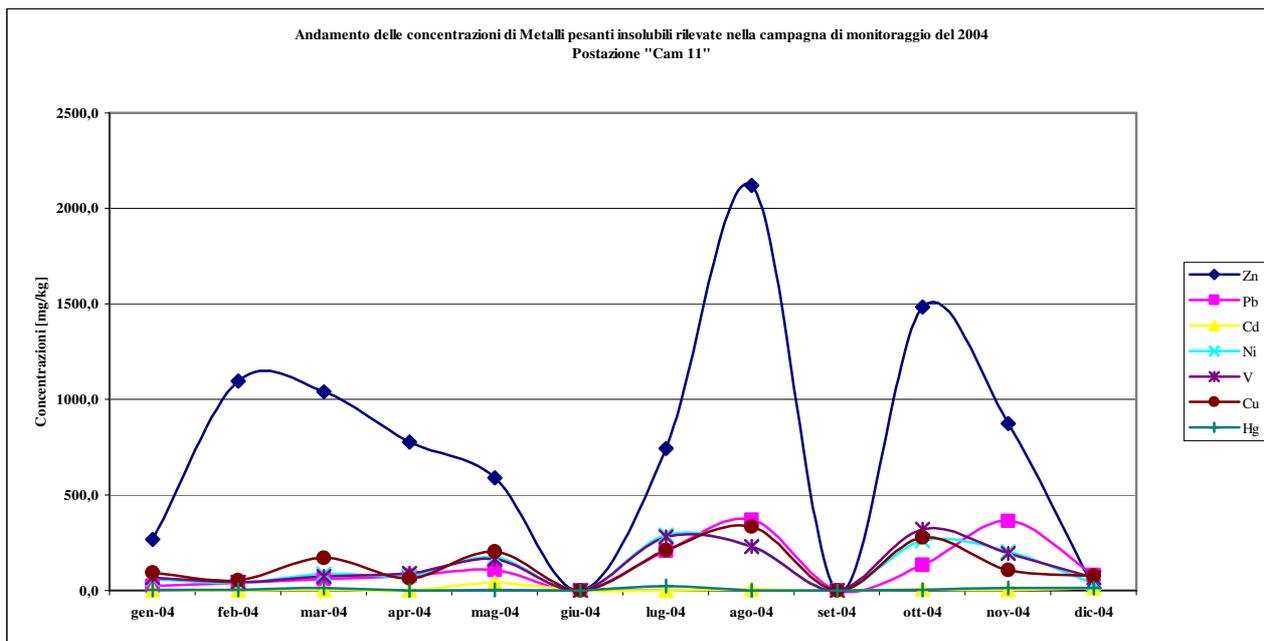

Metalli pesanti insolubili

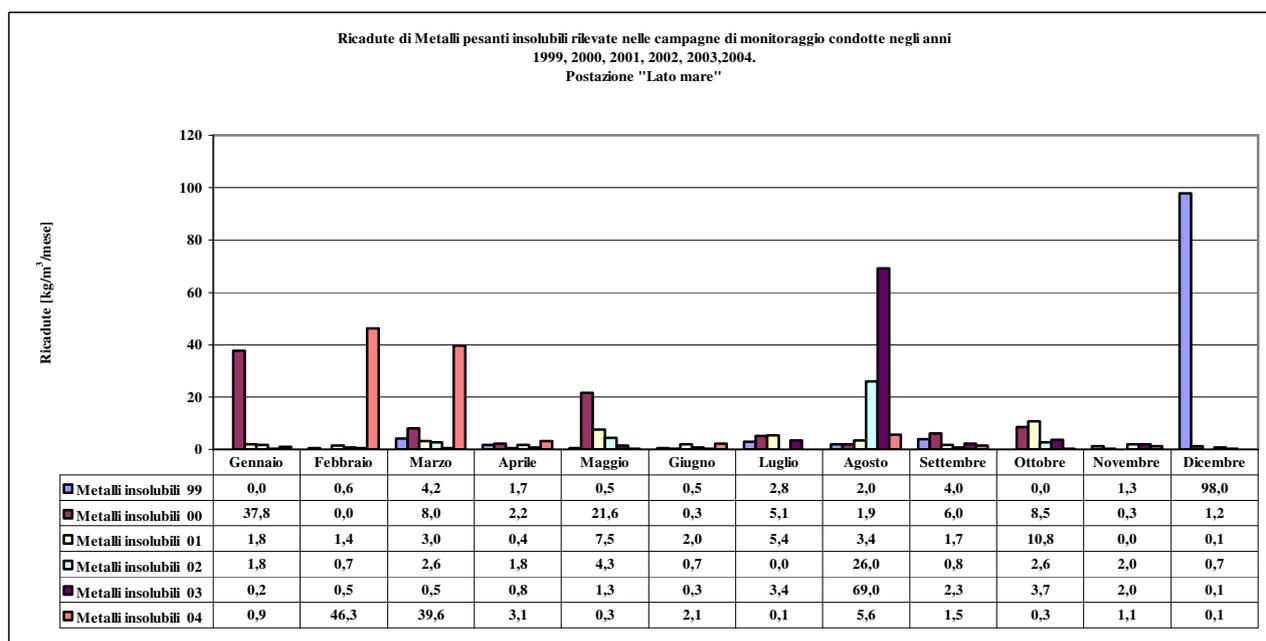
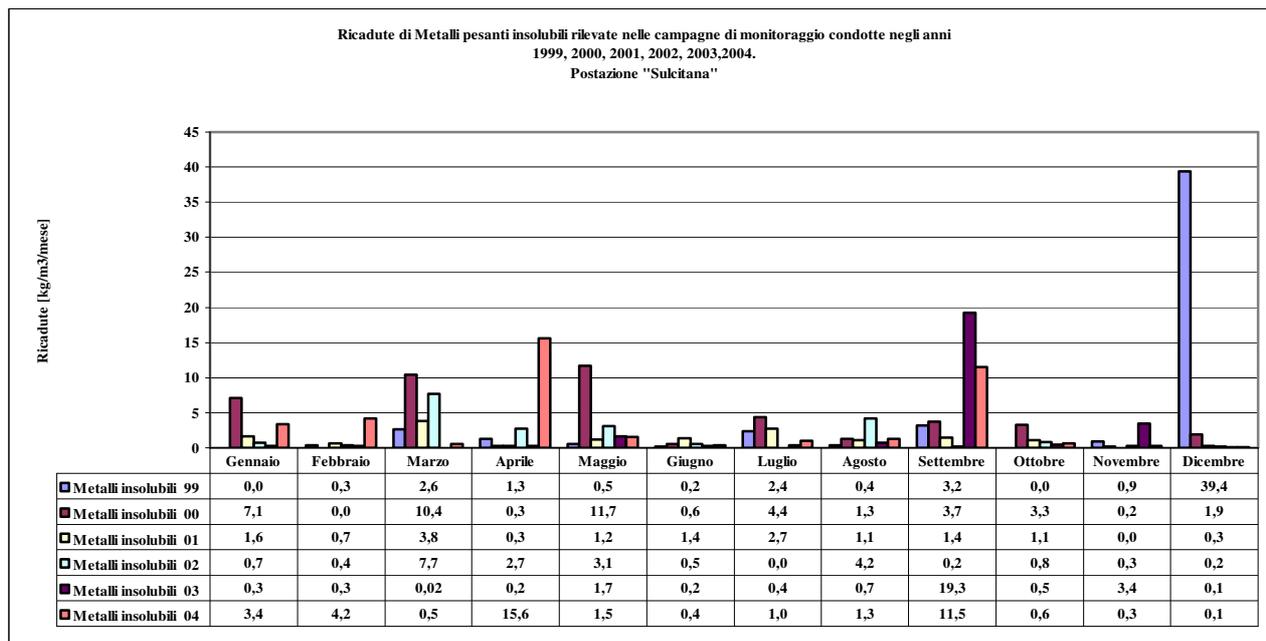
		Zn [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Cd [mg/kg]	Ni [mg/kg]	V [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Hg [mg/kg]	Ricaduta Tot. [kg/km ² /mese]
lug-04	Villa D'Orri	<2,46	97,9	<2,46	128,0	85,2	498,9	10,9	0,3
	Sulcitana	<0,67	78,2	<0,67	462,9	109,0	163,8	9,1	1,0
	Lato Mare	119,7	137,5	1,0	105,3	123,4	143,5	9,9	0,1
	Lato Monte	<2,69	177,7	<2,69	253,8	184,5	414,8	20,8	0,3
	Cabina OS6	1901,4	228,2	2,8	221,9	214,1	263,7	7,0	3,8
	Cam. 11	742,9	207,1	<0,79	288,6	278,5	209,2	22,6	0,8
ago-04	Villa D'Orri	992,2	167,5	2,8	192,9	249,5	317,1	<0,17	1,9
	Sulcitana	3572,3	256,3	<3,94	432,3	248,3	1699,5	<0,79	1,3
	Lato Mare	1979,3	270,1	3,0	198,7	225,7	364,9	<0,09	5,6
	Lato Monte	3262,4	399,8	4,6	280,6	277,7	721,9	0,4	8,9
	Cabina OS6	8697,8	489,2	5,4	447,1	500,5	1259,4	2,4	31,9
	Cam. 11	2119,3	371,1	6,5	225,5	229,9	332,9	0,9	7,8
set-04	Villa D'Orri	470,1	62,7	<0,63	56,4	37,6	94,0	31,6	1,0
	Sulcitana	6702,3	118,6	<5,93	59,3	59,3	1601,4	43,0	11,5
	Lato Mare	1237,5	91,4	<0,83	91,4	83,1	74,8	2,5	1,5
	Lato Monte	1119,3	61,6	<1,03	71,9	71,9	61,6	2,9	1,1
	Cabina OS6	2569,5	284,2	<0,60	217,7	477,6	1384,5	7,7	6,6
	Cam. 11	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
ott-04	Villa D'Orri	358,4	74,0	1,0	64,4	90,7	92,7	2,0	1,6
	Sulcitana	3635,0	173,5	<7,54	113,1	211,2	1432,9	3,0	0,6
	Lato Mare	743,8	100,1	<3,34	90,1	133,4	153,4	<0,7	0,3
	Lato Monte	1583,7	203,6	<22,62	158,4	452,5	316,7	15,2	0,1
	Cabina OS6	939,9	207,8	<0,58	166,1	369,8	795,2	7,0	3,5
	Cam. 11	1483,1	134,8	<5,62	258,4	320,2	275,3	4,4	0,4
nov-04	Villa D'Orri	665,5	103,8	<1,7	263,6	78,9	196,0	1,3	0,6
	Sulcitana	4609,7	<93,8	<15,6	252,5	<78,1	1308,5	<3,1	0,3
	Lato Mare	514,5	243,7	<1,1	227,1	316,9	77,0	6,0	1,1
	Lato Monte	709,7	86,9	<7,0	286,7	192,9	93,8	13,8	0,2
	Cabina OS6	686,6	161,9	<1,6	259,7	340,4	463,9	3,4	1,0
	Cam. 11	874,0	364,6	<3,0	204,0	194,1	107,3	13,9	0,5
dic-04	Villa D'Orri	<1,0	83,1	<1,0	69,3	65,5	108,6	0,5	0,3
	Sulcitana	<4,1	33,0	<4,1	57,5	55,2	541,4	4,1	0,1
	Lato Mare	<5,9	153,7	<5,9	233,8	297,0	165,8	7,0	0,1
	Lato Monte	<6,9	<41,3	<6,9	135,1	85,9	177,2	44,1	0,1
	Cabina OS6	<2,1	111,7	<2,1	153,8	184,1	1120,5	2,1	0,6
	Cam. 11	<13,3	<80,0	<13,3	37,8	<66,7	76,1	12,0	0,0

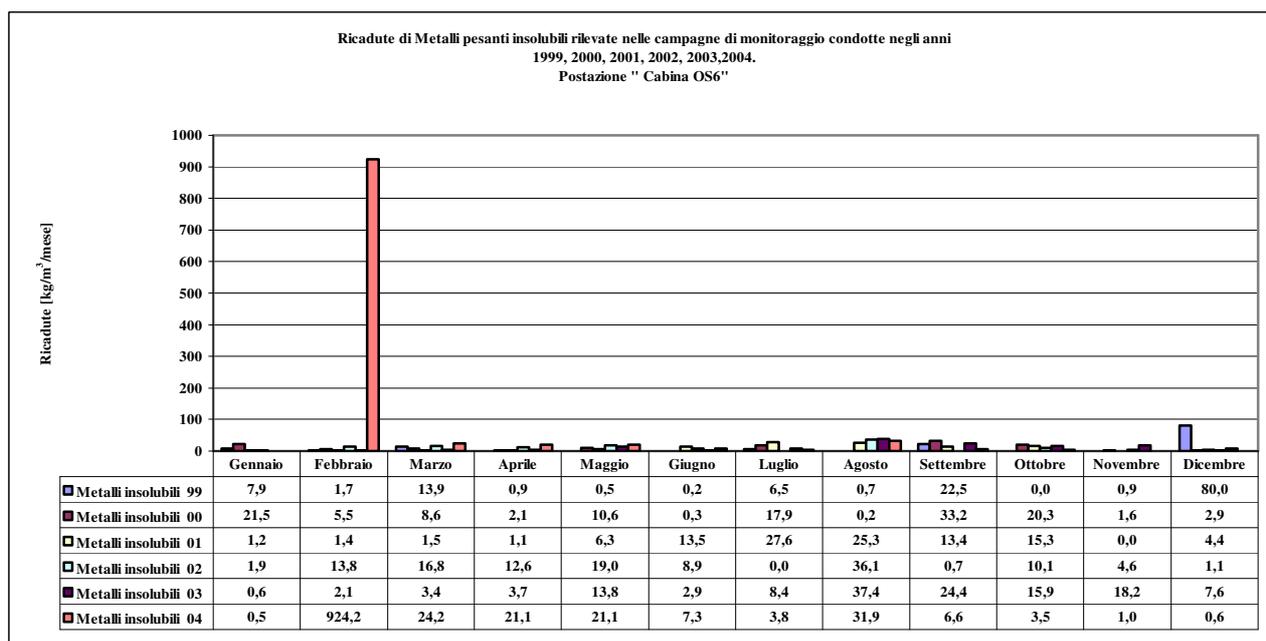
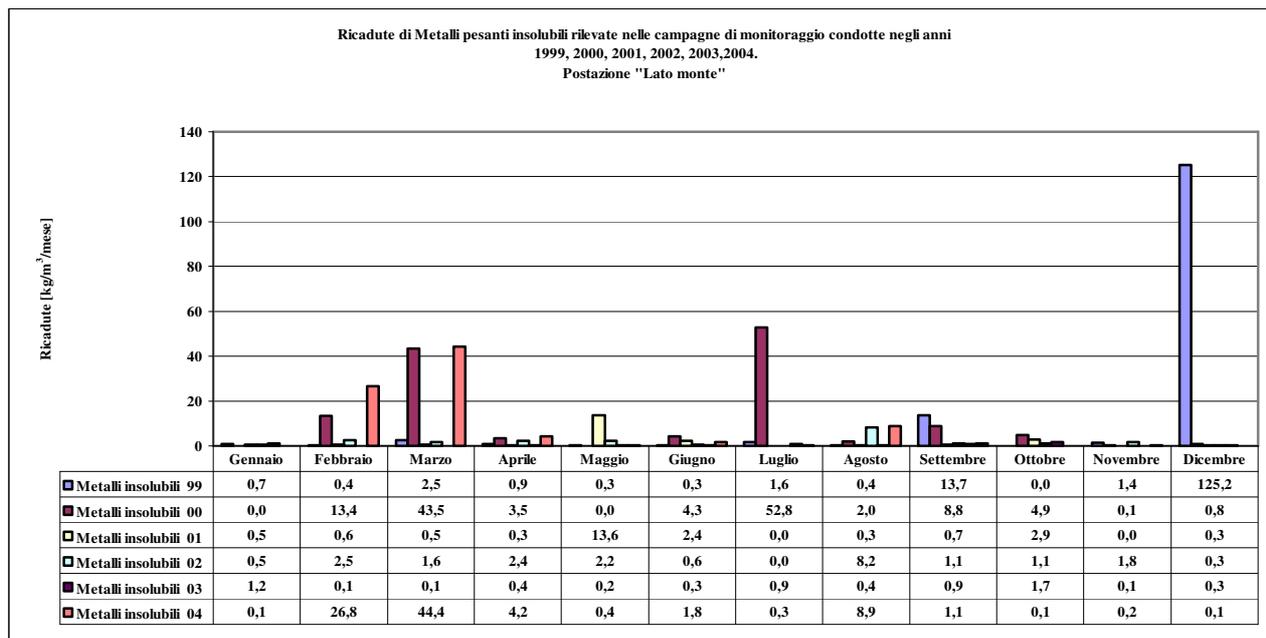






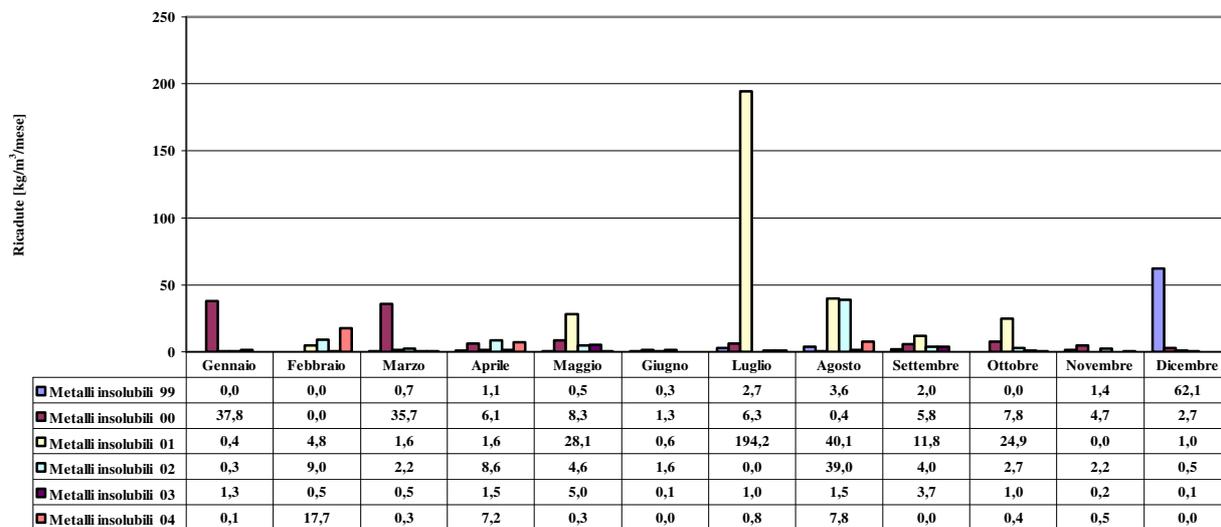




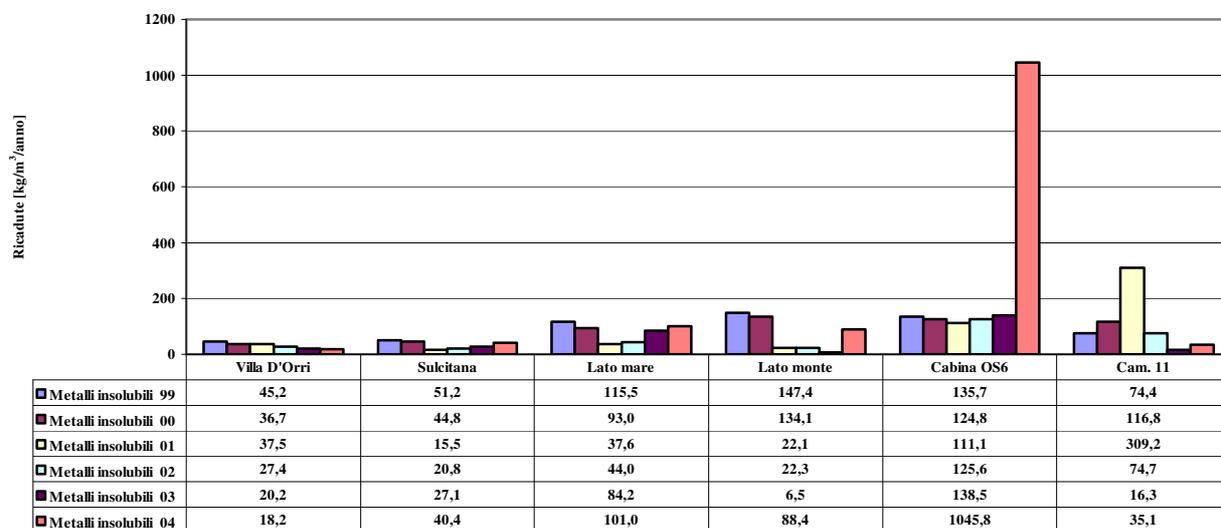




Ricadute di Metalli pesanti insolubili rilevate nelle campagne di monitoraggio condotte negli anni 1999, 2000, 2001, 2002, 2003.
Postazione "Cam 11"

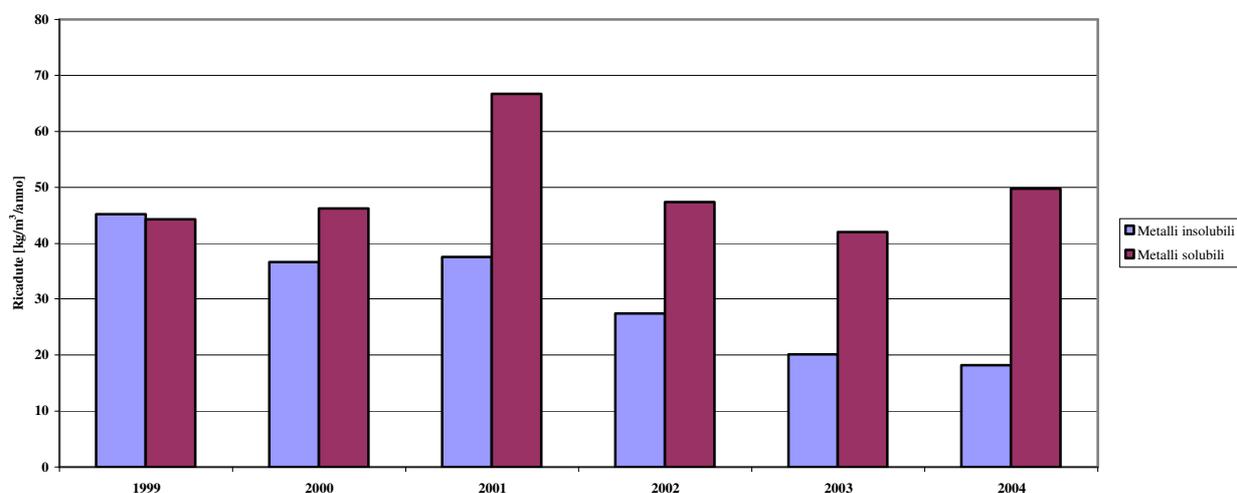


Ricadute totali annue di Metalli pesanti insolubili rilevate nelle campagne di monitoraggio condotte negli anni 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004.

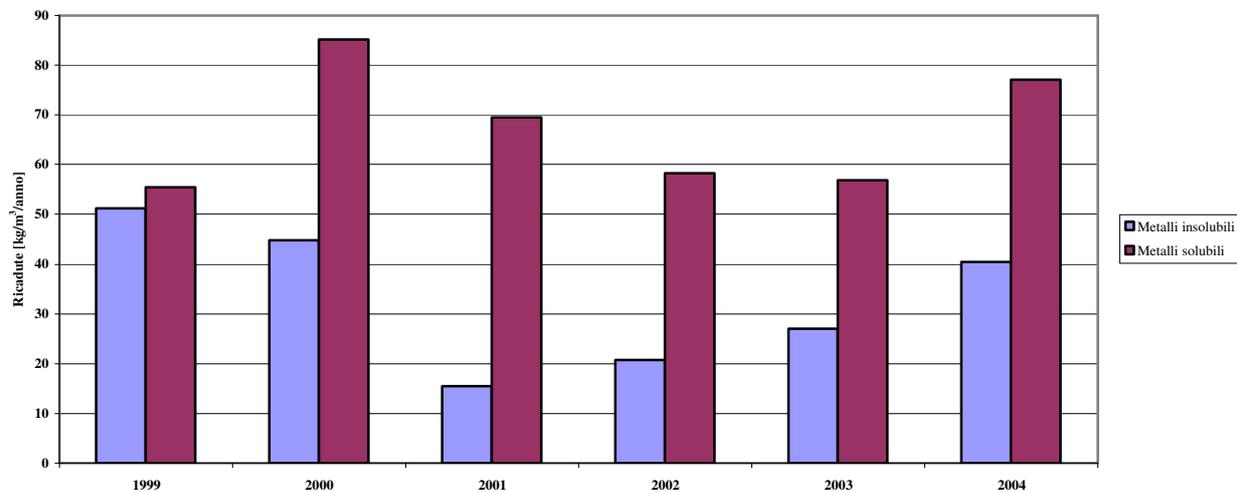


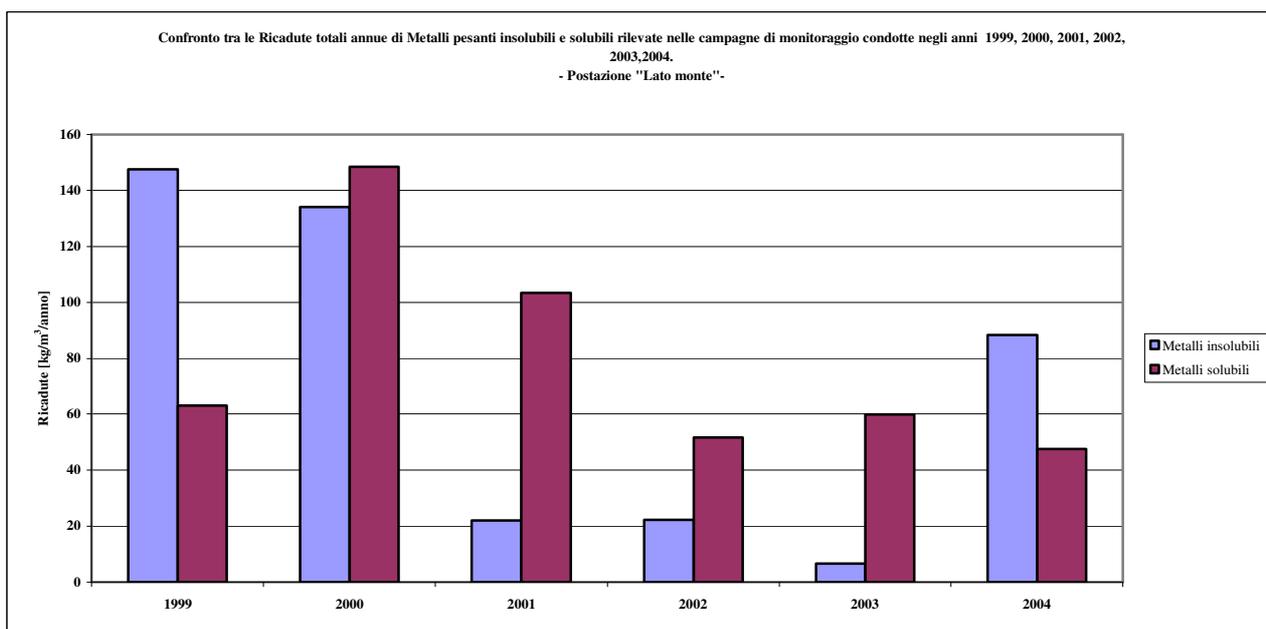
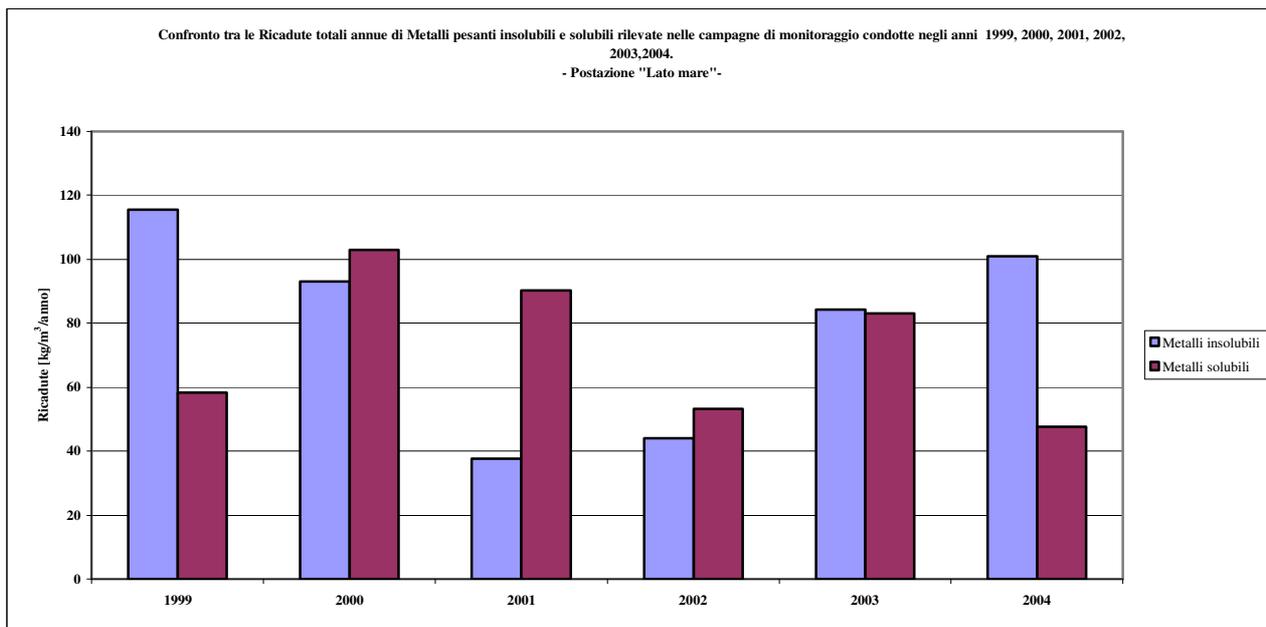


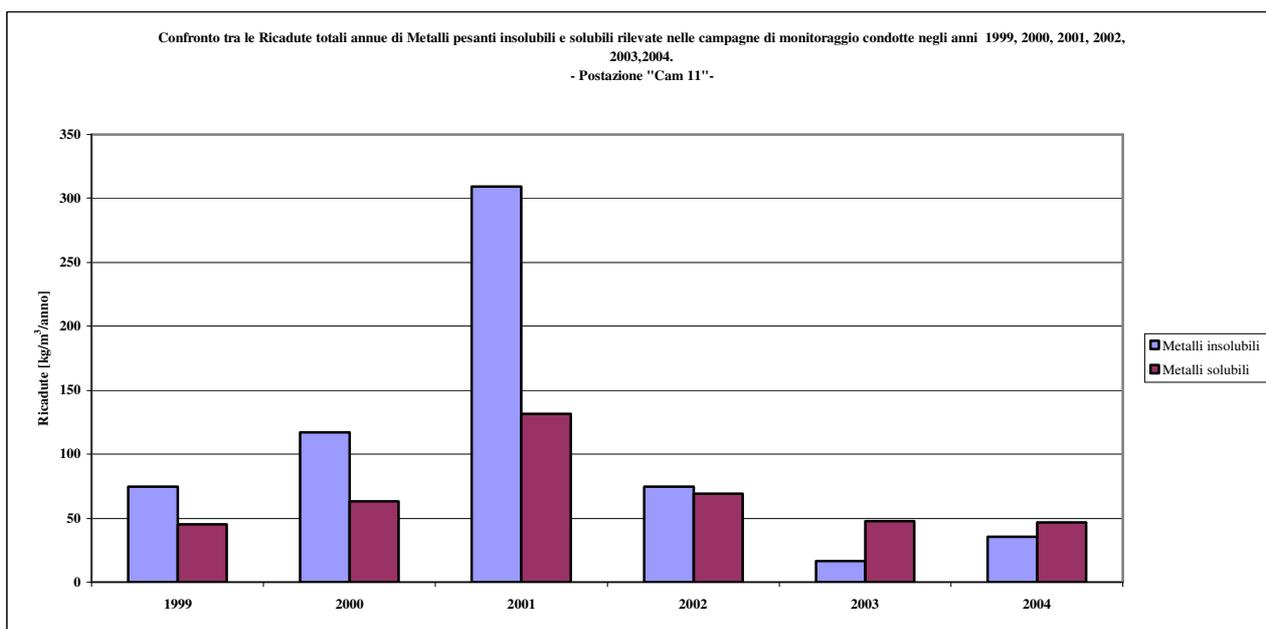
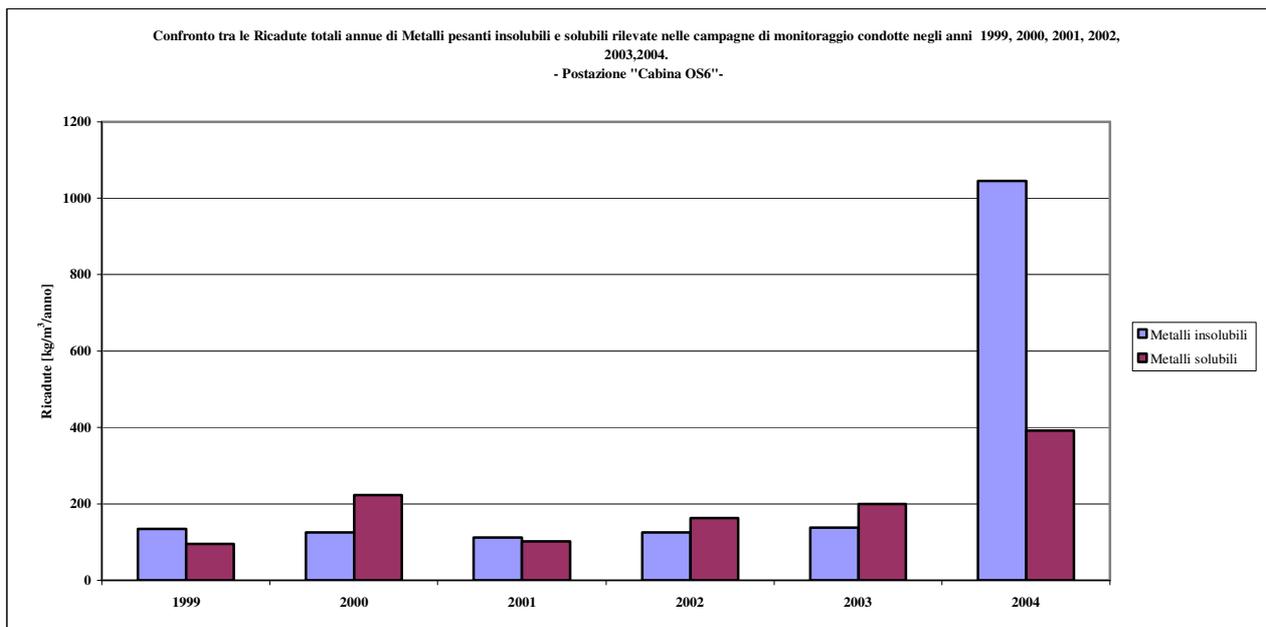
Confronto tra le Ricadute totali annue di Metalli pesanti insolubili e solubili rilevate nelle campagne di monitoraggio condotte negli anni 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004.
- Postazione "Villa D'Orri"-



Confronto tra le Ricadute totali annue di Metalli pesanti insolubili e solubili rilevate nelle campagne di monitoraggio condotte negli anni 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004.
- Postazione "Sulcitana"-









METALLI PESANTI SOLUBILI

Le ricadute maggiori si sono verificate nei mesi invernali, in particolare spiccano i valori di 88,27 kg/km²/mese 114,81 kg/km²/mese e 116,48 kg/km²/mese riscontrati nella postazione Cab.OS6, rispettivamente, nei mesi di ottobre, novembre e dicembre. Il valore riscontrato ad ottobre è dovuto ad una concentrazione elevata di zinco (1.446 µg/l) associata ad un volume d'acqua consistente (quasi 3.5 L)

Il secondo metallo più presente è il rame, che ha raggiunto la massima concentrazione di 350.6 µg/l dicembre nella postazione Cab OS6.

Gli altri metalli sono presenti in tracce, mentre il mercurio presenta un valore nella postazione Cab OS6 nel mese di febbraio, mai riscontrato in precedenza, pari a 68,4 µg assoluti, corrispondente ad una concentrazione di mercurio pari a 52,1 mg/kg.

Confrontando i dati delle ricadute totali annue 2004 di metalli pesanti solubili con quelli degli anni precedenti, si riscontra un andamento in linea con quello degli anni precedenti con l'eccezione dei dati relativi alla postazione Cab OS6.

METALLI PESANTI INSOLUBILI

I valori riscontrati nel primo semestre risultano superiori rispetto a quelli dello stesso periodo ma precedente anno, in particolar modo si è riscontrata una concentrazione di 924 kg/km²/mese nel mese di febbraio nella postazione Cab OS6, valore determinato sia dalla notevole quantità di particolato raccolto che dall'elevata concentrazione dei singoli metalli. In generale in tutte le postazioni nel mese di febbraio è stata riscontrata una quantità notevole di particolato, questo può essere collegato al forte vento che ha determinato un aumento delle particelle trasportate.

Nel corso del secondo semestre i valori sono tornati ad essere bassi, in linea con l'andamento dei precedenti anni.

Confrontando le ricadute di metalli insolubili e solubili, si ha una prevalenza di questi ultimi, ad eccezione delle postazioni Lato Mare e Lato Monte.



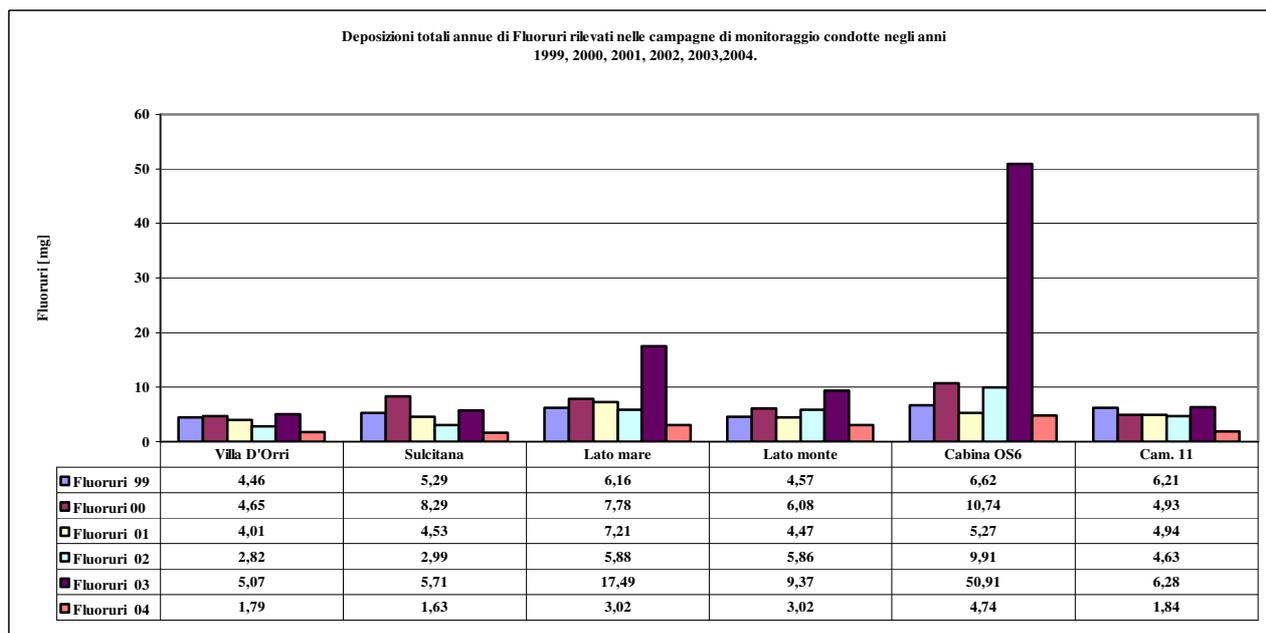
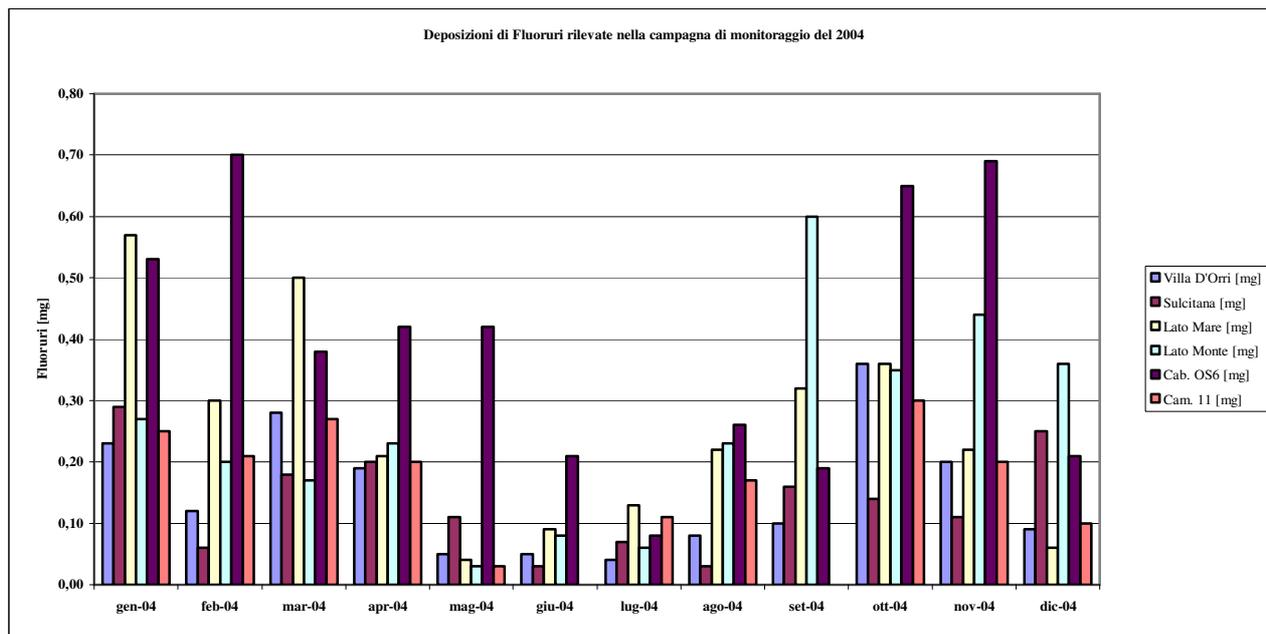
2.4 Fluoruri

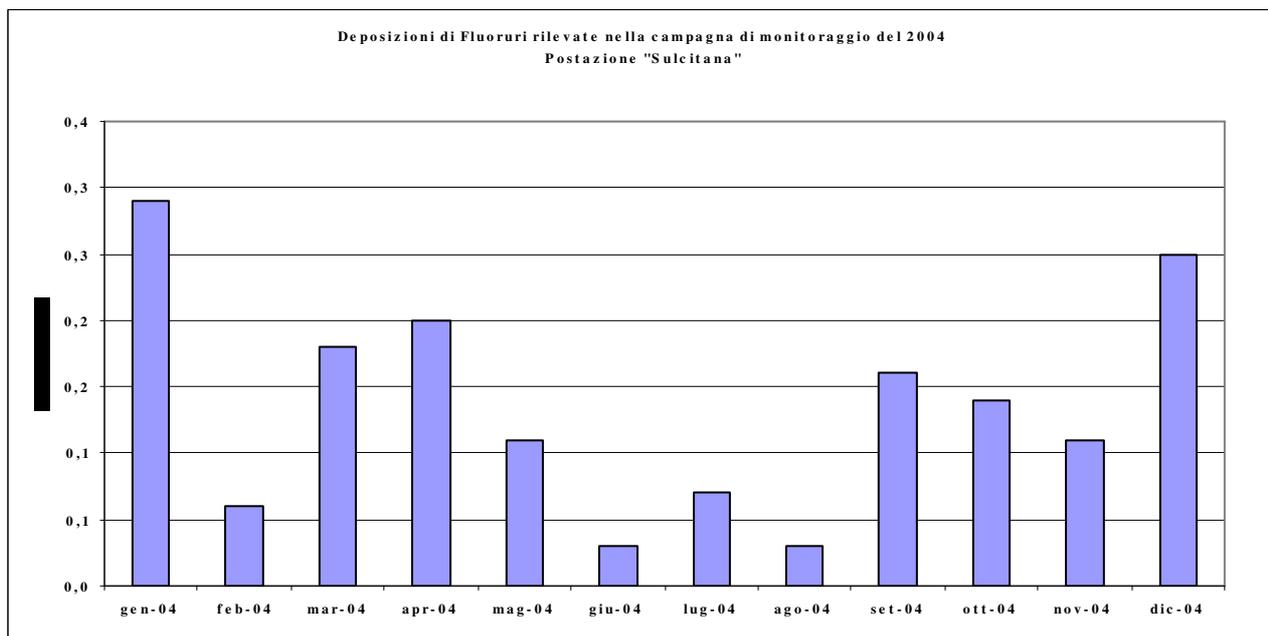
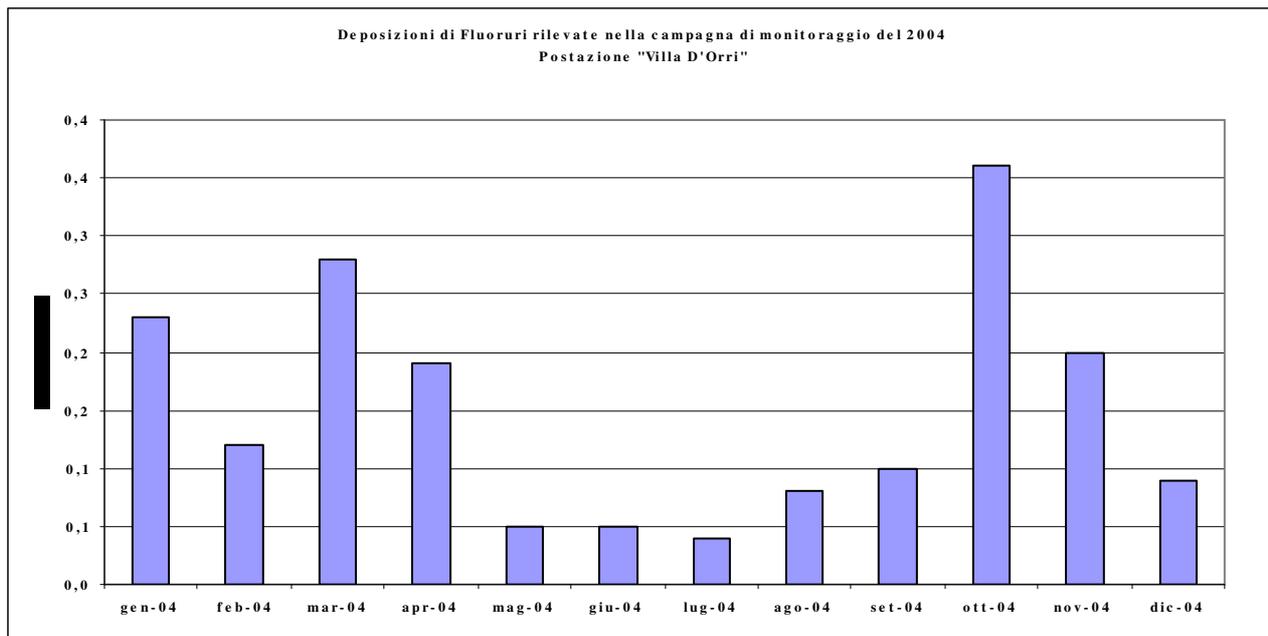
In questo paragrafo vengono riportate le quantità di fluoruri (mg) in soluzione (presenti cioè nella fase acquosa raccolta nel deposimetro) rilevate nel 2004.

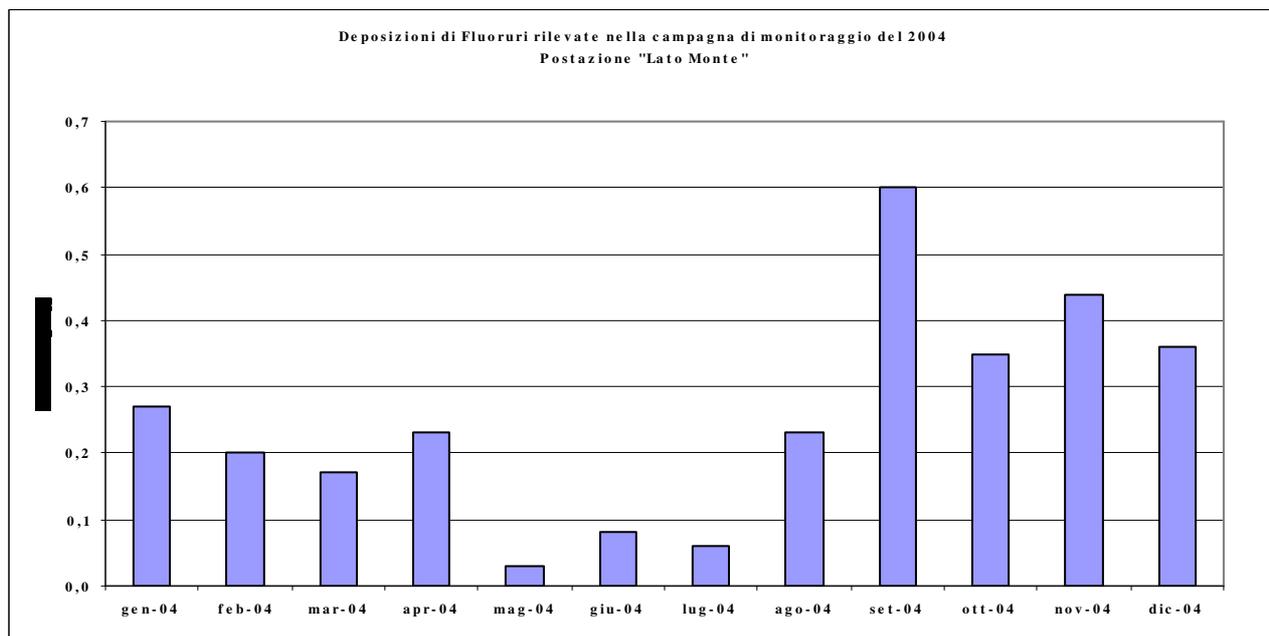
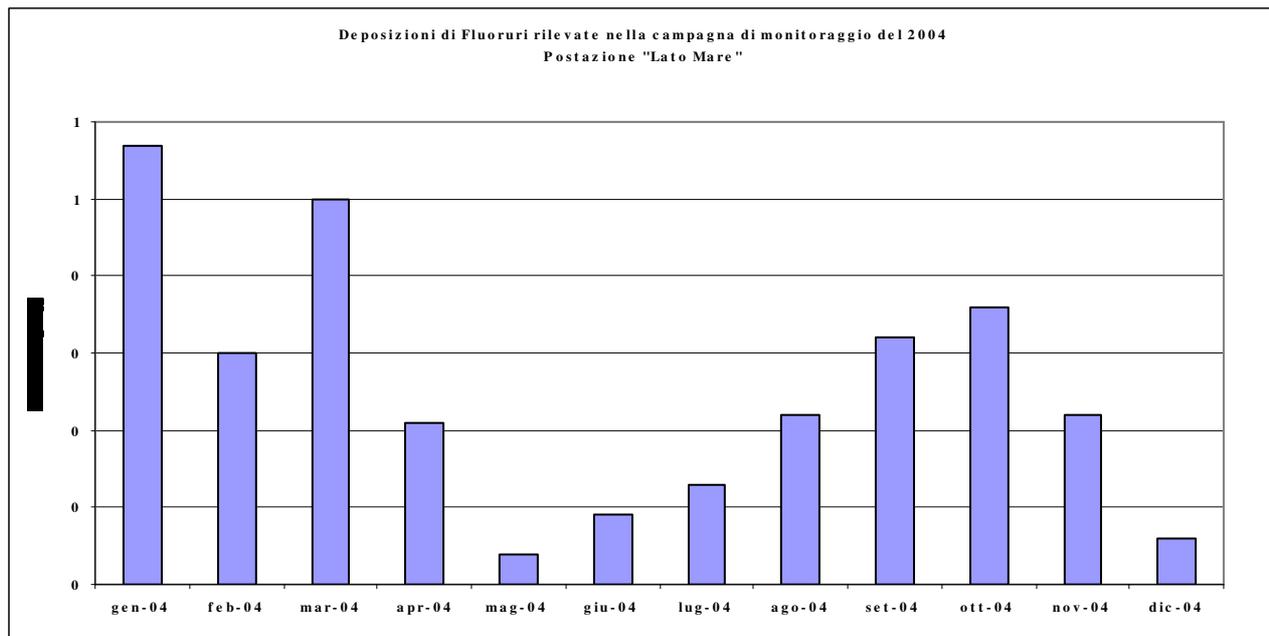
I grafici di riferimento riportano l'andamento delle quantità di fluoruri relativamente all'anno 2004 ed agli anni 1999/2004.

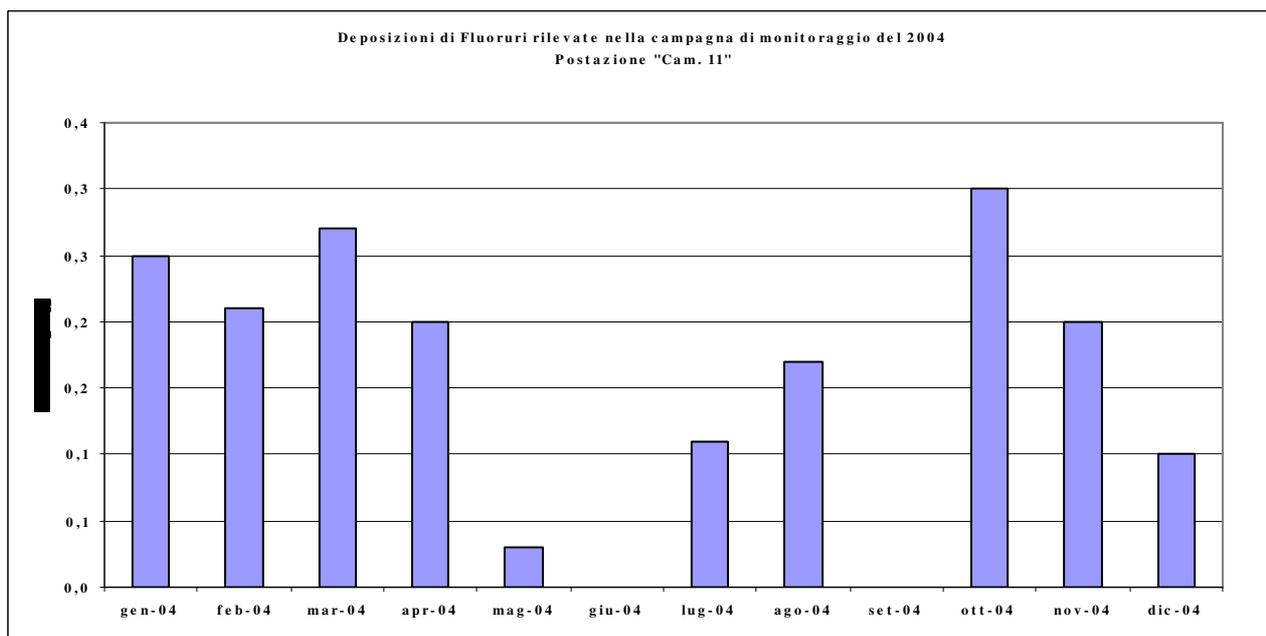
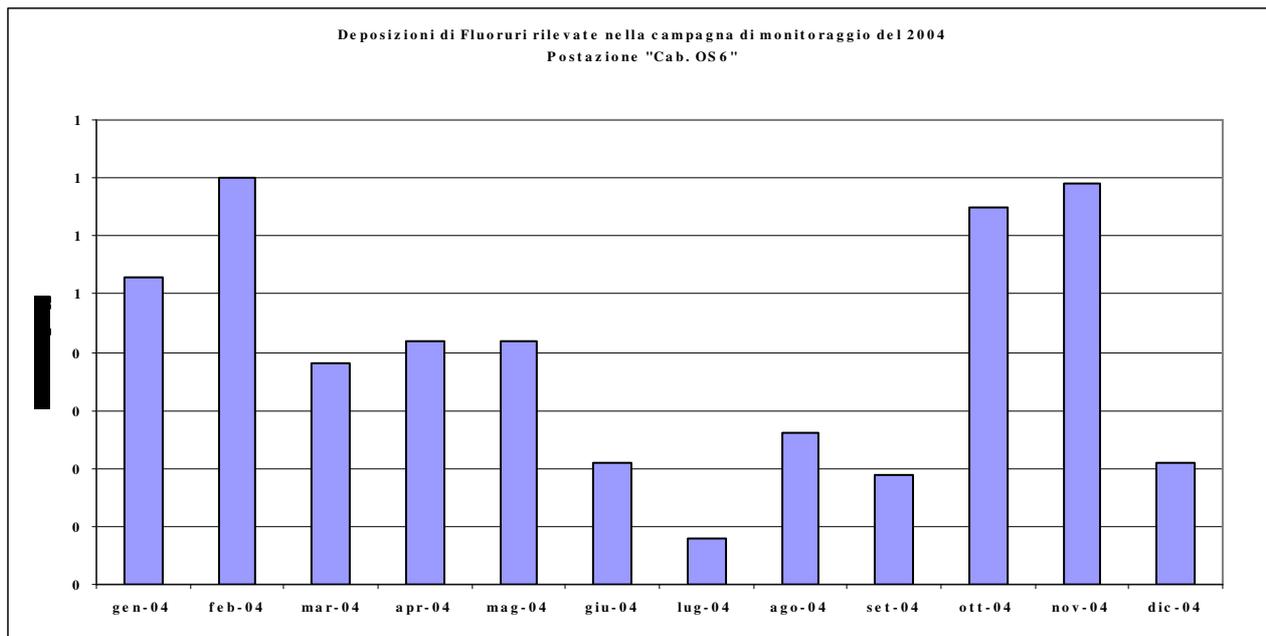
Le quantità di fluoruri misurate nel 2004 sono state inferiori ad 1 mg assoluto nel corso del primo semestre ed inferiori a 0,7 mg assoluti nel corso del secondo semestre, globalmente inferiori ai quantitativi misurati negli anni precedenti.

	Villa D'Orri [mg]	Sulcitana [mg]	Lato Mare [mg]	Lato Monte [mg]	Cab. OS6 [mg]	Cam. 11 [mg]
gen-04	0,23	0,29	0,57	0,27	0,53	0,25
feb-04	0,12	<0,06	0,30	0,20	0,70	0,21
mar-04	0,28	<0,18	0,50	<0,17	0,38	0,27
apr-04	<0,19	<0,20	<0,21	<0,23	0,42	<0,20
mag-04	0,05	0,11	0,04	0,03	0,42	0,03
giu-04	0,05	0,03	0,09	0,08	0,21	nd
lug-04	0,04	0,07	0,13	0,06	0,08	0,11
ago-04	0,08	0,03	0,22	0,23	0,26	0,17
set-04	0,10	0,16	0,32	0,60	0,19	nd
ott-04	0,36	0,14	0,36	0,35	0,65	0,30
nov-04	<0,20	0,11	<0,22	0,44	0,69	<0,20
dic-04	<0,09	0,25	<0,06	0,36	0,21	<0,10



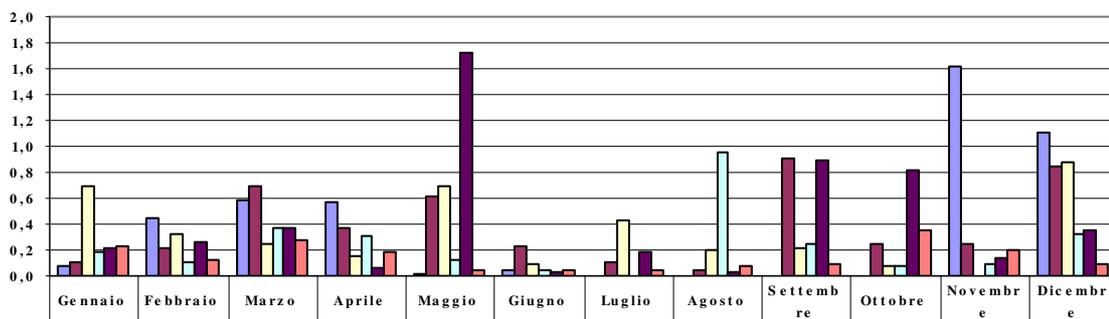






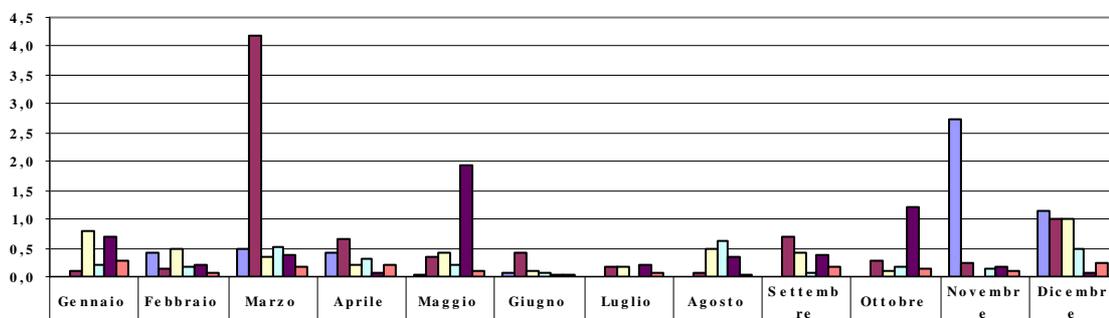


Deposizioni di Fluoruri rilevate nelle campagne di monitoraggio condotte negli anni
1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004.
Postazione "Villa D'Orri"



	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Fluoruri 99	0,07	0,44	0,58	0,57	0,02	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	1,62	1,11
Fluoruri 00	0,10	0,21	0,69	0,37	0,61	0,24	0,11	0,05	0,91	0,25	0,25	0,85
Fluoruri 01	0,70	0,32	0,25	0,16	0,70	0,09	0,43	0,20	0,21	0,07	0,00	0,88
Fluoruri 02	0,18	0,11	0,37	0,31	0,12	0,05	0,00	0,95	0,24	0,07	0,09	0,33
Fluoruri 03	0,22	0,26	0,37	0,06	1,72	0,03	0,19	0,03	0,89	0,82	0,14	0,36
Fluoruri 04	0,23	0,12	0,28	0,19	0,05	0,05	0,04	0,08	0,10	0,36	0,20	0,09

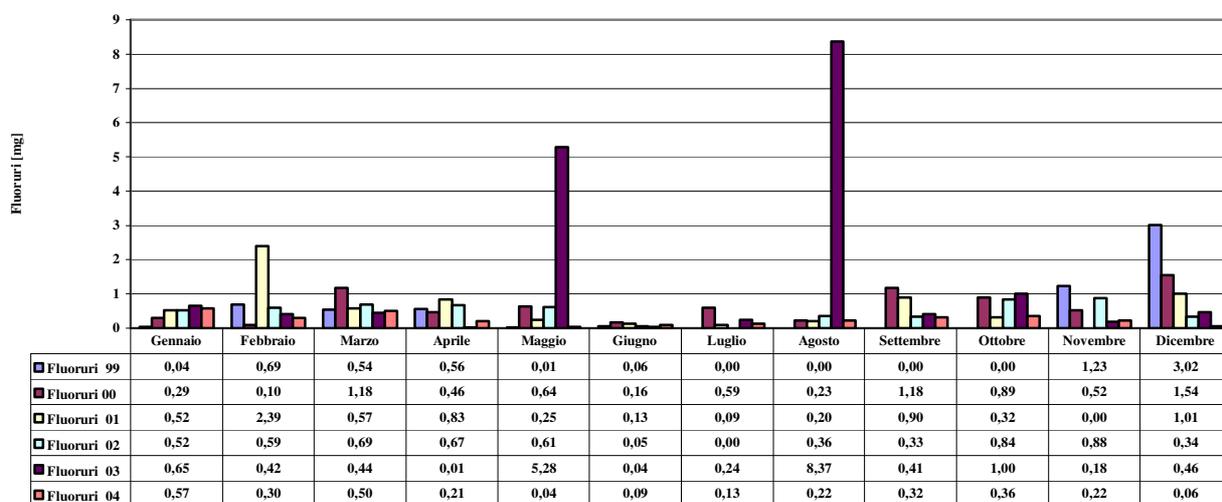
Deposizioni di Fluoruri rilevate nelle campagne di monitoraggio condotte negli anni
1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004.
Postazione "Sulcitana"



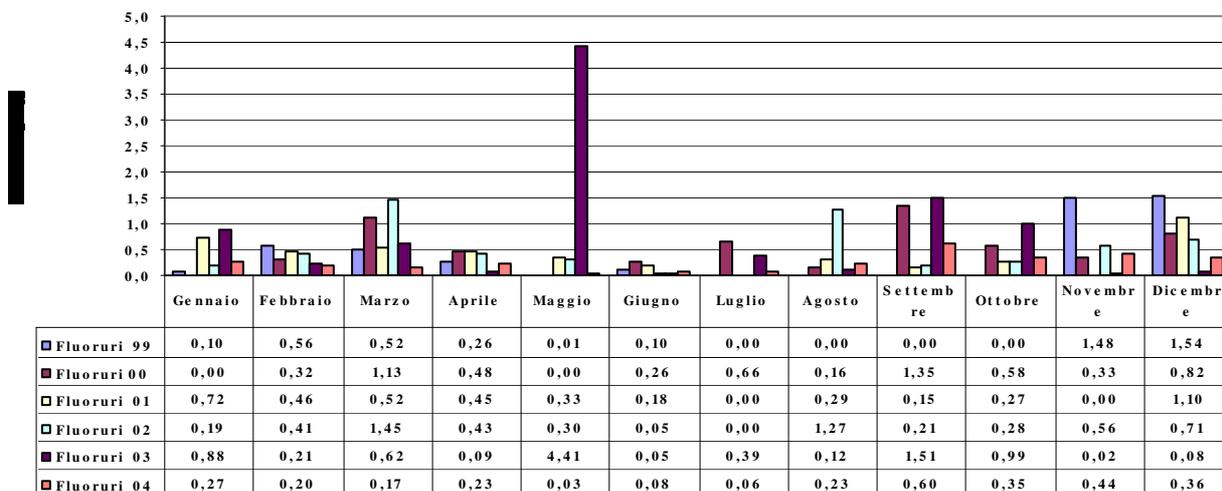
	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Fluoruri 99	0,00	0,42	0,49	0,42	0,03	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	2,73	1,14
Fluoruri 00	0,11	0,13	4,19	0,65	0,34	0,40	0,18	0,06	0,68	0,28	0,26	1,01
Fluoruri 01	0,79	0,47	0,36	0,21	0,41	0,09	0,18	0,48	0,42	0,10	0,00	1,02
Fluoruri 02	0,22	0,17	0,51	0,30	0,21	0,07	0,00	0,63	0,06	0,17	0,15	0,50
Fluoruri 03	0,70	0,20	0,37	0,07	1,93	0,04	0,22	0,34	0,39	1,23	0,19	0,06
Fluoruri 04	0,29	0,06	0,18	0,20	0,11	0,03	0,07	0,03	0,16	0,14	0,11	0,25



Deposizioni di Fluoruri rilevate nelle campagne di monitoraggio condotte negli anni
1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004.
Postazione "Lato mare"

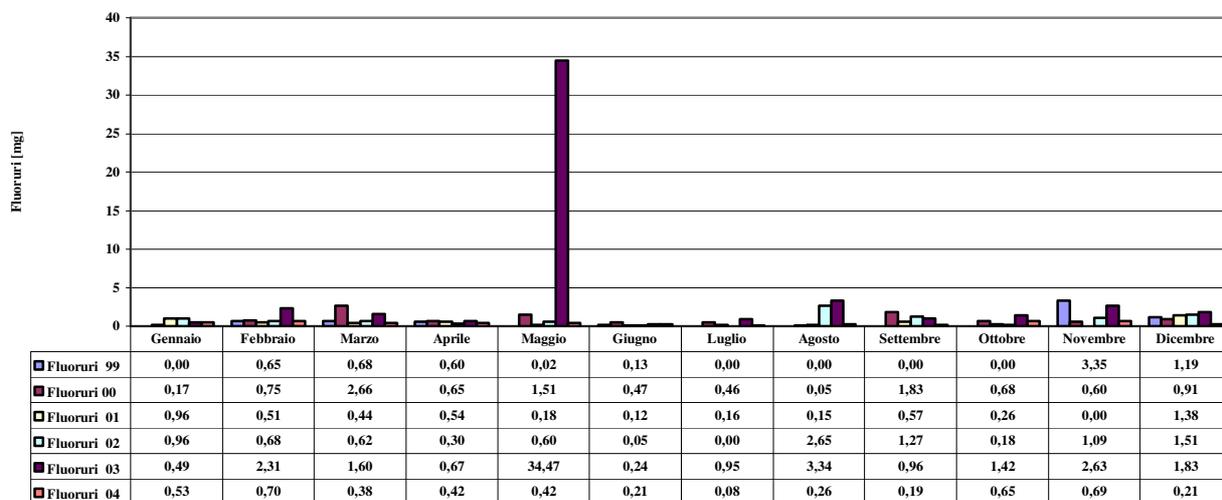


Deposizioni di Fluoruri rilevate nelle campagne di monitoraggio condotte negli anni
1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004.
Postazione "Lato monte"

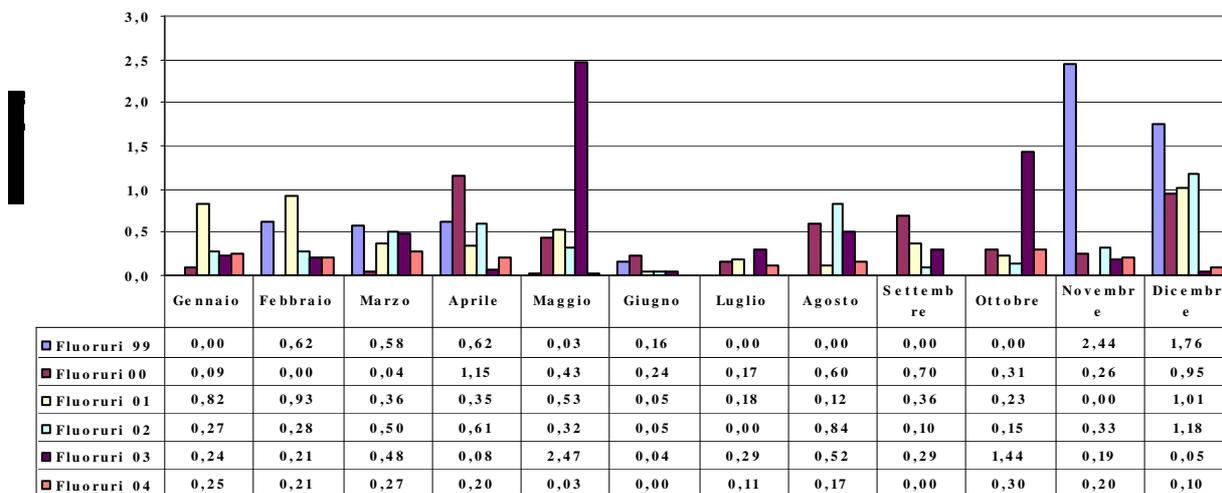




Deposizioni di Fluoruri rilevate nelle campagne di monitoraggio condotte negli anni
1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004.
Postazione "Cab. OS6"



Deposizioni di Fluoruri rilevate nelle campagne di monitoraggio condotte negli anni
1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004.
Postazione "Cam 11"





2.5 Conclusioni

Attraverso la rappresentazione grafica si è cercato di studiare l'andamento temporale, quantitativo e qualitativo delle concentrazioni di metalli, sali e fluoruri. Tale analisi non ha permesso di individuare alcuna correlazione, a conferma della presenza di variabili non facilmente individuabili e comunque di fonte esterna (ad esempio il clima) che possono interferire con questo tipo di indagine.

Pertanto, anche la campagna di monitoraggio 2004 delle Ricadute al suolo ha confermato che l'entrata in servizio a pieno regime del Gasificatore IGCC non ha comportato un deterioramento della qualità dell'aria.



SARAS

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

PUNTO 8

***Esecuzione di campagne periodiche per controllo
dell'inquinamento ambientale interno ed esterno alla raffineria
dovuto all'aerosol marino***



1 SCOPO DELL'INDAGINE.

Il nuovo impianto di gasificazione a ciclo combinato I.G.C.C. è dotato di una torre di raffreddamento ad evaporazione di acqua di mare. Allo scopo di verificarne l'effettivo impatto ambientale in termini di immissioni in atmosfera di aerosol salini, prima dell'avviamento dell'impianto sono stati effettuati dei controlli per la valutazione della concentrazione atmosferica degli aerosol salini e della ricaduta al suolo dei sali tipicamente contenuti nell'acqua di mare. Questi risultati vengono utilizzati come bianchi e confrontati con quelli ottenuti dall'indagine svolta quest'anno, in pieno regime dell'impianto di gasificazione.

2 PRESCRIZIONI DEL MINISTERO DELL'AMBIENTE.

La prescrizione del Ministero dell'Ambiente relativamente a questo argomento sono contenute al punto e) del giudizio di Compatibilità Ambientale del 28.12.1994 (documento DEC/VIA/2025):

“dovrà essere prevista, all'interno del piano di monitoraggio, l'esecuzione di campagne periodiche per il controllo dell'inquinamento ambientale all'interno e all'esterno della raffineria dovuto alla deposizione dell'aerosol marino”.

3 METODOLOGIA DI CAMPIONAMENTO ED ANALISI

3.1 MODALITA' DI CAMPIONAMENTO

I campionamenti di aerosol salino sono stati eseguiti utilizzando pompe aspiranti ad un flusso di circa 15 l/min.

I filtri sono stati sostituiti ogni 3-5 giorni, in modo tale da avere un volume di campionamento adeguato per eseguire la successiva caratterizzazione dell'aerosol campionato. Il volume medio raccolto è stato di 63 Nmc. Per ogni postazione sono stati fatti in media 10 campionamenti rappresentativi.

Per ciò che riguarda lo studio delle ricadute al suolo, i campionamenti sono stati eseguiti utilizzando dei deposimetri. Questi sono costituiti da recipienti di adeguata capacità e da un imbuto di plastica la cui bocca è coperta da una rete in materiale inerte con maglia di un millimetro, che impedisce l'introduzione di corpi estranei. Ogni campionamento ha la durata di circa 30 giorni.



3.2 METODOLOGIA ANALITICA

Per quanto attiene ai campionamenti atmosferici, è stata seguita la metodologia riportata di seguito, in cui ne vengono elencati in maniera sintetica i principali punti:

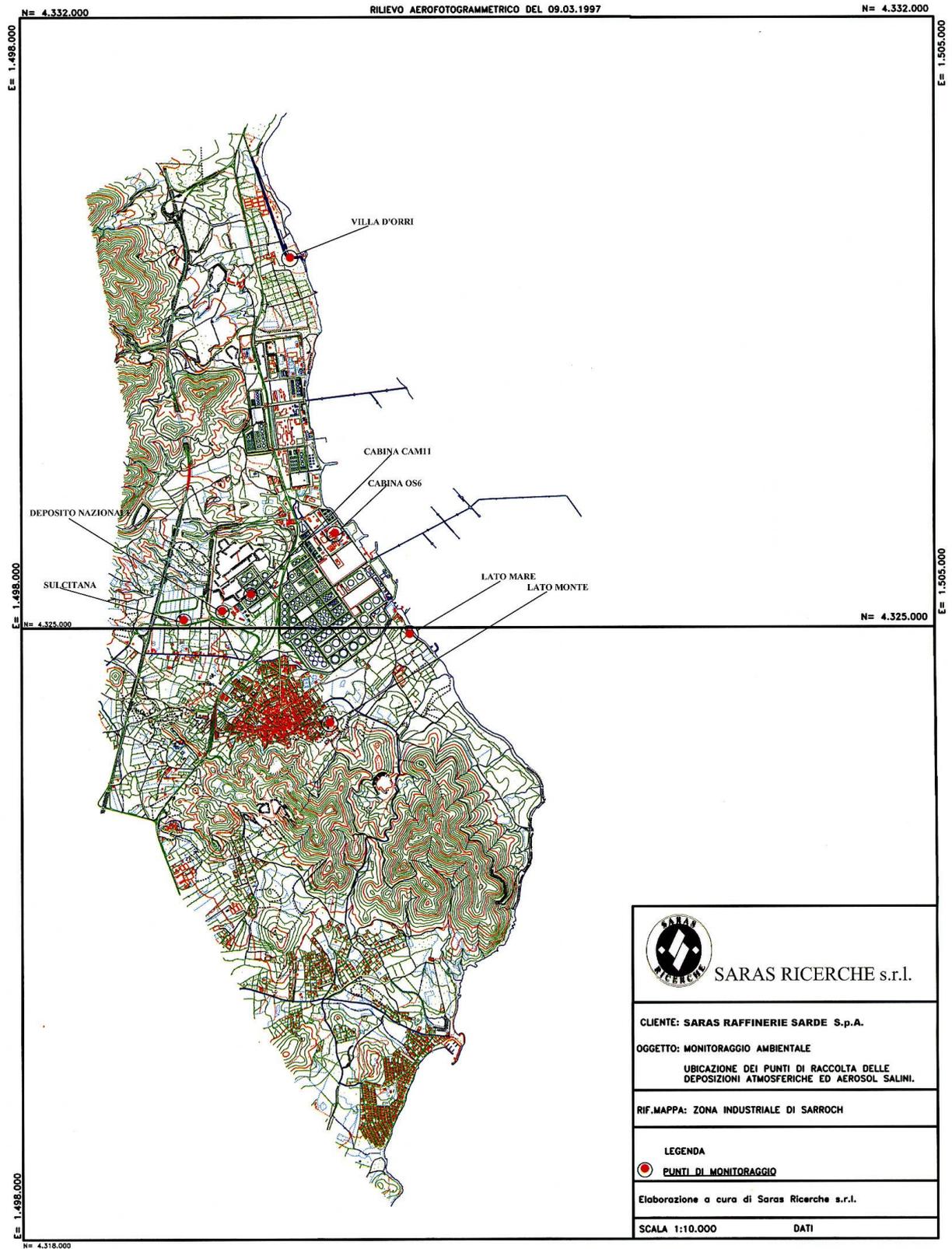
1. Assorbimento degli aerosol su membrana di cellulosa del diametro di 47 mm;
2. Rimozione del materiale salino mediante lavaggio con acqua distillata a caldo;
3. Determinazione di Magnesio (espresso come Solfato); Calcio, Stronzio, Bario, (espressi come elementi); Sodio e Potassio (espressi come Cloruri) mediante Spettroscopia di Emissione Atomica con sorgente I.C.P.;
4. Espressione dei risultati in termini di concentrazione dei singoli elementi determinati e del totale degli aerosol salini in $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ d'aria.

Come per gli anni passati, si fa notare che le postazioni Is Laccheddus (Sulcitana) e Deposito Nazionale sono state considerate come un'unica postazione, vista la loro vicinanza, ed i risultati, ad esse associati, sono riportati assieme. Si riporta in allegato la pianta dei punti in cui sono stati posizionati i sistemi di raccolta sia dell'aerosol marino sia delle ricadute al suolo.

I limiti di rivelabilità sono stati calcolati in funzione della sensibilità della tecnica analitica per ciascun elemento e dei volumi d'aria campionata.

Per quanto attiene, invece, alla determinazione delle ricadute di sostanze saline, si è proceduto come di seguito descritto:

1. Recupero dal deposimetro del materiale solido sedimentato mediante lavaggio con l'acqua piovana eventualmente raccolta e/o acqua distillata a costituire un unico campione comprendente anche la fase solida;
2. Separazione della fase solida mediante filtrazione;
3. Prelievo di un'aliquota della fase liquida e determinazione su di esso di Magnesio (come Solfato); Calcio, Stronzio, Bario, (come elementi); Sodio e Potassio (come Cloruri) mediante Spettroscopia di Emissione Atomica con sorgente I.C.P.;
4. Espressione dei risultati come ricaduta totale in $\text{Kg}/\text{Km}^2/\text{mese}$.

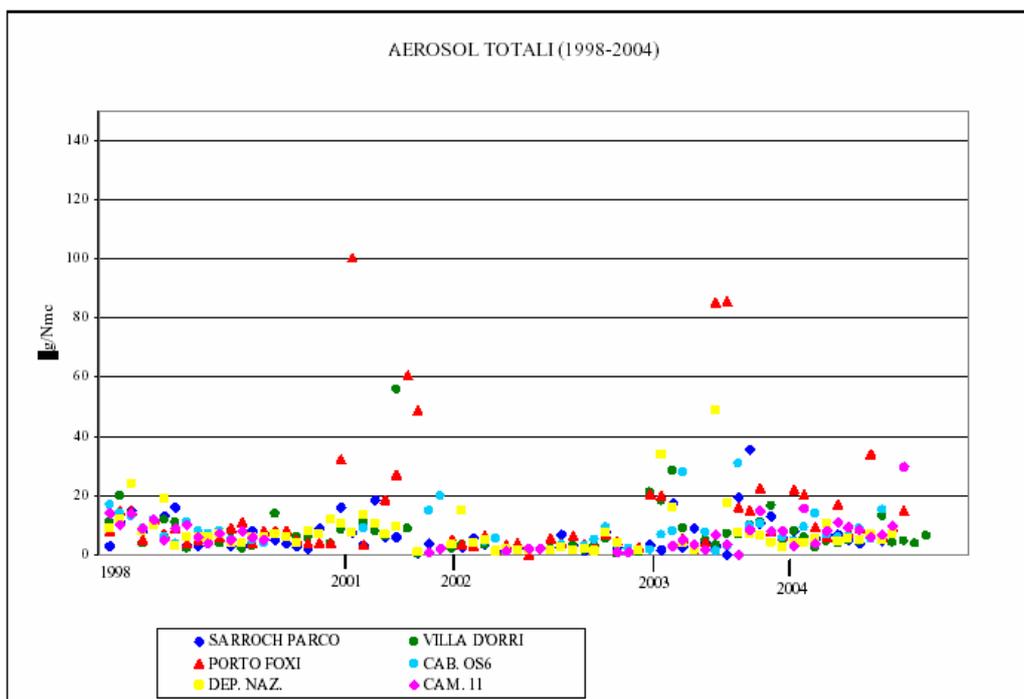




4 ANALISI E COMMENTO DEI RISULTATI

Nel grafico seguente indicato come “Aerosol totali” è riportata la somma delle sostanze presenti sotto forma di aerosol misurate nel 1998, 2001, 2002, 2003 e nel 2004: si può notare che i valori ottenuti nell’anno 2004 sono perfettamente in linea con quelli ottenuti finora.

Dal grafico emerge che le maggiori concentrazioni di aerosol totali finora ottenute sono state riscontrate nella postazione “Porto Foxi”; molto probabilmente tali valori sono dovuti non tanto alle immissioni in atmosfera causate dalla presenza della torre di raffreddamento ad acqua di mare dell’impianto IGCC, quanto alla vicinanza del mare stesso.



La media dei sali presenti negli aerosol in ciascuna postazione nel corso di tutta la campagna 2004 è di 8.4 µg/Nmc, quasi la metà rispetto alla media trovata nella campagna relativa all’anno precedente.

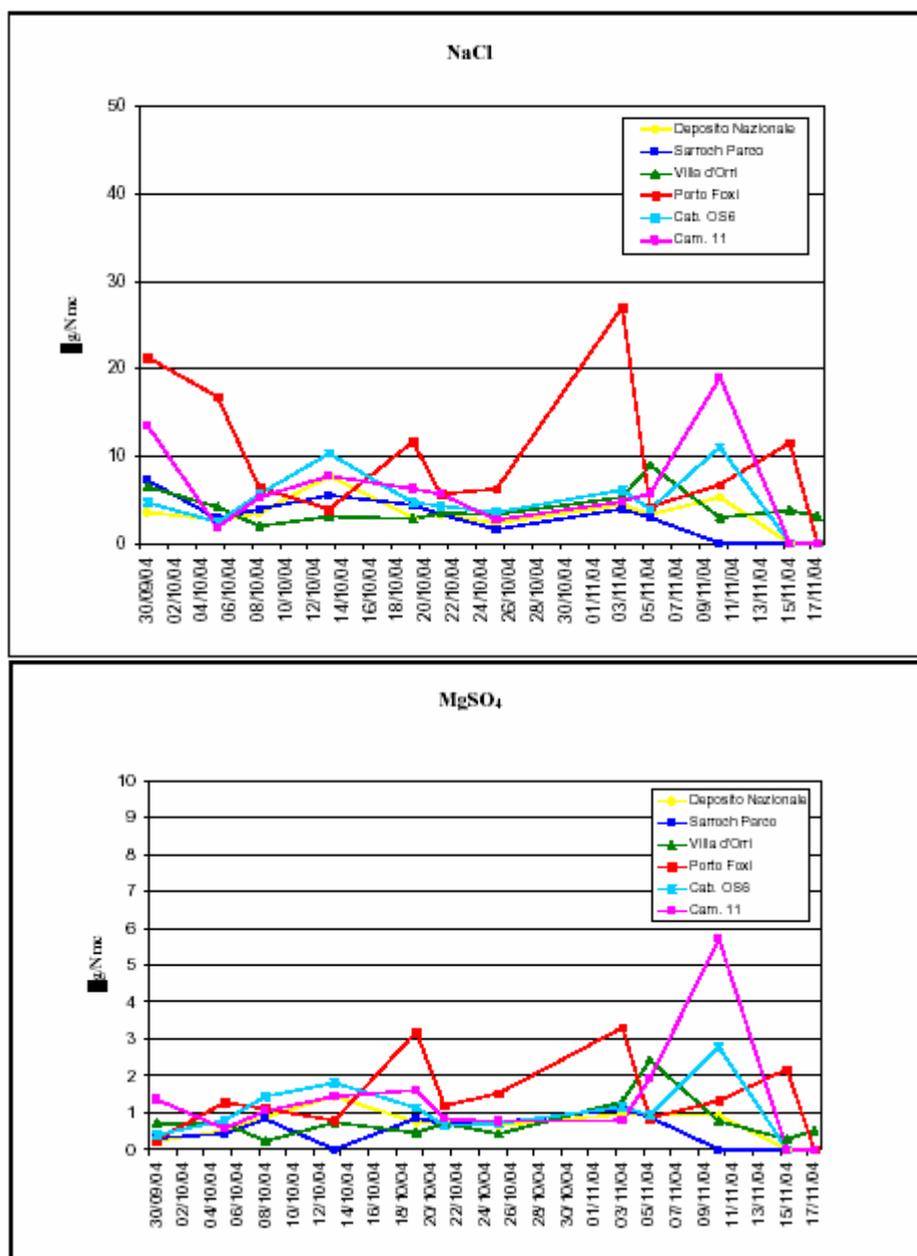
POSTAZIONE	MEDIA DEGLI AEROSOL TOTALI (µg/Nmc)
DEPOSITO NAZIONALE	5.8
SARROCH PARCO	5.7
VILLA D'ORRI	5.7
PORTO FOXI	14.1
CAB. OS6	8.3
CAM. 11	10.8

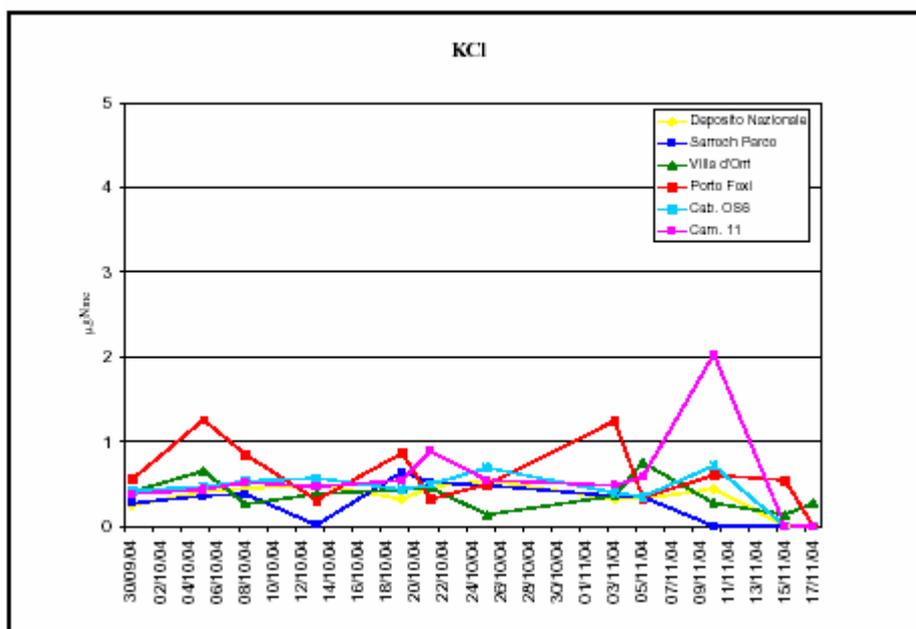
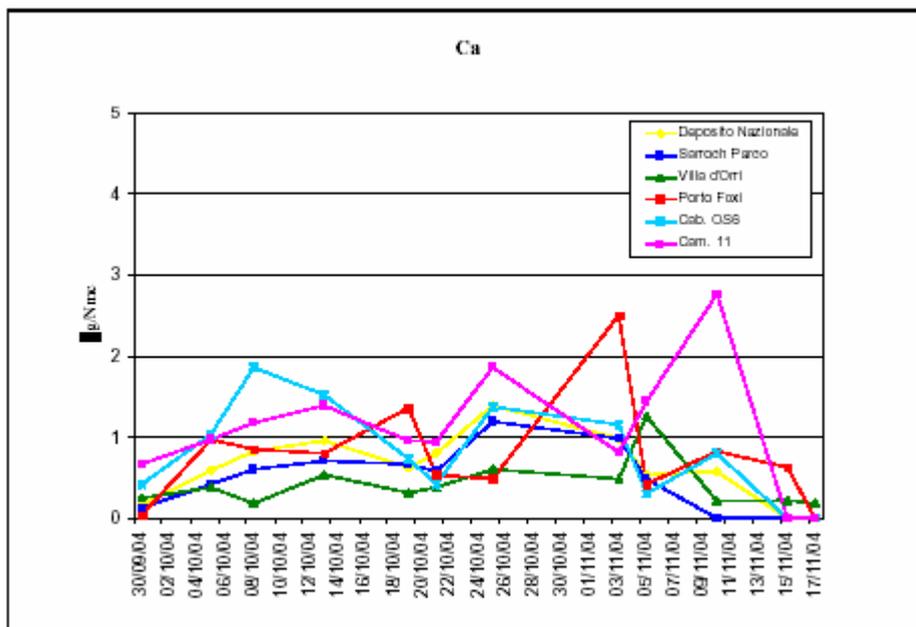


Nei grafici seguenti sono, invece, riportate le concentrazioni dei sali o metalli che danno il maggior contributo all'aerosol totale in ciascuna postazione.

In tutti i grafici, tranne in quello relativo all'andamento della concentrazione del magnesio, si nota un picco a Porto Foxi nel campionamento del 3 novembre e un picco nella postazione Cam 11 nel campionamento del 10 novembre. Si tratta in ogni caso di massimi relativi, dal momento che le concentrazioni trovate sono decisamente inferiori a quelle riscontrate nella campagna relativa all'anno precedente.

SALI O METALLI CHE DANNO IL MAGGIOR CONTRIBUTO ALL'AEROSOL TOTALE IN CIASCUNA POSTAZIONE

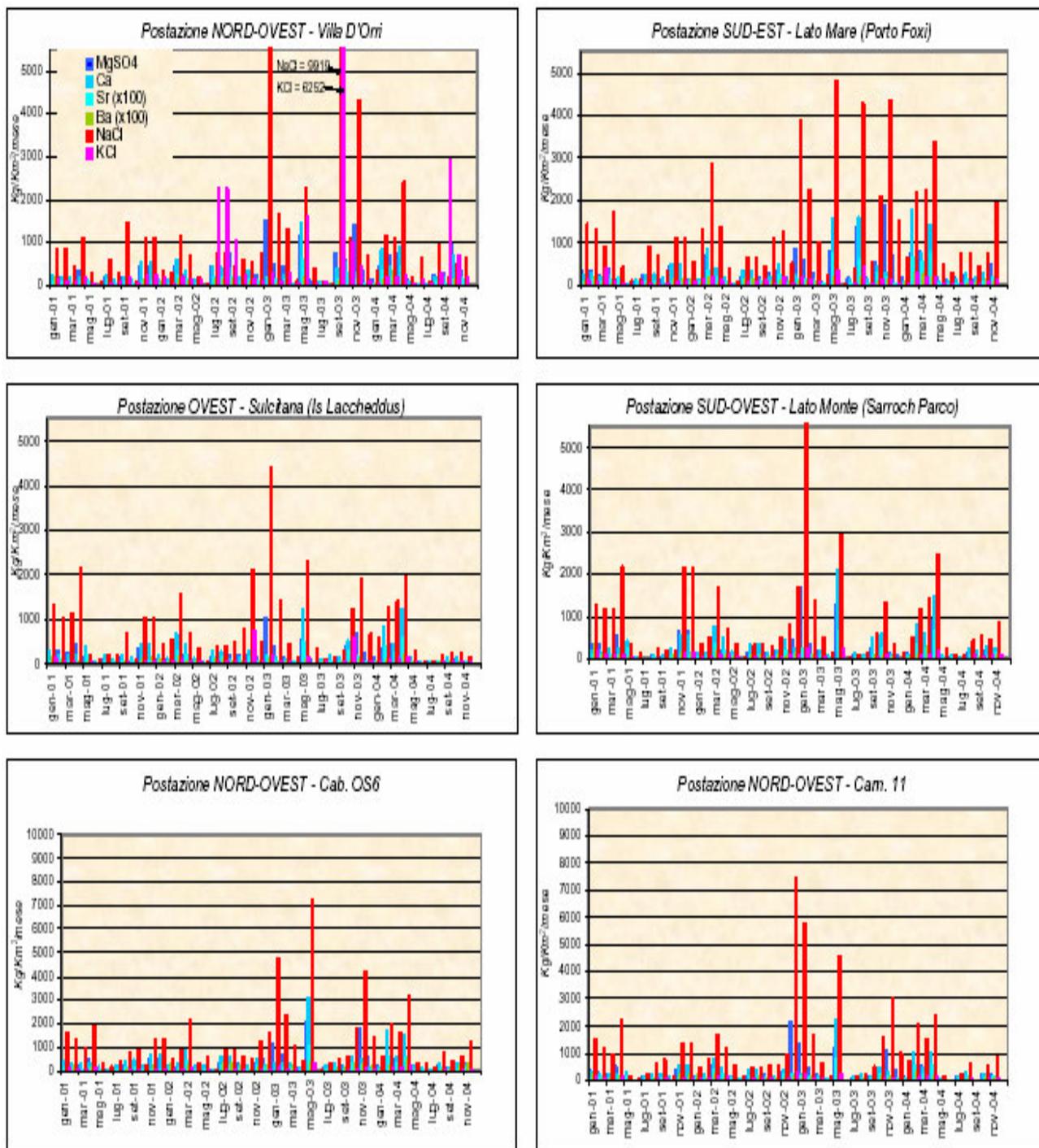




Per quanto riguarda le ricadute al suolo di sali, quelle cioè deposte naturalmente senza aspirazione forzata, si osservino i grafici di riepilogo che riportano le ricadute mensili di ciascun sale o metallo nelle sei postazioni dal 2001 ad oggi.



RICADUTE DEI SALI AL SUOLO

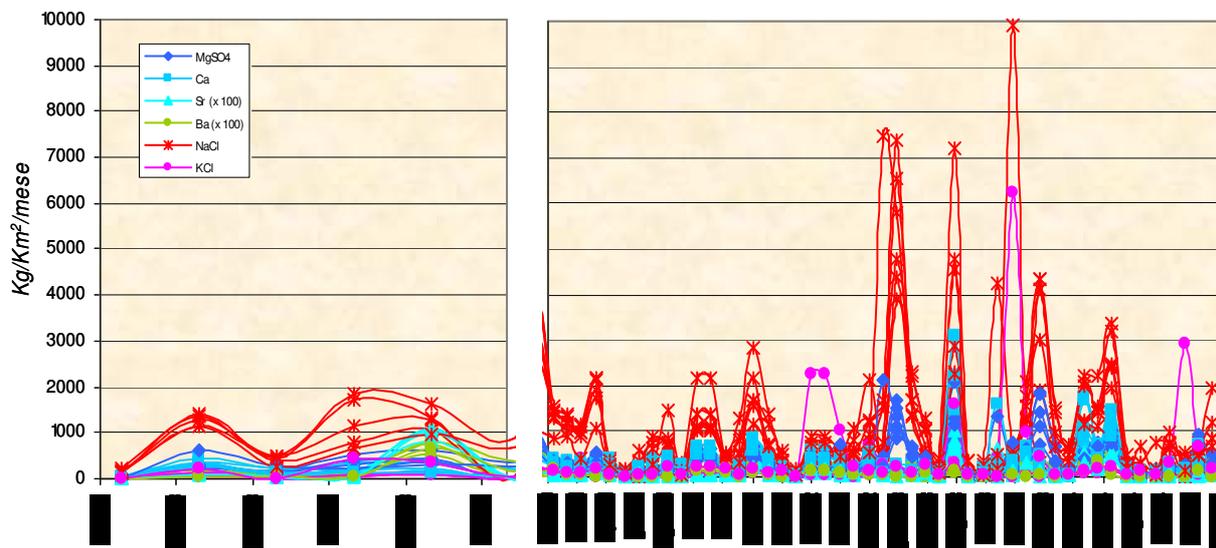


Questi grafici mostrano una variabilità periodica assolutamente normale e spiegabile in funzione delle condizioni meteorologiche.



Infine si osservi il grafico ottenuto dalla sovrapposizione dei risultati sperimentali di tutte le postazioni.

SOVRAPPOSIZIONE RISULTATI DEPOSIZIONI UMIDE



Come si nota da quest'ultimo grafico, anche per i deposimetri i valori osservati quest'anno sono inferiori rispetto a quelli osservati l'anno scorso (2003).

I risultati ottenuti nelle due diverse indagini (captazione di aerosol e deposimetrie) sono in generale coerenti e mostrano andamenti simili nelle diverse postazioni.

In entrambi i casi i risultati ottenuti sono decisamente inferiori rispetto a quelli ottenuti nella campagna precedente (anno 2003) e risultano essere perfettamente in linea con i valori finora trovati.



TABELLE

DEPOSITO NAZIONALE									
INIZIO CAMP.	FINE CAMP.	MgSO4 µg/Nmc	Ca µg/Nmc	Sr µg/Nmc	Ba µg/Nmc	NaCl µg/Nmc	KCl µg/Nmc	Aerosol tot. µg/Nmc	Volume tot. Nmc @ 273K
24/09/04	30/09/04	0,238	0,176	<0,001	<0,001	3,591	0,247	4,25	42,262
30/09/04	05/10/04	0,497	0,595	0,002	0,002	2,730	0,402	4,23	119,303
05/10/04	08/10/04	0,871	0,830	0,003	0,002	3,484	0,438	5,63	72,814
08/10/04	13/10/04	1,451	0,954	0,004	0,002	7,675	0,487	10,57	116,452
13/10/04	19/10/04	0,746	0,627	< 0,002	0,002	2,915	< 0,324	4,62	81,935
19/10/04	21/10/04	0,760	0,807	0,003	0,002	3,311	0,457	5,34	46,001
21/10/04	25/10/04	0,651	1,395	0,005	0,004	2,292	0,542	4,89	95,186
25/10/04	29/10/04	0,952	0,979	0,004	0,002	4,387	0,317	6,64	82,976
29/10/04	03/11/04	0,943	0,537	0,003	0,002	3,289	0,321	5,09	117,118
03/11/04	04/11/04	0,924	0,580	< 0,002	< 0,002	5,199	0,439	7,15	22,704
media =								5,8	

SARROCH PARCO									
INIZIO CAMP.	FINE CAMP.	MgSO4 µg/Nmc	Ca µg/Nmc	Sr µg/Nmc	Ba µg/Nmc	NaCl µg/Nmc	KCl µg/Nmc	Aerosol tot. µg/Nmc	Volume tot. Nmc @ 273K
24/09/04	30/09/04	0,315	0,137	< 0,001	< 0,001	7,253	0,269	7,98	37,092
30/09/04	05/10/04	0,433	0,424	0,002	0,001	2,805	0,362	4,03	120,046
05/10/04	08/10/04	0,806	0,608	0,003	0,001	3,851	0,384	5,65	87,352
08/10/04	13/10/04	0,006	0,708	0,179	0,206	5,490	0,006	6,59	138,469
13/10/04	19/10/04	0,840	0,673	0,002	<0,002	4,419	0,635	6,57	26,864
19/10/04	21/10/04	0,709	0,581	0,002	0,001	3,320	0,514	5,13	53,260
21/10/04	25/10/04	0,721	1,188	0,005	0,004	1,573	0,478	3,97	109,032
25/10/04	29/10/04	1,100	0,990	0,005	0,002	3,963	0,355	6,41	104,330
29/10/04	03/11/04	0,887	0,484	0,002	0,001	2,913	0,344	4,63	108,235
media =								5,7	

VILLA D'ORRI									
INIZIO CAMP.	FINE CAMP.	MgSO4 µg/Nmc	Ca µg/Nmc	Sr µg/Nmc	Ba µg/Nmc	NaCl µg/Nmc	KCl µg/Nmc	Aerosol tot. µg/Nmc	Volume tot. Nmc @ 273K
24/09/04	30/09/04	0,718	0,249	0,001	0,001	6,522	0,401	7,89	102,095
30/09/04	05/10/04	0,699	0,386	0,003	0,003	4,125	0,649	5,86	18,306
05/10/04	08/10/04	0,224	0,185	<0,003	<0,003	1,986	0,260	2,66	18,484
08/10/04	13/10/04	0,746	0,536	0,002	<0,001	3,092	0,379	4,76	36,303
13/10/04	19/10/04	0,462	0,312	< 0,001	< 0,001	2,806	0,430	4,013	40,707
19/10/04	21/10/04	0,709	0,386	0,002	0,001	3,412	0,450	4,96	48,508
21/10/04	25/10/04	0,425	0,600	< 0,003	< 0,003	3,319	0,132	4,48	15,432
25/10/04	03/11/04	1,297	0,484	0,003	0,001	5,197	0,356	7,34	58,928
03/11/04	05/11/04	2,430	1,255	0,005	<0,002	8,881	0,756	13,33	22,728
05/11/04	10/11/04	0,755	0,214	< 0,001	< 0,001	2,874	0,266	4,11	50,385
10/11/04	15/11/04	0,270	0,224	<0,005	< 0,005	3,834	0,134	4,47	10,008
15/11/04	17/11/04	0,515	0,177	< 0,001	< 0,001	3,015	0,271	3,98	60,667
17/11/04	19/11/04	0,716	0,300	< 0,002	<0,002	4,871	0,385	6,28	25,139
media =								5,7	



PORTO FOXI									
INIZIO CAMP.	FINE CAMP.	MgSO4 µg/Nmc	Ca µg/Nmc	Sr µg/Nmc	Ba µg/Nmc	NaCl µg/Nmc	KCl µg/Nmc	Aerosol tot. µg/Nmc	Volume tot. Nmc @ 273K
24/09/04	04/10/04	0,247	0,036	0,009	0,009	21,247	0,559	22,11	5,591
05/10/04	08/10/04	1,274	0,969	0,015	0,015	16,751	1,262	20,29	3,275
08/10/04	19/10/04	1,099	0,847	<0,003	<0,003	6,345	0,847	9,14	16,993
19/10/04	25/10/04	0,803	0,803	0,002	<0,002	3,869	0,305	5,78	29,458
25/10/04	04/11/04	3,197	1,365	0,006	0,003	11,616	0,868	17,05	38,050
08/11/04	10/11/04	1,195	0,537	0,002	<0,001	5,619	0,316	7,67	38,493
10/11/04	12/11/04	1,525	0,489	0,002	<0,002	6,216	0,487	8,72	33,218
12/11/04	15/11/04	3,317	2,512	<0,024	<0,024	26,961	1,247	34,085	2,068
15/11/04	17/11/04	0,840	0,425	0,002	<0,001	4,163	0,329	5,76	51,534
17/11/04	19/11/04	1,334	0,821	0,003	0,002	6,677	0,600	9,44	30,490
19/11/04	22/11/04	2,173	0,630	0,004	0,001	11,548	0,540	14,90	56,572
								media =	14,1

CAB. OS6									
INIZIO CAMP.	FINE CAMP.	MgSO4 µg/Nmc	Ca µg/Nmc	Sr µg/Nmc	Ba µg/Nmc	NaCl µg/Nmc	KCl µg/Nmc	Aerosol tot. µg/Nmc	Volume tot. Nmc @ 273K
27/09/04	30/09/04	0,401	0,419	<0,001	<0,001	4,701	0,422	5,95	41,650
30/09/04	05/10/04	0,787	1,040	0,003	0,003	2,471	0,467	4,77	98,069
05/10/04	08/10/04	1,437	1,860	0,006	0,003	5,678	0,531	9,52	60,364
08/10/04	13/10/04	1,803	1,517	0,006	0,003	10,286	0,561	14,18	91,336
13/10/04	19/10/04	1,121	0,736	0,003	0,002	4,614	0,435	6,91	105,277
19/10/04	21/10/04	0,639	0,413	0,005	0,010	4,287	0,492	5,85	29,296
21/10/04	25/10/04	0,718	1,375	0,005	0,004	3,493	0,694	6,29	65,390
25/10/04	29/10/04	1,168	1,159	0,005	0,002	6,128	0,389	8,85	57,623
29/10/04	03/11/04	0,930	0,298	0,003	0,005	3,952	0,339	5,53	76,625
03/11/04	08/11/04	2,776	0,802	0,005	0,002	11,009	0,716	15,31	74,823
								media =	8,3

CAM.11									
INIZIO CAMP.	FINE CAMP.	MgSO4 µg/Nmc	Ca µg/Nmc	Sr µg/Nmc	Ba µg/Nmc	NaCl µg/Nmc	KCl µg/Nmc	Aerosol tot. µg/Nmc	Volume tot. Nmc @ 273K
24/09/04	30/09/04	1,355	0,666	0,003	0,001	13,411	0,385	15,82	126,897
30/09/04	05/10/04	0,572	0,974	0,003	0,002	1,811	0,425	3,79	128,206
05/10/04	08/10/04	1,045	1,177	0,005	0,002	5,294	0,516	8,04	70,543
08/10/04	13/10/04	1,451	1,394	0,005	0,003	7,703	0,469	11,02	107,492
13/10/04	19/10/04	1,606	0,952	0,004	0,002	6,189	0,547	9,30	132,689
19/10/04	21/10/04	0,833	0,951	0,003	0,001	5,650	0,884	8,32	44,406
21/10/04	25/10/04	0,770	1,863	0,006	0,004	2,663	0,538	5,85	87,251
25/10/04	29/10/04	0,799	0,812	0,006	0,003	4,734	0,484	6,84	84,721
29/10/04	03/11/04	1,923	1,444	0,007	0,002	5,732	0,578	9,69	61,508
03/11/04	08/11/04	5,719	2,771	0,014	0,003	18,945	2,035	29,49	63,299
								media =	10,8



SARAS

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

PUNTO 9

***Esecuzione di campagne periodiche per il controllo dello stato di
naturalità della vegetazione***

ANALISI E MONITORAGGIO PER IL CONTROLLO DELLO STATO DI NATURALITÀ DELLA VEGETAZIONE ¹

Inquadramento geografico

L'area in esame è situata nel lembo sud-occidentale della Sardegna, comprende la regione del Sulcis ed in particolare la porzione sud-orientale compresa tra Capoterra e Pula (Fig. 1) Il territorio ha un'estensione di circa 25.000 ha, è costituito da un'area costiera che si sviluppa tra la Maddalena ed il Capo di Pula e, da una porzione collinare e montana che ricade nei bacini idrografici del Rio Santa Lucia, San Gerolamo e di Pula. I territori studiati sono dominati da morfologie di tipo montagnoso, le dorsali hanno sviluppo parallelo alla costa e, solo secondariamente, perpendicolare alla stessa.

I riferimenti cartografici sono costituiti dai fogli dell'I.G.M.I. in scala 1:50.000 di Assemini (F. 556), Capoterra (F. 565) e Pula (F. 566). Dal punto di vista amministrativo il territorio in esame ricade nei comuni di Assemini, Capoterra, Pula, Sarroch, Uta e Villa S. Pietro.

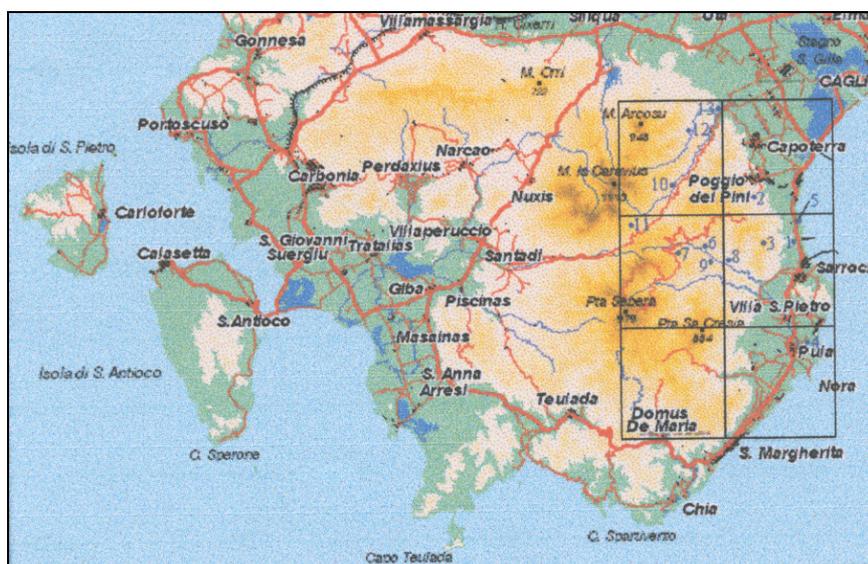


Fig. 1 Area Indagata

¹ Convenzione tra Saras e Dipartimento di Scienze Botaniche per L'Analisi e Monitoraggio della Componente Geobotanica e Briologica.



Geomorfologia

I territori indagati si possono suddividere secondo quattro strutture morfologiche ben distinte: la prima costituita da paesaggi metamorfici prevalentemente scistosi, la seconda da quelli granitici, la terza da rilievi vulcanici della fascia costiera e la quarta dai depositi alluvionali quaternari.



La parte montana e collinare è caratterizzata da rilievi scistosi per circa il 65% e granitici per il 35%. I primi presentano alla sommità lembi di superficie d'erosione suborizzontali o con dolci pendenze verso ovest, come è possibile osservare in località Sa Sperrimas, Medau Spuntacora, Punta Stazzu Aroni, Monte Abius Longus e Is Crabiolus Mannu. Generalmente le rocce metamorfiche presentano filoni di quarzo determinanti una maggior resistenza all'erosione e forme aspre che conferiscono al paesaggio un aspetto tormentato con linee di cresta tortuose e corsi d'acqua meandriformi, specie nelle aree che da Is Pauceris Mannus degradano fino a Punta de sa Loriga.

I rilievi granitici, sono invece caratterizzati da due morfologie differenti. Dove la massa del batolite è omogenea, il granito presenta forme dolci e arrotondate a debole pendenza, nelle zone in cui il granito è più fratturato, sono presenti processi filoniani e predominano le forme aspre e irregolari come in tutta l'area del Monte Lattias.

Quelli vulcanici effusivi appaiono limitati alle aree costiere di Punta Zavorra, del Monte Arrubiu e delle zone di Pula e Nora. Le morfologie sono morbide e caratterizzate da rilievi modesti e poco estesi, solo nell' area di Pula si trovano dei domi vulcanici che emergono in maniera evidente dal paesaggio alluvionale circostante. Le lave mostrano forme arrotondate con più scarso detrito, spesso sono presenti rotture di pendio al contatto tra le rocce vulcanoclastiche e le lave a più alta compattezza.

Tra Sarroch e Pula sono presenti più generazioni di glacis di accumulo, quelli più antichi si trovano a una quota maggiore e presentano clasti molto più alterati rispetto ai glacis più recenti. Si trovano anche dei pediments nelle aree di Santa Margherita di Pula e Capo Spartivento. Tutte queste superfici risultano più o meno reincise e terrazzate dall'idrografia recente.

Geologia

Nell'area di studio dominano i substrati cristallini di natura paleozoica e solo subordinatamente si rinvengono formazioni vulcaniche oligo-mioceniche e clastiche quaternarie, rappresentate essenzialmente da alluvioni antiche ed attuali e da glacis alluvionali.

Il Paleozoico occupa circa il 75% della superficie, le formazioni presenti hanno subito modificazioni strutturali essenzialmente per cause tettoniche e per termo-metamorfismo associato alla intrusione dei magmi granitici verificatasi durante l'orogenesi ercinica.

L'età delle formazioni abbraccia un periodo compreso tra il Cambriano inferiore ed il Siluriano. La formazione di Cabitza è la più antica, si ritrova nelle aree sommitali del Monte



Seddas, Is Caravius e Sa Mirra, ed è costituita da argilloscisti, metarenarie, metacalcari nodulari e metasiltiti con rare lenti calcaree (CARMIGNIANI, 1996).

Sempre poggianti sulla massa granitica, possiamo distinguere due successioni (BARCA *et al.*, 1986), sovrapposte tettonicamente: una alloctona (Unità dell'Arburese) e l'altra parautoctona (Unità di San Leone). Quella dell'Arburese è costituita dalla sequenza di metarenarie micacee, metaquartziti chiare con banchi di metaconglomerati, metasiltiti e metapeliti; si presenta molto simile all'Unità di Genn'Argiolas della Sardegna sud-orientale (BARCA *et al.*, 1991). Durante la prima fase dell'orogenesi ercinica è stata traslata da piegamenti a carattere regionale aventi direzione principale nord-est/sud-ovest sui terreni parautoctoni dell'Unità di San Leone. Quest'ultima, viene attribuita all'Ordoviciano inf.-Siluriano, in essa si possono distinguere tre serie litologiche caratterizzate dalla quasi totale assenza di fossili dovuta al termometamorfismo indotto dai granitoidi tardo-ercinici.

Per quanto riguarda il magmatismo ercinico, dal punto di vista petrografico i graniti vengono classificati come leucograniti a biotite con struttura equigranulare medio grossa (CONTI, 1963) e sono caratterizzati dalla presenza di feldspato potassico di colore rosato (BRALIA *et al.*, 1981). Raramente si presentano compatti, spesso sono interessati da fratture e intrusioni filoniane di natura pegmatitica e quarzo sa.

Le formazioni vulcaniche oligo-mioceniche sono caratterizzate da affioramenti andesitici e si possono individuare presso il Castello di Acquafredda di Siliqua, Sarroch e Pula. Quelli di Siliqua sono da considerare posteriori ai depositi fluviolacustri oligocenici della Valle del Cixerri, sia per la loro giacitura che per l'arrossamento e le laminazioni dinamiche indotte sui sedimenti al contatto con le vulcaniti. Il vulcanismo che le ha generate è legato a motivi tettonici alpini che permisero al magma facili vie di ascesa, questo giustifica sia la loro giacitura cupoliforme che a filoni. Nell'affioramento di Sarroch-Pula sono state rinvenute due *facies* andesitiche particolarmente basiche accanto ad alcuni filoni dacitici. La prima *facies* è costituita da una andesite anfibolica con giacitura cupoliforme; la seconda, di natura quarzo-dioritica, si è intrusa tra i conglomerati vulcanici.

Relativamente al Quaternario, dal punto di vista stratigrafico, si possono riconoscere dal basso verso l'alto un glacis più antico probabilmente del Pleistocene inf.-medio, alluvioni antiche bruno rossastre, terrazzate e fortemente cementate, dei depositi conglomeratici sotto forma di glacis, alluvioni recenti (pleistocene sup.), detriti di falda con un basso grado di cementazione (Post-Wurm) e alluvioni attuali a matrice ciottolosa-sabbiosa (Olocene) lungo gli alvei dei fiumi.



Idrografia

La rete idrografica del territorio in esame è costituita dalle aste fluviali principali del Rio Gutturu Mannu e del Rio Gutturreddu, dalla cui confluenza si origina il Rio S. Lucia che sfocia nello stagno di Cagliari, del Rio S. Gerolamo e del Rio di Pula.

Complessivamente il reticolo idrografico mostra un andamento radiale centrifugo a partire dagli alti strutturali e può essere considerato di tipo dendritico, rappresentato da numerosi corsi d'acqua aventi delle portate molto limitate, per lo più a carattere torrentizio temporaneo, con attività solo durante alcuni periodi della stagione invernale e primaverile.

Il Rio Santa Lucia nasce nella valle di Gutturu Mannu a una quota di 575 m s.l.m. e sfocia nello stagno di Capoterra dopo circa 25 Km. Il suo reticolo idrografico conta 1308 linee di impluvio, per una lunghezza totale pari a 526 Km, la densità di drenaggio del corso d'acqua risulta pari a 5,05 Km/Km², la frequenza di drenaggio a 12,55 Km/Km² ed il coefficiente di drenaggio a 0,20 Km/Km² (FADDA *et* PALA, 1992). I principali affluenti sono il Rio Gutturu Mannu e il Rio Gutturreddu. che si uniscono in località Santa Lucia per dare luogo all'omonimo rio. Tra gli altri torrenti vanno citati il Rio Trunconi Mannu. il Rio di Fanebas e quello di Sa Canna.

Il Rio S.Gerolamo nasce in località S' Arcu de S'Olioni a 505 m e sfocia nel golfo di Cagliari dopo 11 Km. La superficie totale del bacino idrografico è 27,2 Km², il perimetro del bacino è 23,9 Km. Il reticolo idrografico comprende 292 segmenti fluviali per una lunghezza di 105 Km. Lo spartiacque passa per i rilievi di Monte Is Laccuneddas (601 m), Monte Conchioru (738 m), P.ta Su Aingiu Mannu (605 m), Monte Arrubiu (351 m). La densità di drenaggio-è 3,87 Km/Km², il coefficiente di drenaggio è 0,25, la frequenza di drenaggio è pari a 10,7 (FADDA *et* PALA, *op. cit.*).

Il Rio di Pula ha una superficie totale 138,6 Km², il perimetro del bacino è di 63 Km. Lo spartiacque passa per i rilievi di Su Casteddu (65 m), P.ta S'Olioni (854 m), S' Arcu'e Sa Rena (657 m), P.ta Severa (979 m), MonteMaxia (1017 m), Monti Mannu (726 m). Monte Is Pauceris Mannus (720 m), Monte Is Laccuneddas (601 m), P.ta de Su Seinargiu (551 m), Guardia Mussara (117 m). Le linee di impluvio sono 1702 con una frequenza di 12,3 segmenti per Km. La lunghezza complessiva è 691 Km, la densità di drenaggio è 4,98 Km/Km², il coefficiente di drenaggio è 0,20 (FADDA *et* PALA, *op. cit.*).



Bioclimatologia

Per l'inquadramento bioclimatico dell'area di studio sono state seguite le indicazioni proposte nel lavoro sulla classificazione bioclimatica della terra di RIVAS-MARTÌNEZ *et al.* (1999) e sono stati utilizzati i dati elaborati per l'area Sulcitana da BACCHETTA (2000).

In particolare sono stati analizzati i dati relativi alle tre stazioni termopluviometriche più prossime all' area di studio e la risultante di tali analisi ed elaborazioni hanno permesso di determinare il macrobioclima, i bioclimi, i piani bioclimatici e gli orizzonti degli stessi, presenti nell'area di Studio.

Di seguito vengono riportate le schede per le Stazioni di Capoterra, Pixinamanna e Pula con la relativa caratterizzazione e tipificazione bioclimatica.

CAPOTERRA (Sardegna) Altitudine: 54 m Latitudine: 39°10' N Longitudine: 8°58' E

Periodo di osservazione termica : 0-0 (1)

Periodo di osservazione pluviometrica : 1935-1984 (50)

	T ₁	M ₁	m _i	T' ₁	m' _i	P ₁	EP ₁
GEN.	10.5	14.1	6.9	0.0	0.0	63	22
FEB.	10.8	14.5	7.0	0.0	0.0	69	23
MAR.	12.2	16.2	8.2	0.0	0.0	60	35
APR.	14.2	18.4	9.9	0.0	0.0	42	49
MAG.	17.8	22.5	13.1	0.0	0.0	38	81
GIU.	21.8	26.7	16.9	0.0	0.0	12	118
LUG.	24.9	30.0	19.7	0.0	0.0	2	152
AGO.	25.3	30.4	20.2	0.0	0.0	6	146
SET.	22.8	27.4	18.1	0.0	0.0	33	107
OTT.	18.8	22.9	14.7	0.0	0.0	74	70
NOV.	14.6	18.4	10.8	0.0	0.0	70	39
DIC.	11.7	15.2	8.2	0.0	0.0	71	26
Anna	17.1	21.4	12.8	0.0	0.0	540	868

Indici e diagnosi bioclimatica

Indice di termicità	(It): 381
Indice di termicità compensato	(Itc): 381
Indice di continentalità semplice	(Ic): 14.8
Indice di diurnalità	(Id): 7.0
Indice ombrotermico annuale	(Io): 2.63
Indice ombrotermico estivo bimestrale	(Ios2): 0.16
Indice ombrotermico estivo trimestrale	(Ios3): 0.28
Indice ombrotermico estivo quadrimestrale	(Ios4): 0.65
Indice di ombro-evaporazione annuale	(Ioe): 0.62
Indice di aridità annuale	(Iar): 1.6
Temperatura positiva annuale	(Tp): 2054
Temperatura negativa annuale	(Tn): 0
Temperatura estiva	(Ts): 730
Precipitazione positiva	(Pp): 540

N° di mesi	P>4T	P:2T a 4T	P: T a 2T	P<T	T<=0°
	5	3	1	3	0

Continentalità-Cintura latitudinale : Euroceanico-Eutemperata
 Bioclima : MEDITERRRANEO PLUVISTAGIONALE OCEANICO
 Piano Bioclimatico : TERMOMEDITERRANEO SUPERIORE SECCO SUPERIORE



PISCINAMANNA (Sardegna) Altitudine: 255 m Latitudine: 38° 59' N Longitudine: 8° 55' E
 Periodo di osservazione termica:..... 0-0 (1)
 Periodo di osservazione pluviometrica: 1957-1984 (28)

	Ti	Mi	mi	T'i	m'i	Pi	EPI
GEN.	9.5	12.8	6.2	0.0	0.0	120	20
FEB.	9.8	13.2	6.3	0.0	0.0	125	21
MAR.	11.4	15.1	7.6	0.0	0.0	92	33
APR.	13.4	17.3	9.4	0.0	0.0	84	47
MAG.	17.2	21.6	12.8	0.0	0.0	54	80
GIU.	21.1	25.7	16.5	0.0	0.0	14	114
LUG.	24.4	29.2	19.5	0.0	0.0	7	148
AGO.	24.7	29.5	19.8	0.0	0.0	10	141
SET.	22.0	26.4	17.5	0.0	0.0	41	102
OTT.	17.9	21.7	14.0	0.0	0.0	121	67
NOV.	13.7	17.2	10.1	0.0	0.0	114	37
DIC.	10.7	13.9	7.5	0.0	0.0	147	24
Annua	16.3	20.3	12.3	0.0	0.0	929	834

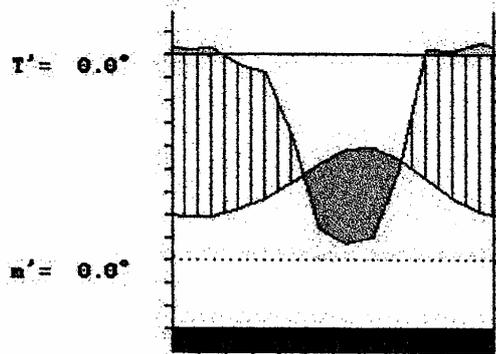
Indici e diagnosi bioclimatica

- Indice di termicità (It): 353
- Indice di termicità compensato (Itc): 353
- Indice di continentalità semplice (Ic): 15.2
- Indice di diurnalità (Id): 6.4
- Indice ombrotermico annuale (Io): 4.74
- Indice ombrotermico estivo bimestrale (Ios2): 0.35
- Indice ombrotermico estivo trimestrale (Ios3): 0.44
- Indice ombrotermico estivo quadrimestrale (Ios4): 0.97
- Indice di ombro-evaporazione annuale (Ioe): 1.11
- Indice di aridità annuale (Iar): 0.9
- Temperatura positiva annuale (Tp): 1958
- Temperatura negativa annuale (Tn): 0
- Temperatura estiva (Ts): 711
- Precipitazione positiva (Pp): 929

N° di mesi	P>4T	P:2T a 4T	P: T a 2T	P<T	T<=0°
	7	1	1	3	0

Continentalità-Cintura latitudinale : Euoceanico-Eutemperata
 Bioclima : MEDITERRRANEO PLUVISTAGIONALE OCEANICO
 Piano Bioclimatico : TERMOMEDITERRANEO SUPERIORE SUBUMIDO INFERIORE

T= 16.3° Ic= 15.2 Tp= 1950 Tn= 0
 m= 6.2 N= 12.8 Itc= 353 Io= 4.7





Scheda idrica

	T	EP	P	VR	R	ER	DF	SP	DS	CH
GEN.	9.5	20	120	0	100	20	0	100	85	4.9
FEB.	9.8	21	125	0	100	21	0	104	94	4.9
MAR.	11.4	33	92	0	100	33	0	59	76	1.8
APR.	13.4	47	84	0	100	47	0	37	57	0.8
MAG.	17.2	80	54	-26	74	80	0	0	28	-0.3
GIU.	21.1	114	14	-74	0	88	25	0	14	-0.9
LUG.	24.4	148	7	0	0	7	141	0	7	-1.0
AGO.	24.7	141	10	0	0	10	131	0	4	-0.9
SET.	22.0	102	41	0	0	41	61	0	2	-0.6
OTT.	17.9	67	121	54	54	67	0	0	1	0.8
NOV.	13.7	37	114	46	100	37	0	31	16	2.1
DIC.	10.7	24	147	0	100	24	0	123	70	5.2
Anna	16.3	834	929			475	358	454	454	

T = Temperatura media

EP = Evapotraspirazione potenziale

P = Precipitazioni

VR = Variazione della riserva

R = Riserva

ER = Evapotraspirazione reale

DF = Deficit

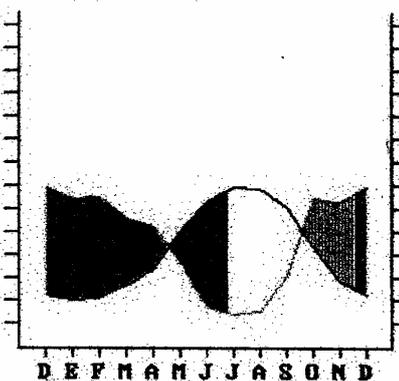
SP = Surplus

DS = Perdita idrica

CH = Coefficiente di umidità

T= 16.3° **Ic= 15.2**
m= 6.2° **Ip= 1958**
M= 12.8° **In= 0**
T'= 0.0° **Itc= 353**
m'= 0.0° **Io= 4.74**
P= 929 mm
EP= 834 mm

Imbibizione	16	SEP.
Saturazione	18	NOV.
Uso riserva	18	ABR.
Deficit	23	JUN.





PULA (Sardegna) Altitudine: 10 m Latitudine: 39° 0' N Longitudine: 9° 0' E

Periodo di osservazione termica:..... 0-0 (1)

Periodo di osservazione pluviometrica:1935-1984 (50)

	Ti	Mi	mi	T'i	m'i	Pi	EPI
GEN.	10.9	14.5	7.2	0.0	0.0	59	23
FEB.	11.2	14.9	7.4	0.0	0.0	63	23
MAR.	12.6	16.5	8.6	0.0	0.0	61	36
APR.	14.5	18.7	10.3	0.0	0.0	38	49
MAG.	18.1	22.7	13.5	0.0	0.0	35	83
GIU.	22.1	26.8	17.3	0.0	0.0	10	120
LUG.	25.1	30.1	20.1	0.0	0.0	2	154
AGO.	25.6	30.5	20.6	0.0	0.0	5	149
SET.	23.1	27.6	18.6	0.0	0.0	34	109
OTT.	19.2	23.2	15.1	0.0	0.0	66	72
NOV.	15.0	18.8	11.2	0.0	0.0	59	40
DIC.	12.1	15.6	8.6	0.0	0.0	64	26
Anna	17.5	21.7	13.2	0.0	0.0	496	683

Indici e diagnosi bioclimatica

Indice di termicità	(It): 391
Indice di termicità compensato	(Itc): 391
Indice di continentalità semplice	(Ic): 14.7
Indice di diurnalità	(Id): 7.0
Indice ombrotermico annuale	(Io): 2.37
Indice ombrotermico estivo bimestrale	(Ios2): 0.14
Indice ombrotermico estivo trimestrale	(Ios3): 0.23
Indice ombrotermico estivo quadrimestrale	(Ios4): 0.57
Indice di ombro-evaporazione annuale	(Ioe): 0.56
Indice di aridità annuale	(Iar): 1.8
Temperatura positiva annuale	(Tp): 2095
Temperatura negativa annuale	(Tn): 0
Temperatura estiva	(Ts): 738
Precipitazione positiva	(Pp): 496

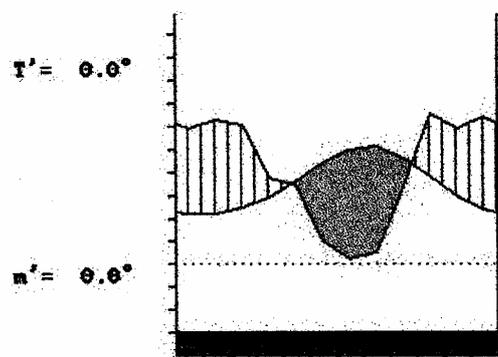
N° di mesi	P>4T	P:2T a 4T	P: T a 2T	P<T	T<=0°
	4	3	2	3	0

Continentalità-Cintura latitudinale : Euoceanico-Eutemperata

Bioclima : MEDITERRANEO PLUVIAGIONALE OCEANICO

Piano Bioclimatico : TERMOMEDITERRANEO SUPERIORE SECCO INFERIORE

T = 17.5° Ic = 14.7 Tp = 2095 Tn = 0
m = 7.2 M = 14.5 Itc = 392 Io = 2.4





Scheda idrica

	T	EP	P	VR	R	ER	DF	SP	DS	CH
GEN.	10.9	23	59	36	93	23	0	0	0	1.6
FEB.	11.2	23	63	7	100	23	0	32	16	1.7
MAR.	12.6	36	61	0	100	36	0	25	21	0.7
APR.	14.5	49	38	-11	89	49	0	0	10	-0.2
MAG.	18.1	83	35	-48	41	83	0	0	5	-0.6
GIU.	22.1	120	10	-41	0	51	69	0	3	-0.9
LUG.	25.1	154	2	0	0	2	152	0	1	-1.0
AGO.	25.6	149	5	0	0	5	144	0	1	-1.0
SET.	23.1	109	34	0	0	34	75	0	0	-0.7
OTT.	19.2	72	66	0	0	66	6	0	0	-0.1
NOV.	15.0	40	59	19	19	40	0	0	0	0.5
DIC.	12.1	26	64	38	57	26	0	0	0	1.4
Anna	17.5	883	496			438	445	58	58	

T = Temperatura media

EP = Evapotraspirazione potenziale

P = Precipitazioni

VR = Variazione della riserva

R = Riserva

ER = Evapotraspirazione reale

DF = Deficit

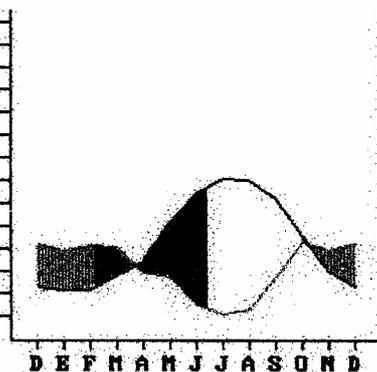
SP = Surplus

DS = Perdita idrica

CH = Coefficiente di umidità

T = 17.5° **Ic** = 14.7
m = 7.2° **Tp** = 2095
M = 14.5° **Tn** = 0
T' = 0.0° **Itc** = 391
m' = 0.0° **Io** = 2.37
P = 496 mm
EP = 883 mm

Imbibizione	8	OCT.
Saturazione	6	FEB.
Use riserva	21	MAR.
Deficit	12	JUN.





RISULTATI DELL'ANALISI BRIOFITICA RELATIVI ALL'ANNO 2004

La componente briologica rilevata nelle stazioni in esame e nelle aree circostanti ammonta a 86 entità (69 *Bryophyta*, 16 *Marchantiophyta* e 1 *Anthocerotophyta*) tra cui sono presenti alcune specie particolarmente sensibili all'inquinamento atmosferico quali: *Cryphaea heteromalla* (Hedw.) D. Mohr, *Habrodon perpusillus* (De Not.) Lindb., *Neckera pumila* Hedw., *Orthotrichum lyellii* Hook. & Taylor, *Orthotrichum tenellum* Bruch ex Brid. fra i muschi e *Frullania dilatata* (L.) Dumort fra le epatiche. Alcune entità reperite risultano invece moderatamente tolleranti l'inquinamento atmosferico e fra esse si segnala: *Grimmia pulvinata* (Hedw.) Sm., *Hypnum cupressiforme* Hedw. fra i muschi e *Metzgeria furcata* (L.) Dumort. fra le epatiche. Si conferma la presenza di specie alotolleranti (*Fontinalis antipyretica* Hedw., *Pseudocrossidium hornschuchianum* (Schultz) R. H. Zander, *Tortella flavovirens* (Bruch) Broth. e *Trichostomum brachydontium* Bruch) che sono probabilmente legate alle elevate concentrazioni di sodio presenti nelle aree indagate dovute all'aerosol marino.

L'analisi del parametro ecologico che esprime una misura della tolleranza delle singole specie nei confronti dell'impatto antropico evidenzia una prevalenza di entità in grado di sopportare una pressione antropica da assente a moderata (48% in totale).

L'analisi chimica dei *moss-bags* evidenzia, un generale maggiore accumulo di metalli per le settimane di esposizione comprese fra ottobre e dicembre 2004 (Tab. 3, Fig. 3) rispetto ai valori di riferimento e rispetto agli altri periodi di esposizione (febbraio/maggio, luglio /settembre 2004). Durante questo periodo infatti si registrano alte concentrazioni di Nichel e Zinco (Tab. 1, Fig. 1; Tab. 2, Fig. 2) in quasi tutte le stazioni monitorate e Rame per la stazioni di Is Tintionis e Riu Perda Melas.

Mentre per i dati relativi ai periodi di esposizione febbraio/maggio e luglio/settembre si registrato concentrazioni superiori ai valori limite per Cromo e Nichel in quasi tutte le stazioni e Vanadio nelle stazioni di Rio di Monte Nieddu e Is Tintionis. L'Arsenico presenta costantemente, valori più elevati, seppur non eccessivamente, dei valori riferimento in tutte le stazioni e durante tutti i periodi di esposizione.

Per quanto concerne tutti gli altri elementi analizzati, con particolare riferimento ai metalli pesanti più nocivi per l'ambiente (Cd, Cu, Pb, Hg), non si registrano concentrazioni significativamente elevate in riferimento ai valori limite riportati in letteratura (Cenci, 1999).

Per quanto concerne i metalli strettamente legati alla combustione di oli e petroli, quali nichel e vanadio, non presentano comunque valori di accumulo significativo nel corso dell'intero anno.

Confrontando i risultati attuali con quelli ottenuti durante il monitoraggio negli anni precedenti (1999-2003) non si notano differenze significative nell'accumulo dei metalli pesanti.



Pertanto dai risultati ottenuti si ritiene opportuno proseguire il monitoraggio anche con ulteriori verifiche qualitative inerenti l'autoecologia delle specie briofitiche campionate in sito.



I valori riportati in tabella sono stati ottenuti sottraendo le concentrazioni dei blank dalle concentrazioni rilevate nei sacchetti esposti.

Tabella 1 relativa al periodo febbraio-maggio 2004

Rif. bag	Località	DATA accettazione	Ns. Rif.	As (mg/Kg)	Cd (mg/Kg)	Cr (mg/Kg)	Cu (mg/Kg)	Ni (mg/Kg)	Pb (mg/Kg)	V (mg/Kg)	Ca (mg/Kg)	Fe (mg/Kg)	K (mg/Kg)	Mg (mg/Kg)	Na (mg/Kg)	Zn (mg/Kg)	Hg (mg/Kg)
N° 2	Perda Pertunta	07/05/2004	467/1	1,37	0,09	2,11	1,67	1,35	3,38	3,26	2047,00	140,52	-746,00	566,00	585,00	0,78	0,05
N° 7	Perda Pertunta	07/05/2004	469/1	0,77	0,07	1,47	0,74	1,25	3,03	2,64	797,00	106,17	-1757,00	169,00	186,00	0,66	0,06
N° 20	Perda Pertunta	07/05/2004	479/1	0,62	0,02	0,95	0,21	0,68	1,72	0,80	717,00	19,95	-1493,00	229,00	1277,00	3,41	0,10
N° 3	Rio di M. Nieddu	07/05/2004	468/1	1,30	-0,01	0,82	0,37	0,32	1,68	1,17	307,00	64,04	-1410,00	83,00	246,00	6,47	0,06
N° 9	Rio di M. Nieddu	07/05/2004	470/1	<0,40	0,01	0,55	0,21	0,48	1,37	0,71	-208,00	20,66	-1395,00	15,00	265,00	3,78	0,04
N° 15	Rio di M. Nieddu	07/05/2004	475/1	0,69	0,06	1,49	0,76	1,39	2,65	1,43	885,00	64,10	-1643,00	343,00	105,00	3,11	0,33
N° 11	Riu Perda Melas	07/05/2004	471/1	0,83	0,02	0,97	0,17	0,81	2,87	1,49	473,00	46,22	-3029,00	178,00	307,00	6,66	0,11
N° 12	Riu Perda Melas	07/05/2004	472/1	2,13	0,50	2,18	1,53	1,63	2,58	2,88	1201,00	106,67	-2398,00	219,00	148,00	20,59	0,05
N° 18	Monte Luas I.	07/05/2004	477/1	0,72	0,05	3,52	0,87	3,27	2,81	4,83	827,00	121,85	-2003,00	146,00	257,00	5,09	0,07
N° 19	Monte Luas I.	07/05/2004	478/1	<0,40	0,02	2,26	0,75	2,06	2,61	3,90	620,00	60,05	-1887,00	245,00	559,00	3,04	0,11
N° 22	Monte Luas I.	07/05/2004	480/1	0,69	0,01	2,53	0,40	2,42	2,05	3,65	384,00	45,16	-1800,00	131,00	209,00	-0,52	0,11
N° 1	Monte Luas	07/05/2004	466/1	0,76	0,02	0,97	0,59	1,88	2,25	3,77	-321	34	-2.782	107	742	13,30	0,08
N° 13	Monte Luas	07/05/2004	473/1	2,11	0,06	2,80	1,68	2,66	2,87	5,76	1609,00	131,12	-1539,00	586,00	522,00	7,51	0,24
N° 14	Monte Luas	07/05/2004	474/1	0,99	0,01	1,03	0,20	0,82	1,02	2,03	333,00	53,75	-1164,00	250,00	792,00	3,16	-0,01
N° 17	Blanc	07/05/2004	476/1	<0,40	0,12	2,99	4,87	2,34	4,51	4,70	8.683	165	5.132	2.361	335	33,0	0,08
N° 56	Is Tintionis	07/05/2004	481/1	<0,40	-1,42	3,71	1,08	3,29	3,32	7,38	2.027,93	-1.199,58	-482,12	74,17	-645,09	2,38	0,06
N° 59	Is Tintionis	07/05/2004	482/1	<0,40	-1,42	2,42	0,40	2,18	4,45	5,70	1.669,93	-1.246,39	-764,12	61,17	-615,09	-5,60	0,03
N° 60	Is Tintionis	07/05/2004	483/1	<0,40	-1,50	2,29	-1,17	1,99	1,16	4,52	1.463,93	-1.277,25	-2.947,12	-76,83	-484,09	-11,91	0,17
	Valori riferimento			0,12	0,38	1,2	8	0,53	15	5,6						27	0,11
N° 48	Blanc	17/12/2003	1371/1	1,68	1,68	3,4	6,7	1,7	3,4	1,7	6.778	1.476	4.664	2.500	973	40,3	0,17
	DL (mg/Kg)			0,40	0,06	0,10	0,10	0,10	0,50	0,10	6	0,1	10	0,2	3	0,1	0,03

Val min	0,40	0,11	2,99	4,87	2,34	4,51	4,70	8.242	165	1.717	2.361	328	28,36	0,07
Val max	2,13	0,62	7,07	7,79	5,61	7,89	10,46	10.730	305	5.132	2.947	1.612	53,62	0,41
Val medio	0,85	0,19	4,83	5,76	3,81	6,64	7,30	9.190	233	3.430	2.569	689	37,26	0,18



Tabella 2 relativa al periodo luglio-settembre 2004

Rif. bag	Località	DATA accettazione	Ns. Rif.	As (mg/Kg)	Cd (mg/Kg)	Cr (mg/Kg)	Cu (mg/Kg)	Ni (mg/Kg)	Pb (mg/Kg)	V (mg/Kg)	Ca (mg/Kg)	Fe (mg/Kg)	K (mg/Kg)	Mg (mg/Kg)	Na (mg/Kg)	Zn (mg/Kg)	Hg (mg/Kg)
N° 4	Perda Pertunta	30/09/2004	941/1	0,40	-0,09	-1,10	-1,29	0,65	-1,67	-0,15	-1883,00	1135,11	-432,00	-361,00	465,00	-12,23	0,07
N° 30	Perda Pertunta	30/09/2004	950/1	0,42	-0,01	0,82	1,34	0,95	0,49	5,83	800,00	450,00	1200,00	450,00	250,00	5,94	0,06
N° 16	Rio di Monte Nieddu	30/09/2004	946/1	0,43	0,08	-1,12	-1,87	0,64	-1,88	6,13	-4183,00	735,11	-1132,00	-961,00	265,00	-23,63	0,01
N° 37	Rio di Monte Nieddu	30/09/2004	952/1	0,87	0,02	3,41	2,53	1,64	2,36	4,39	2200,00	2150,00	2300,00	1150,00	50,00	12,96	0,11
N° 23	Riu Perda Melas	30/09/2004	947/1	0,47	0,09	-0,49	-0,87	3,95	-1,51	0,81	-2383,00	1235,11	-832,00	-461,00	465,00	-22,33	0,05
N° 27	Riu Perda Melas	30/09/2004	949/1	0,85	-0,03	1,58	2,11	1,79	2,35	2,59	1800,00	1050,00	1200,00	850,00	350,00	4,26	0,08
N° 5	Is Tintionis	30/09/2004	942/1	0,40	0,07	-0,41	-1,36	0,31	0,18	0,03	-2983,00	1235,11	-932,00	-661,00	265,00	-15,58	0,12
N° 10	Is Tintionis	30/09/2004	945/1	<0,40		-2,27	-3,78	-0,71	-3,94	3,08	-7583,00	135,11	-2632,00	#####	65,00	-26,58	0,10
N° 6	Monte Luas l.	30/09/2004	943/1	0,47	0,13	-0,87	-1,14	0,78	-1,16	2,30	-2883,00	935,11	-232,00	-461,00	665,00	-13,97	0,03
N° 31	Monte Luas l.	30/09/2004	951/1	<1,17	-0,05	1,84	1,63	1,57	2,12	3,30	1200,00	1150,00	1400,00	650,00	550,00	7,53	-0,02
N° 8	Monte Luas	30/09/2004	944/1	0,40	0,09	-0,35	-0,71	1,44	0,91	2,17	-2583,00	1335,11	-832,00	-461,00	1465,00	-9,61	0,29
N° 26	Monte Luas	30/09/2004	948/1	0,75	-0,05	1,25	2,44	1,10	1,65	3,10	1000,00	650,00	1900,00	550,00	950,00	9,45	-0,10
	Valori riferimento			0,12	0,38	1,2	8	0,53	15	5,6						27	0,11
N° 40	Blanc	30/09/2004	953/1	<0,40	0,28	3,20	4,24	3,20	2,85	5,38	5.100	1.550	4.300	1.650	150	11,0	0,13
	DL (mg/Kg)			0,40	0,06	0,10	0,10	0,10	0,50	0,10	6	0,1	10	0,2	3	0,1	0,02

Val min	0,40	-0,09	-2,27	-3,78	-0,71	-3,94	-0,15	-7.583	135	-2.632	-1.461	50	-26,58	-0,10
Val max	1,17	0,28	3,41	4,24	3,95	2,85	6,13	5.100	2.150	4.300	1.650	1.465	12,96	0,29
Val medio	0,57	0,04	0,42	0,25	1,33	0,21	3,00	-952	1.057	406	36	458	-5,60	0,07



Tabella 3 relativa al periodo ottobre-dicembre 2004

Rif. bag	Località	DATA accettazione	Ns. Rif.	As (mg/Kg)	Cd (mg/Kg)	Cr (mg/Kg)	Cu (mg/Kg)	Ni (mg/Kg)	Pb (mg/Kg)	V (mg/Kg)	Ca (mg/Kg)	Fe (mg/Kg)	K (mg/Kg)	Mg (mg/Kg)	Na (mg/Kg)	Zn (mg/Kg)	Hg (mg/Kg)
N°36	Perda Pertunta	22/12/2004	1453/1	<0,40	-0,17	3,59	4,29	2,65	6,02	3,55	6050,00	2850,00	600,00	1850,00	1750,00	43,82	0,82
N°42	Perda Pertunta	22/12/2004	1456/1	1,07	<0,06	1,64	1,84	0,56	3,63	0,82	3400,00	1050,00	800,00	750,00	550,00	33,51	-0,08
N°41	Rio di Monte Nieddu	22/12/2004	1455/1	<0,40	-0,17	2,49	3,42	1,18	2,55	1,56	4900,00	1550,00	1700,00	1350,00	750,00	25,03	-0,08
N°43	Rio di Monte Nieddu	22/12/2004	1457/1	<0,40	-0,20	4,20	4,18	2,04	5,01	3,55	6100,00	2450,00	1200,00	1650,00	1300,00	51,42	-0,02
N°25	Riu Perda Melas	22/12/2004	1447/1	<0,40	<0,06	3,31	3,18	1,50	4,10	2,75	4400,00	2350,00	1200,00	1850,00	1850,00	26,96	0,18
N°35	Riu Perda Melas	22/12/2004	1452/1	<0,40	-0,17	4,93	12,01	8,27	7,75	3,04	4400,00	2550,00	600,00	1550,00	1950,00	44,07	-0,04
N°24	Monte Luas I.	22/12/2004	1446/1	<0,40	<0,06	3,44	3,44	4,88	4,13	4,50	4300,00	2450,00	1100,00	1650,00	750,00	39,75	0,16
N°33	Monte Luas I.	22/12/2004	1450/1	<0,40	<0,06	3,21	3,41	1,73	3,19	2,91	3900,00	2050,00	900,00	1650,00	950,00	31,45	-0,06
N°29	Monte Luas	22/12/2004	1449/1	0,93	<0,06	4,26	4,86	2,98	5,08	5,63	4300,00	3050,00	800,00	1550,00	750,00	46,12	0,19
N°38	Monte Luas	22/12/2004	1454/1	<0,40	<0,06	2,20	3,14	1,36	3,79	2,28	4300,00	1650,00	1600,00	1650,00	2450,00	41,23	0,00
N°28	Is Tintionis	22/12/2004	1448/1	<0,40	<0,06	4,49	9,62	2,86	4,82	5,28	4900,00	3250,00	1300,00	1950,00	1150,00	34,07	0,07
N°34	Is Tintionis	22/12/2004	1451/1	<0,40	<0,06	1,09	2,17	0,28	1,76	0,57	3600,00	1050,00	500,00	950,00	750,00	24,61	-0,08
	Valori riferimento			0,12	0,38	1,2	8	0,53	15	5,6						27	0,11
N°40	Blanc	30/09/2004	953/1	<0,40	0,28	3,20	4,24	3,20	2,85	5,38	5.100	1.550	4.300	1.650	150	11,0	0,13
	DL (mg/Kg)			0,40	0,06	0,10	0,10	0,10	0,50	0,10	6	0,1	10	0,2	3	0,1	0,05

Val min	0,40	0,06	4,29	6,08	3,48	4,61	5,95	8.500	2.600	4.800	2.400	700	35,61	0,05
Val max	1,07	0,11	8,13	16,25	11,47	10,60	11,01	11.200	4.800	6.000	3.600	2.600	62,42	0,95
Val medio	0,50	0,07	6,44	8,87	5,72	7,17	8,42	9.646	3.742	5.325	3.183	1.396	47,84	0,22



Fig. 1 – Grafico dell'andamento delle concentrazioni dei metalli relativo al periodo febbraio-maggio 2004

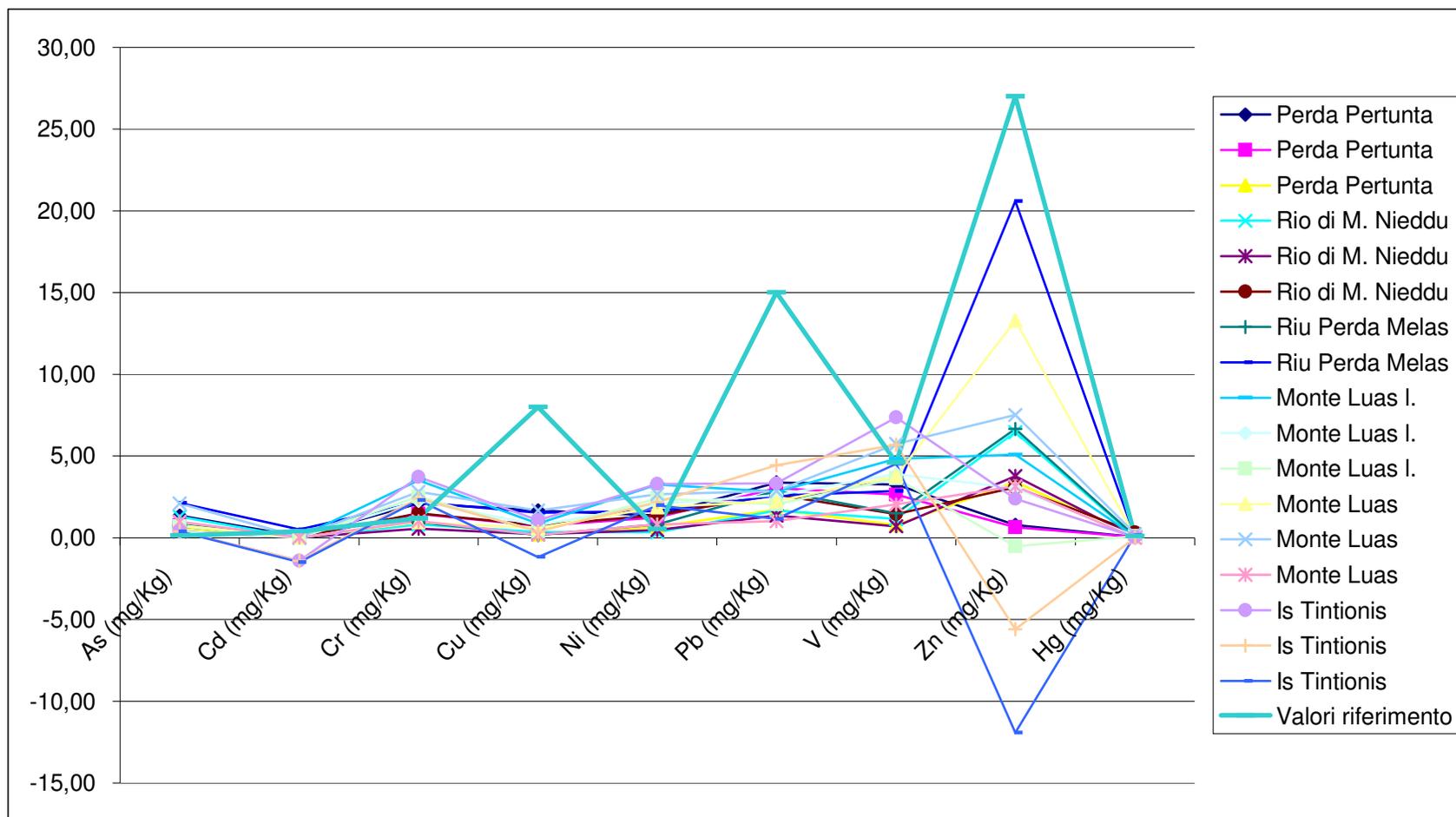




Fig. 2 – Grafico dell'andamento delle concentrazioni dei metalli relativo al periodo luglio-settembre 2004

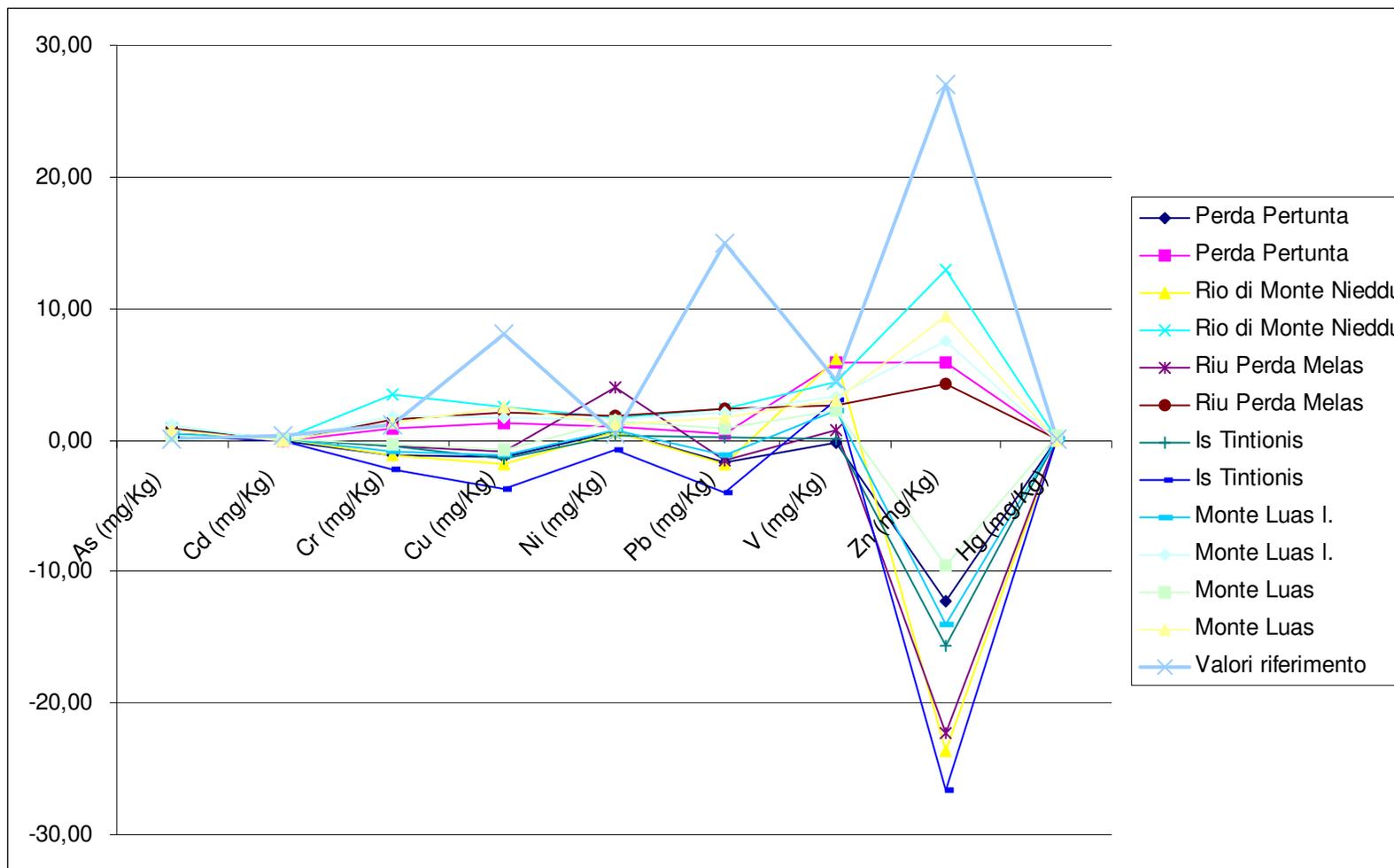
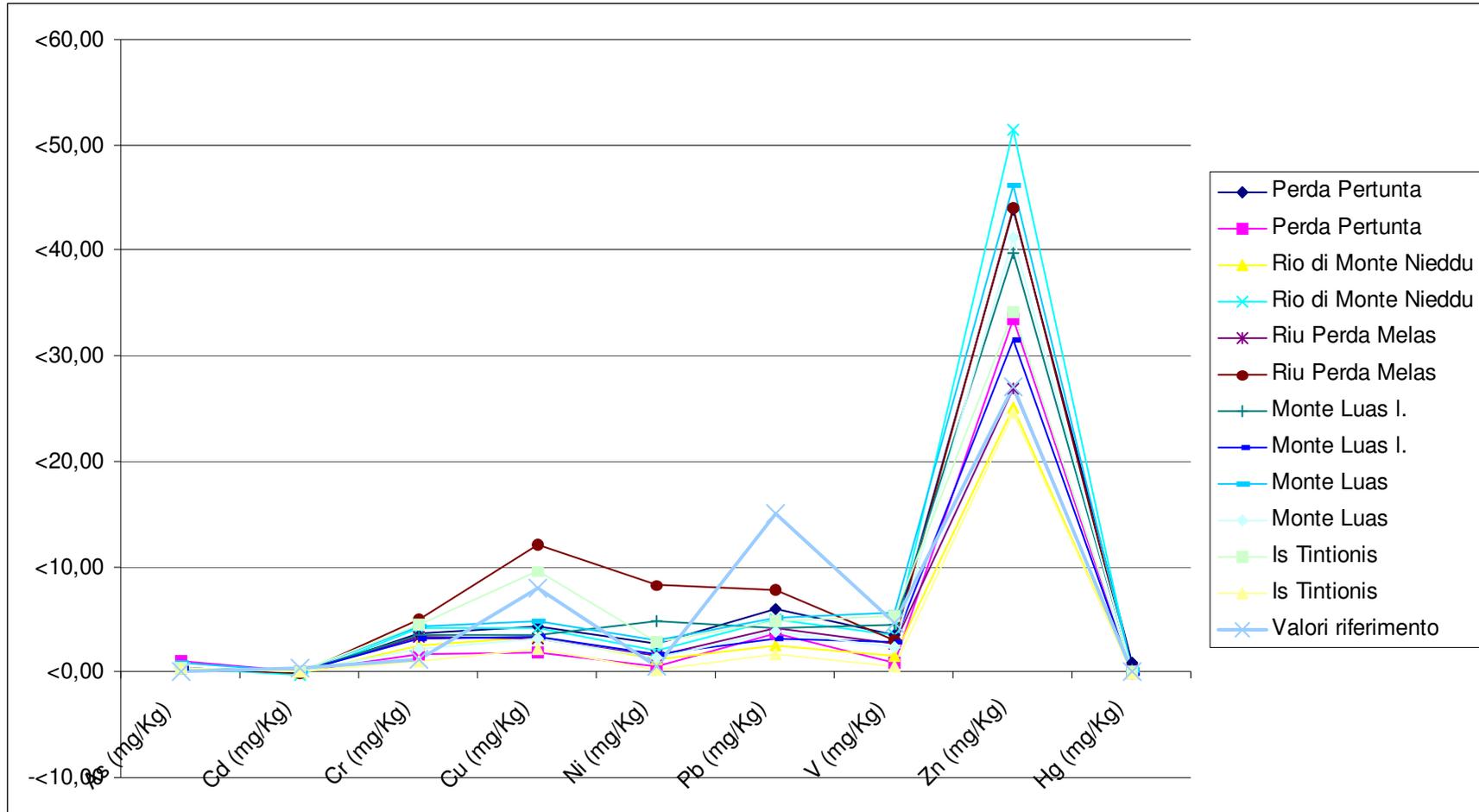




Fig. 3 – Grafico dell'andamento delle concentrazioni dei metalli relativo al periodo ottobre-dicembre 2004





SARAS

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

PUNTO 10

Esecuzione di campagne periodiche per il controllo dei livelli di rumore in corrispondenza delle abitazioni più vicine alla raffineria



1 SCOPO DELL'INDAGINE.

Nell'ambito dei controlli programmati e sistematici delle immissioni sonore sono stati previsti delle periodiche valutazioni di Impatto Acustico, concretizzate nello svolgimento, di indagini fonometriche (per l'anno 2004 sono state effettuate nel mese di agosto) dell'area territoriale circostante la Raffineria SARAS S.p.A e la sua caratterizzazione dal punto di vista acustico, secondo quanto previsto dal punto 10 del progetto di monitoraggio ambientale, che ha accompagnato l'iter autorizzativo ministeriale dell'Impianto IGCC.

In particolare tali misurazioni sono state eseguite:

- prima dell'entrata in esercizio dell'impianto IGCC, pertanto finalizzate alla determinazione del livello di rumore residuo LR;
- durante la fase di avviamento, al fine di caratterizzare i transitori (peraltro esclusi dalla valutazione, se non ricorrenti, ai sensi della normativa acustica vigente);
- durante la fase di regime, al fine di valutare i livelli di rumorosità ambientale (in termini di emissione e immissione acustica) e confrontarli con il clima acustico preesistente all'entrata in esercizio dell'Impianto IGCC.

Le misurazioni riguardano le immissioni generate dallo stabilimento petrolchimico nell'ambiente limitrofo al perimetro industriale ed in particolare le immissioni generate dall'impianti IGCC, oggetto dello studio di compatibilità ambientale.

Scopo dello studio consiste nella definizione della situazione acustica del territorio limitrofo all'insediamento stesso ed in particolare nella vicina area urbana del Comune di Sarroch, al fine di valutare l'osservanza dei limiti in materia di inquinamento acustico stabiliti dalla normativa specifica in materia.

2 PRESCRIZIONI DEL MINISTERO DELL'AMBIENTE.

La prescrizione del Ministero dell'Ambiente relativamente alle emissioni dell'impianto IGCC riportate al punto e) del giudizio di Compatibilità Ambientale del 28.12.1994 (documento DEC/VIA/2025), ribadite nel successivo documento del 24.03.1995 protocollo 845/95/SIAR prevede "l'esecuzione di campagne periodiche per il controllo dei livelli di rumore in corrispondenza delle abitazioni più vicine alla raffineria".

Il conseguimento delle finalità legislative viene ricercato mediante una strategia di azione contemplante varie attività di prevenzione e protezione ambientale inoltre lo studio del clima acustico delle zone limitrofe all'area dello stabilimento rappresenta una base di programmazione delle politiche industriali compatibili col tessuto socio urbanistico e produttivo del territorio comunale di Sarroch.



3 METODOLOGIE DI MISURA ADOTTATE.

3.1. Metodi di misura

Le misurazioni sono state effettuate nelle aree limitrofe ai limiti della Raffineria e nel centro abitato di Sarroch, ai sensi del D.P.C.M. 1 Marzo 1991, “Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell’ambiente esterno”, come modificato e integrato dal D.P.C.M. 14 Novembre 1997, “Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore”, tenendo conto che l’Impianto IGCC, ai sensi del Decreto del Ministero dell’Ambiente 11 Dicembre 1996 “Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a ciclo produttivo continuo”, deve intendersi come “esistente” e pertanto non soggetto all’applicazione del criterio differenziale, come definito nella normativa citata.

3.2. Individuazione e classificazione dei punti di misura

La raffineria confina lungo il lato Est con il litorale marino, lungo il lato Ovest-Nord-Ovest con la SS 195 “Sulcitana”, lungo il lato Nord con lo stabilimento Polimeri Europa e lungo il lato Sud-Sud-Ovest con l’abitato di Sarroch.

Oltre agli insediamenti industriali, è presente un'altra importante sorgente di rumore costituita dal traffico veicolare che percorre giornalmente la SS 195.

I punti di misura sono i medesimi utilizzati per le precedenti campagne di monitoraggio acustico effettuate a partire dal mese di Luglio 1999, prima dell’avvio dell’impianto IGCC, entrato a pieno regime nel Marzo 2001.

<i>Punto n°</i>	Denominazione
1	Porto Foxi, fronte impianto TAS, a circa 5 m dalla recinzione a rete
2	Porto Foxi, a circa 5 m dalla recinzione fiscale
3	Strada a mare per Porto Foxi, a circa 3 m dalla recinzione a rete, tra i serbatoi ST 15 ed ST 16
4	Strada a mare per Porto Foxi, a circa 3 m dalla recinzione a rete, di fronte al serbatoio ST 19
5	Angolo tra strada a mare e strada ovest, a circa 1 m dalla recinzione a rete, di fronte al serbatoio ST 20
6	Strada ovest, a circa 8 m dalla recinzione, di fronte al serbatoio ST 41 lato impianti sportivi Sarroch
7	Strada ovest, a circa 8 m dalla recinzione, di fronte al varco
8	Incrocio fra strada ovest e strada per Sarroch
9	S.S. 195 di fronte ai serbatoi ST 78 ed ST 79
10	Parcheggio antistante la Portineria Saras
11	Piazza dell’ex Municipio del Comune di Sarroch, in prossimità della fontanella pubblica
12	Piazzola antistante la centralina di rilevamento dell’inquinamento atmosferico della SARAS
13	Distributore ESSO, strada di accesso a Sarroch
14	Via Sicilia, fine strada
15	Via Abruzzi
16	Incrocio Via Sant’Anna e Via Val D’Aosta
17	Interno stabilimento, fronte impianto IGCC ed in vista del sistema di emergenza (torce)



Ai fini della determinazione dei valori limite di accettabilità, ricordiamo che la classificazione del territorio comunale è prerogativa del Comune interessato e che in assenza della specifica zonizzazione, come nel caso del comune di Sarroch, i limiti considerati sono quelli derivanti dall'art.6 comma 1 del DPCM 1 marzo 1991, che per facilità di consultazione si riportano nella tabella seguente.

Limiti di accettabilità

[art.6 D.P.C.M. 1 Marzo 1991]

Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento	
	diurno (h 06-22) L _{Aeq} [dBA]	notturno (h 22-06) L _{Aeq} [dBA]
tutto il territorio nazionale	70	60
Zona A (D.M. 1444/68)	65	55
Zona B (D.M. 1444/68)	60	50
Zona esclusivamente industriale	70	70

Riportiamo inoltre la classificazione urbanistica e la conseguente classificazione acustica dei punti di misura utilizzati ai fini delle valutazioni.

Classificazione urbanistica e acustica dei punti di misura

Punto n°	Classificazione Urbanistica (Piano di Fabbricazione)	Classificazione acustica [Art. 6 D.P.C.M. 1 Marzo 1991]
1	V1: fascia verde di rispetto	tutto il territorio nazionale
2	V1: fascia verde di rispetto	tutto il territorio nazionale
3	V1: fascia verde di rispetto	tutto il territorio nazionale
4	V1: fascia verde di rispetto	tutto il territorio nazionale
5	V1: fascia verde di rispetto	tutto il territorio nazionale
6	V1: fascia verde di rispetto	tutto il territorio nazionale
7	V1: fascia verde di rispetto	tutto il territorio nazionale
8	V1: fascia verde di rispetto	tutto il territorio nazionale
9	V1: fascia verde di rispetto	tutto il territorio nazionale
10	V1: fascia verde di rispetto	tutto il territorio nazionale
11	B2: Zona di completamento e ristrutturazione con destinazione d'uso per residenze e servizi	B
12	B2: Zona di completamento e ristrutturazione con destinazione d'uso per residenze e servizi	B
13	B2: Zona di completamento e ristrutturazione con destinazione d'uso per residenze e servizi	B
14	B2: Zona di completamento e ristrutturazione con destinazione d'uso per residenze e servizi	B
15	B2: Zona di completamento e ristrutturazione con destinazione d'uso per residenze e servizi	B
16	B2: Zona di completamento e ristrutturazione con destinazione d'uso per residenze e servizi	B
17	B2: Zona di completamento e ristrutturazione con destinazione d'uso per residenze e servizi	B



4 RISULTATI DELLE MISURAZIONI

Nell' Agosto 2004 sono state ripetute le fonometrie negli stessi punti degli anni; le misurazioni sono quelle successive all' entrata in esercizio dell' impianto IGCC e sono pertanto finalizzate alla definizione dei livelli di emissione ed immissione del rumore derivanti dall' esercizio dell' impianto di gassificazione.

Le misurazioni, inoltre, si riferiscono ad una situazione di marcia contemporanea della raffineria e dell' impianto IGCC, al fine di effettuare una completa valutazione acustica.

I valori più significativi sono rappresentati nella tabella seguente.

<i>Punto n°</i>	Leq diurno [dBA] 06.00-22.00	L90 diurno [dBA] 06.00-22.00	Leq notturno [dBA] 22.00-06.00	L90 notturno [dBA] 22.00-06.00
1	60,5	57,6	59,0	57,0
2	46,6	40,9	51,7	42,1
3	53,5	47,6	48,0	43,5
4	57,9	47,3	58,0	47,1
5	53,5	45,6	48,5	42,5
6	47,5	43,2	45,0	42,2
7	51,0	42,7	46,0	41,6
8	58,8	43,0	55,7	48,5
9	58,2	47,0	61,6	47,5
10	64,0	47,0	63,0	45,9
11	37,0	27,2	32,9	20,2
12	48,0	40,8	49,5	40,8
13	64,0	52,4	62,0	52,5
14	49,5	39,2	48,5	37,4
15	46,5	39,5	48,0	40,9
16	54,0	42,3	49,0	42,6
17	75,3	72,5	73,3	72,4



4.1 Valutazione dei livelli di emissione (punti 1/10)

I rilevamenti dei primi 10 punti, eseguiti in prossimità della SARAS SpA, pertanto maggiormente sensibili, attestano che il livello complessivo di rumorosità ambientale è, complessivamente inferiore ai limiti di zona, confermano, inoltre, che anche per l'anno 2004, il fenomeno sonoro è caratterizzato da dati stabili. La stazionarietà si evidenzia in particolare sia dai valori del livello del rumore di fondo L90, sia dal livello equivalente Leq che non presentano significativi scostamenti nella loro evoluzione storica.

Dall'osservazione dei dati possiamo affermare che l'impianto IGCC, in prossimità della SARAS SpA, determina emissioni acustiche inferiori ai limiti massimi assoluti di emissione stabiliti dalla normativa vigente, richiamata in precedenza.

4.2 Valutazione dei livelli di immissione (punti 11/17)

La definizione dei livelli di immissione sonora, valutati all'interno dell'abitato di Sarroch, è stata effettuata attraverso misurazioni in continuo della durata di 24 ore, tranne per la postazione n° 15, dove è stato ritenuto sufficiente e rappresentativo un periodo inferiore a quello previsto.

Tale metodologia è utilizzata al fine di depurare il valore dell'intensità sonora da fattori esterni che possono influenzare il livello del rumore.

Dai dati ottenuti emerge il fatto che le immissioni specifiche provocate dall'impianto IGCC non producono effetti tangibili nell'ambiente abitativo esterno allo stabilimento. I dati ottenuti attestano, inoltre, che presso le postazioni di rilevamento rappresentative delle aree abitative del Comune di Sarroch, l'andamento della pressione sonora si discosta notevolmente dall'emissione caratteristica della sorgente, con continue fluttuazioni del livello sonoro associate a fenomeni transienti di natura aleatoria, tipici indicatori di rumorosità derivante dal traffico veicolare o altri rumori, comunque chiaramente estranei alla sorgente specifica esaminata.

Infatti, se andiamo ad osservare il livello equivalente Leq, comprendente tutti i rumori registrati durante il campionamento, esso include anche la rumorosità derivante dall'abitato di Sarroch ed il valore supera, durante il periodo di riferimento notturno, il valore di 50 dBA.

Le misure relative alla postazione n° 11, presentando valori estremamente bassi (L90 diurno pari a 27,2 dBA e L90 notturno pari a 20,2 dBA) è un risultato da ritenere anomalo.



5 CONCLUSIONI

I valori ottenuti, durante la campagna di monitoraggio effettuata nell'Agosto 2004, confermano come, sia le immissioni che le emissioni sonore, prodotte dall' impianto IGCC della SARAS SpA, non determinano il superamento dei limiti di zona previsti dall' art.6 comma 1 del DPCM 1 marzo 1991 applicato in questa sede, come previsto dal art.8 del DPCM 14.11.1997.

Inoltre, trattandosi di impianto esistente alla data di entrata in vigore del DM 11.12.1996, esso non è assoggettato all'applicabilità del criterio differenziale.

Tutto ciò premesso, si conferma che l'impianto IGCC è conforme ai disposti stabiliti dalle vigenti normative in materia di tutela della popolazione dall' inquinamento acustico, di cui alla legge N°447/95 e successivi regolamenti di attuazione.