



**MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
MAGISTRATO ALLE ACQUE**

*Ispettorato Generale per la laguna di Venezia, Marano e Grado
e per l'attuazione della legge per la Salvaguardia di Venezia
- SEZIONE ANTINQUINAMENTO -*

IL MONITORAGGIO SAMANET DELLE DEPOSIZIONI ATMOSFERICHE NELLA LAGUNA DI VENEZIA ANNO 2007



Sezione Antinquinamento - S. Polo 737 - 30125 - VENEZIA - Tel. 041/794370-041/794443 - Fax 041/5286706

<http://www.magisacque.it>



MAGISTRATO ALLE ACQUE
ClC1=CC=C(Oc2ccc(Cl)cc2)C=C(Cl)C1
Laboratorio
Centro Studi Microinquinanti Organici





**MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
MAGISTRATO ALLE ACQUE**

*Ispettorato Generale per la laguna di Venezia, Marano e Grado
e per l'attuazione della legge per la Salvaguardia di Venezia
- SEZIONE ANTINQUINAMENTO -*

Il Dirigente dell'Ispettorato

Giampietro Mayerle

Responsabile del progetto

Giorgio Ferrari

Responsabile scientifico

Andrea Berton

Coordinamento e Servizio Qualità

Elisabetta Pisaroni, Michela Carlon

Collaboratori

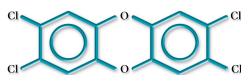
Fabio Aidone, Christian Badetti, Massimo Berti, Sebastiano Bertini, Alessandra Carelse, Claudio Carrer, Sebastiano Carrer, Maria Costantino, Moreno Dalla Palma, Luca Favaretto, Loretta Gallochio, Alessandro Gurato, Stefano Marcon, Desdemona Oliva, Antonio Petrizzo, Vittorio Rocabella

Sezione Antinquinamento - S. Polo 737 - 30125 - VENEZIA - Tel. 041/794370-041/794443 - Fax 041/5286706

<http://www.magisacque.it>



MAGISTRATO ALLE ACQUE



Laboratorio
Centro Studi Microinquinanti Organici





MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
MAGISTRATO ALLE ACQUE
Ispettorato Generale per la laguna di Venezia, Marano e Grado
e per l'attuazione della legge per la Salvaguardia di Venezia
- SEZIONE ANTINQUINAMENTO -

Sommario

INTRODUZIONE.....	4
ATTIVITÀ DI CAMPIONAMENTO E MISURA 2007	7
DEPOSIZIONI DI INQUINANTI INORGANICI NELLA LAGUNA DI VENEZIA	9
DEPOSIZIONI DI MICROINQUINANTI ORGANICI NELLA LAGUNA DI VENEZIA	18
Diossine e furani.....	18
Policlorobifenili	23
Idrocarburi policiclici aromatici	25
Esaclorobenzene	26
I VALORI ANOMALI DI DEPOSIZIONE RILEVATI A S. PIETRO IN VOLTA- PELLESTRINA E L'INCIDENTE ALL'IMPIANTO CRACKING DEL 3 LUGLIO 2007	27
CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	32
BIBLIOGRAFIA	39





**MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
MAGISTRATO ALLE ACQUE**

Ispettorato Generale per la laguna di Venezia, Marano e Grado
e per l'attuazione della legge per la Salvaguardia di Venezia
- SEZIONE ANTINQUINAMENTO -

INTRODUZIONE

Il programma di monitoraggio delle deposizioni atmosferiche della Sezione Antinquinamento del Magistrato alle Acque - SAMA è rivolto alla caratterizzazione e alla quantificazione della ricadute atmosferiche dei contaminanti organici ed inorganici nella laguna di Venezia. I punti di raccolta delle deposizioni sono stati selezionati in corrispondenza delle stazioni fisse che costituiscono la rete di monitoraggio SAMANET (Fig. 1).

Sia le deposizioni atmosferiche prodotte per caduta gravitazionale delle particelle (deposizioni secche) che quelle veicolate dalle precipitazioni (deposizioni umide) sono raccolte mediante campionatori passivi di tipo "bulk" (Fig. 2), la cui validità è stata ampiamente documentata in letteratura (Horstmann e Mclachlan, 1997). Recentemente, il D. Lgs. n. 152 del 3 agosto 2007 "Attuazione della direttiva 2004/107/CE concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nichel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente" ha previsto l'adozione di questi sistemi per la misura dei tassi di deposizione del mercurio (GU n. 213 del 13/09/2007).

I campionatori "bulk" sono costituiti da recipienti di raccolta che hanno sia l'imbuto che la bottiglia in materiali idonei al tipo di contaminante da determinare. Quelli per la determinazione dei flussi di microinquinanti organici sono in vetro pyrex, mentre per i contaminanti inorganici sono in polietilene. Tutte le bottiglie ed imbuto, prima di essere posizionati sulle stazioni, subiscono un trattamento completo di pulizia al fine di eliminare il rischio di contaminazione dei campioni.

Il programma di campionamento prevede cicli di raccolta delle deposizioni di circa sessanta giorni, corrispondenti a sei campagne nel corso di un anno.





MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
MAGISTRATO ALLE ACQUE
Ispettorato Generale per la laguna di Venezia, Marano e Grado
e per l'attuazione della legge per la Salvaguardia di Venezia
- SEZIONE ANTINQUINAMENTO -

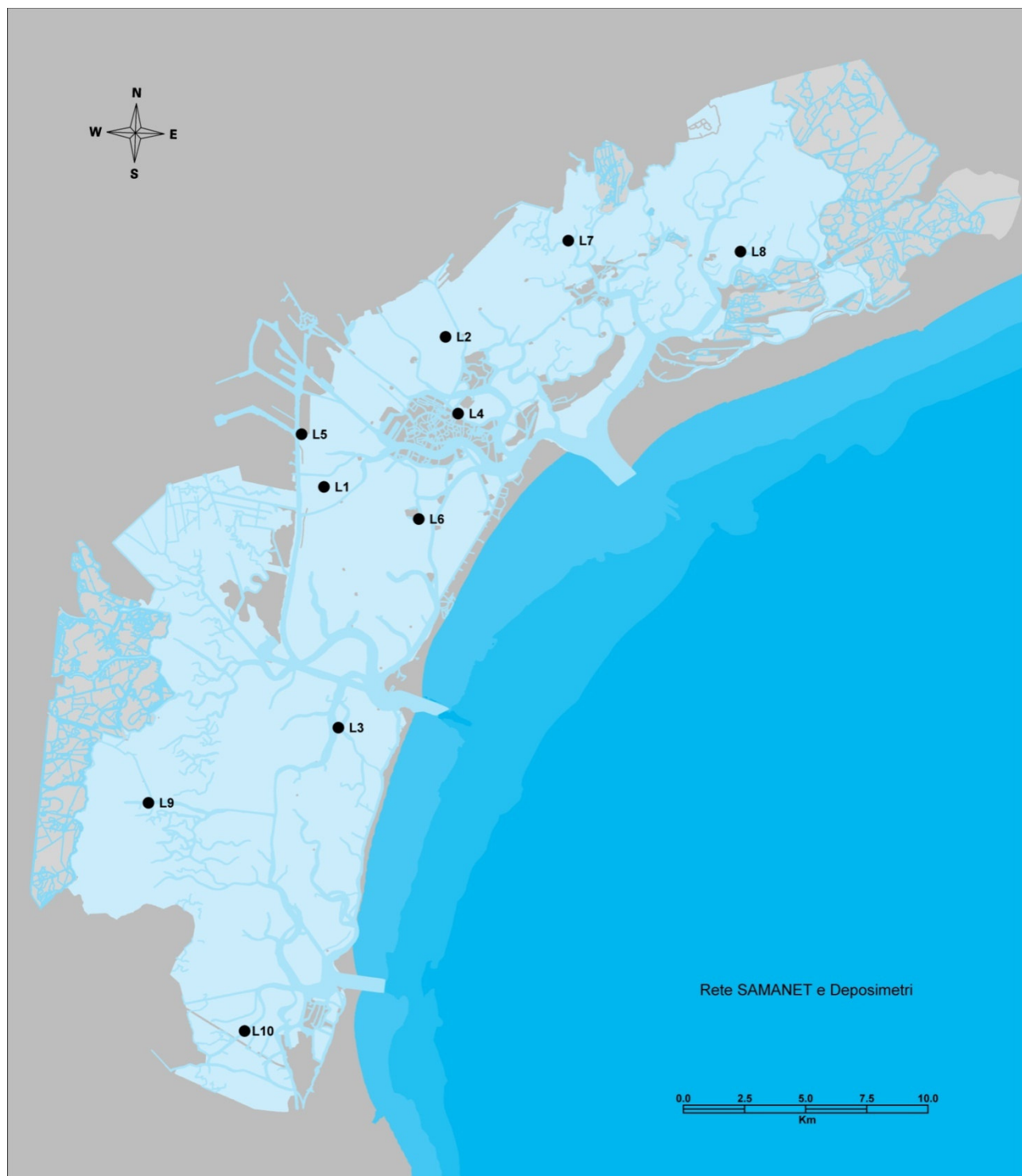


Figura 1. La rete SAMANET di monitoraggio deposizioni atmosferiche.





MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
MAGISTRATO ALLE ACQUE
Ispettorato Generale per la laguna di Venezia, Marano e Grado
e per l'attuazione della legge per la Salvaguardia di Venezia
- SEZIONE ANTINQUINAMENTO -



Figura 2. La stazione Ve-2 a Campalto con la coppia di deposimetri "bulk" per la raccolta delle ricadute atmosferiche





**MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
MAGISTRATO ALLE ACQUE**

Ispettorato Generale per la laguna di Venezia, Marano e Grado
e per l'attuazione della legge per la Salvaguardia di Venezia
- SEZIONE ANTINQUINAMENTO -

I parametri oggetto di indagine per la frazione inorganica sono i seguenti:

Arsenico (As)	Cadmio (Cd)
Antimonio (Sb)	Piombo (Pb)
Rame (Cu)	Mercurio (Hg)
Zinco (Zn)	Ferro (Fe)
Nichel (Ni)	Cromo (Cr)
Vanadio (V)	Manganese (Mn)

mentre tra i microinquinanti organici, generalmente identificati con l'acronimo POP (Persistent Organic Pollutants), vengono analizzati le diossine (PCDD), i furani (PCDF), i policlorobifenili (PCB), gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) e l'esaclorobenzene (HCB). Alcuni di questi composti, oltre ad avere importanti impatti a livello ambientale, sono pericolosi per la salute umana.

ATTIVITÀ DI CAMPIONAMENTO E MISURA 2007

Nel corso del 2007 sono state effettuate sei campagne di monitoraggio ordinarie nei 10 deposimetri della rete SAMANET e una campagna straordinaria condotta nel mese di Luglio nella sola stazione L5, al fine di verificare gli effetti dell'incidente avvenuto il 3 luglio presso l'impianto Cracking CR1-3 a Porto Marghera (Tabella 1).





**MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
MAGISTRATO ALLE ACQUE**

Ispettorato Generale per la laguna di Venezia, Marano e Grado
e per l'attuazione della legge per la Salvaguardia di Venezia
- SEZIONE ANTINQUINAMENTO -

Tabella 1- Campagne di misura del 2007

Campagna	Inizio	Fine	Giorni di raccolta	Note
1	21/12/2006	01/03/2007	70	
2	01/03/2007	03/05/2007	63	
3	03/05/2007	03/07/2007	61	
4	03/07/2007	05/09/2007	64	
5 (*)	03/07/2007	22/08/2007	50	Stazione L5
6	05/09/2007	30/10/2007	55	
7	30/10/2007	24/01/2008	86	

(*) Questa campagna è relativa ai soli deposimetri della stazione L5, che sono stati riposizionati lo stesso giorno dell'incidente avvenuto presso lo stabilimento Polimeri Europa di Porto Marghera. Il 22 agosto i deposimetri della stazione L5 sono stati nuovamente sostituiti fino alla raccolta successiva del 5 settembre.

Non sempre è stato possibile analizzare tutti i campioni raccolti, in quanto una parte di essi sono stati scartati a causa di contaminazioni accidentali dovute principalmente alle deiezioni degli uccelli marini. Così, si sono persi 4 campioni su 60 relativi ai microinquinanti inorganici (7 %) e 5 campioni su 62 di microinquinanti organici (8 %).

I tassi annui di deposizione dei diversi inquinanti sono stati calcolati dai flussi medi stimati durante le diverse campagne sperimentali ed espressi come quantità annua depositata per metro quadrato di superficie lagunare ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{anno}$).

I risultati delle campagne n. 4 e n. 5, nel cui arco temporale si è verificato l'incidente all'impianto Cracking di Porto Marghera, vengono discussi separatamente e non sono stati considerati nelle elaborazioni per la stima dei tassi medi annui di deposizione, in quanto prodotti da un evento eccezionale che, sia pur reale, non è rappresentativo del normale flusso delle deposizioni.





**MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
MAGISTRATO ALLE ACQUE**

Ispettorato Generale per la laguna di Venezia, Marano e Grado
e per l'attuazione della legge per la Salvaguardia di Venezia
- SEZIONE ANTINQUINAMENTO -

Ad ogni buon conto, nella Tabella 2 vengono riportati, per la stazione L3 che presenta le anomalie maggiori, sia i valori delle deposizioni medie che tengono conto del potenziale contributo dovuto all'incidente sia i tassi medi annui delle deposizioni depurati di tale contributo, valori questi ultimi senz'altro più rappresentativi dei flussi medi di ricaduta.

DEPOSIZIONI DI INQUINANTI INORGANICI NELLA LAGUNA DI VENEZIA

I maggiori tassi di deposizione complessiva degli inquinanti inorganici (somma di tutti i contaminanti) si sono registrati nella stazione L5 di Tresse, prossima all'area industriale di Porto Marghera, mentre i più bassi sono stati rilevati nelle stazioni L7 del Canale Dese, L8 della Palude Maggiore e L3 di San Pietro in Volta (Fig. 3). Le altre stazioni presentano valori di deposizione intermedi.





**MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
MAGISTRATO ALLE ACQUE**

Ispettorato Generale per la laguna di Venezia, Marano e Grado
e per l'attuazione della legge per la Salvaguardia di Venezia
- SEZIONE ANTINQUINAMENTO -

Σ contaminanti inorganici

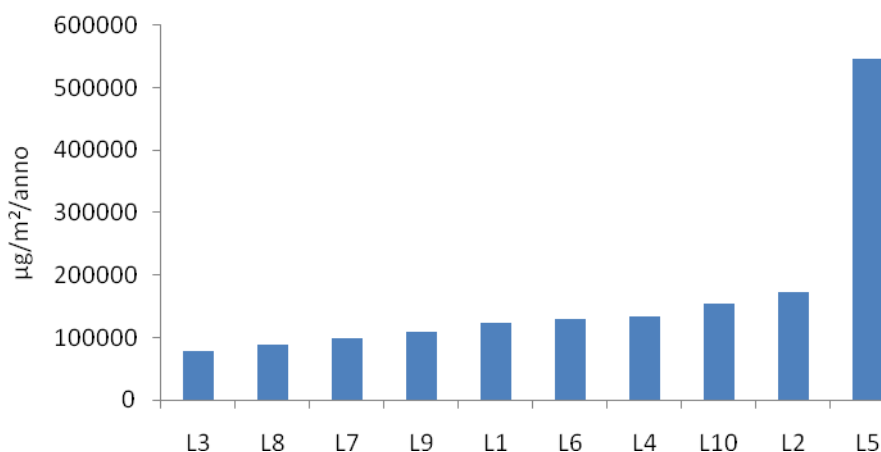


Figura 3. Tassi annui di deposizione di tutti gli inquinanti inorganici indagati nelle diverse stazioni della rete SAMANET

Le deposizioni nelle stazioni L4 di Fondamenta Nuove e L2 di Campalto, posizionate rispettivamente a sud e a nord-ovest rispetto all'isola di Murano, sono caratterizzate da una maggiore quantità di arsenico, cadmio e antimonio (Figg. 4, 5 e 6). Questo risultato può essere determinato dalle emissioni delle fabbriche di vetro artistico presenti nell'isola, per la cui produzione vengono utilizzati sali di questi elementi, sia come affinantanti che come coloranti.





MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
MAGISTRATO ALLE ACQUE
Ispettorato Generale per la laguna di Venezia, Marano e Grado
e per l'attuazione della legge per la Salvaguardia di Venezia
- SEZIONE ANTINQUINAMENTO -

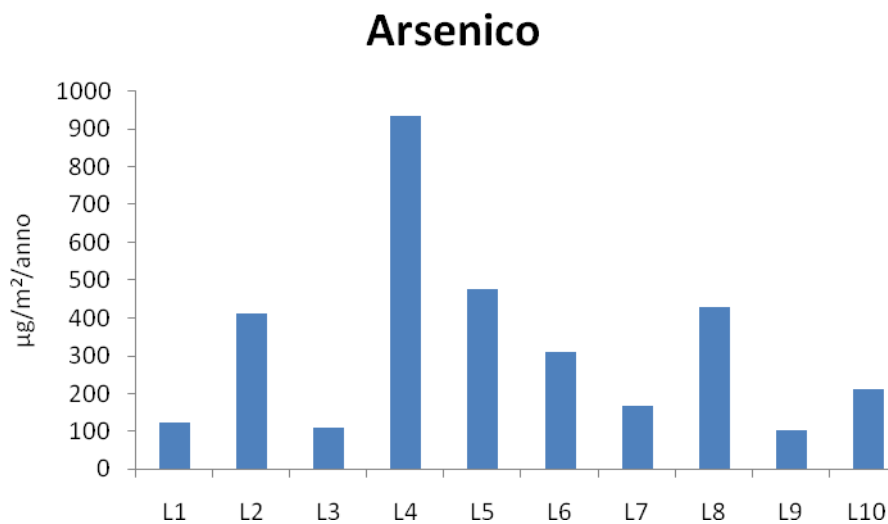


Figura 4. Tassi annui di deposizione di arsenico nelle diverse stazioni della rete SAMANET

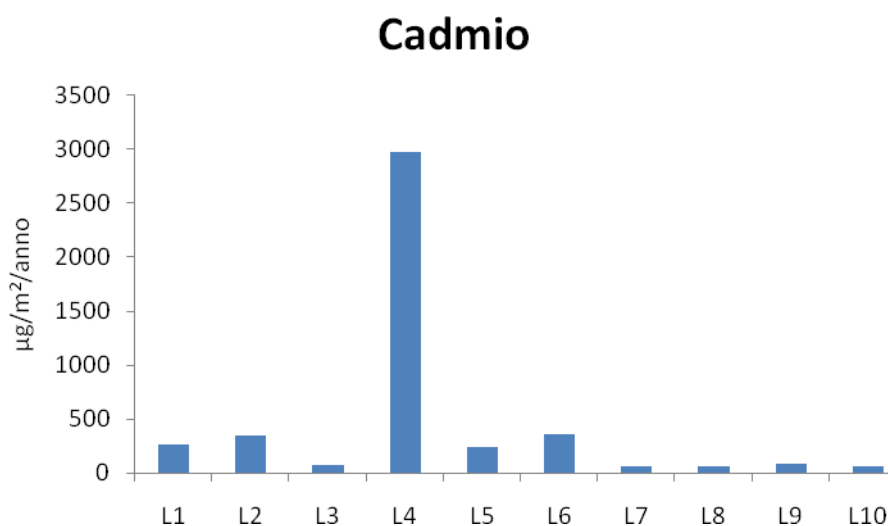


Figura 5. Tassi annui di deposizione di cadmio nelle diverse stazioni della rete SAMANET





**MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
MAGISTRATO ALLE ACQUE**

Ispettorato Generale per la laguna di Venezia, Marano e Grado
e per l'attuazione della legge per la Salvaguardia di Venezia
- SEZIONE ANTINQUINAMENTO -

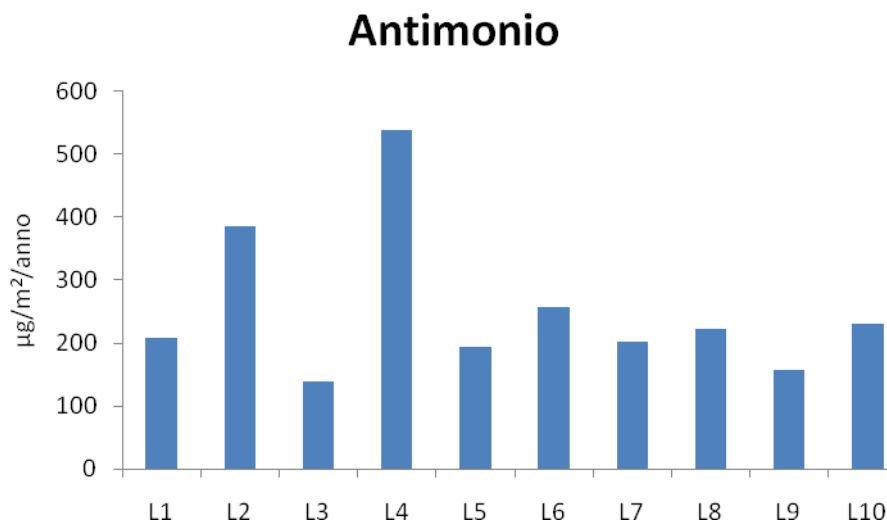


Figura 6. Tassi annui di deposizione di antimonio nelle diverse stazioni della rete SAMANET

Ferro, manganese, vanadio, cromo e nichel risultano maggiormente presenti nelle stazioni di Tresse (L5), Fusina (L1) (Figg. 7, 8, 9, 10, 11). In particolare, nel 2007 nella stazione di Tresse le deposizioni di ferro sono state pari a 458 mg/m²/anno. La correlazione tra questi contaminanti e la localizzazione delle stazioni caratterizzate dai maggiori tassi di deposizione indicano che le principali fonti di emissione sono localizzate nella zona industriale di Porto Marghera.



MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
MAGISTRATO ALLE ACQUE
Ispettorato Generale per la laguna di Venezia, Marano e Grado
e per l'attuazione della legge per la Salvaguardia di Venezia
- SEZIONE ANTINQUINAMENTO -

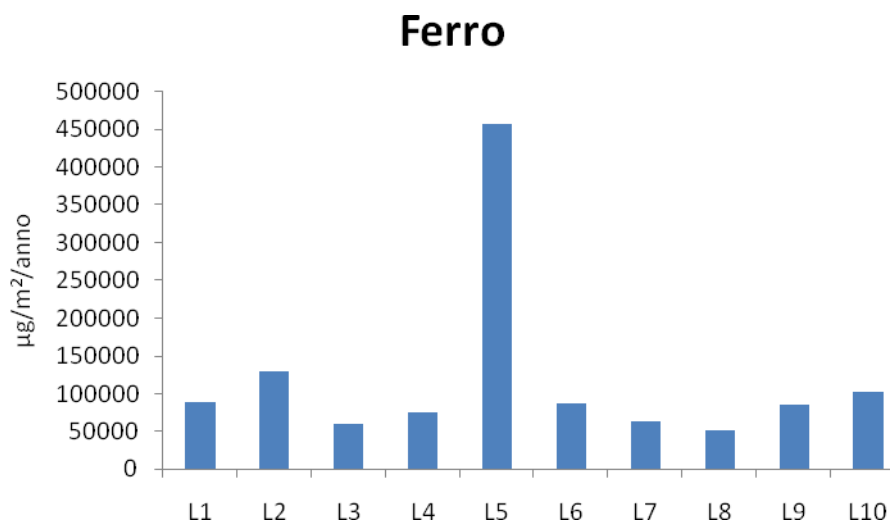


Figura 7. Tassi annui di deposizione di ferro nelle diverse stazioni della rete SAMANET

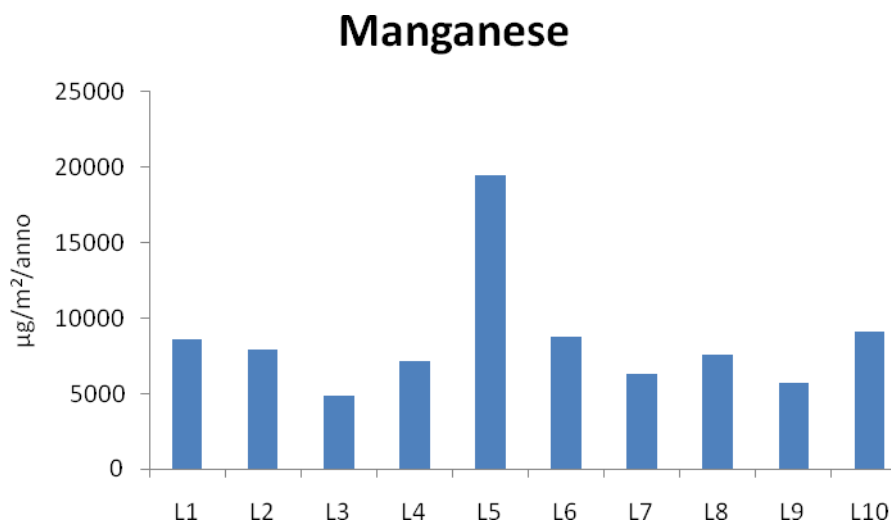


Figura 8. Tassi annui di deposizione di manganese nelle diverse stazioni della rete SAMANET





MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
MAGISTRATO ALLE ACQUE
Ispettorato Generale per la laguna di Venezia, Marano e Grado
e per l'attuazione della legge per la Salvaguardia di Venezia
- SEZIONE ANTINQUINAMENTO -

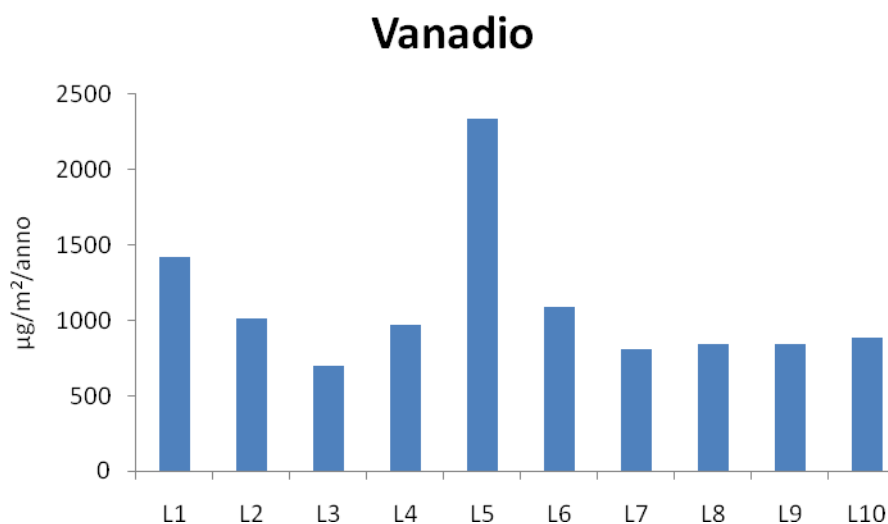


Figura 9. Tassi annui di deposizione di vanadio nelle diverse stazioni della rete SAMANET

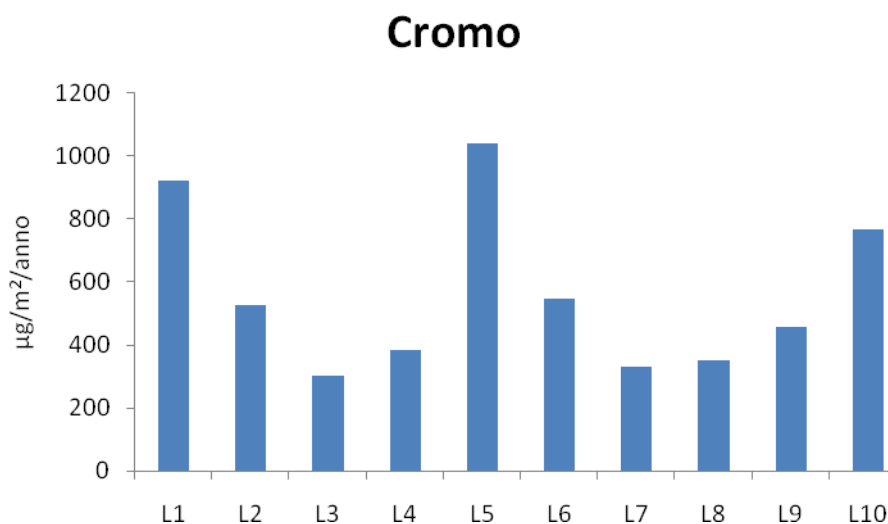


Figura 10. Tassi annui di deposizione di cromo nelle diverse stazioni della rete SAMANET





MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
MAGISTRATO ALLE ACQUE
Ispettorato Generale per la laguna di Venezia, Marano e Grado
e per l'attuazione della legge per la Salvaguardia di Venezia
- SEZIONE ANTINQUINAMENTO -

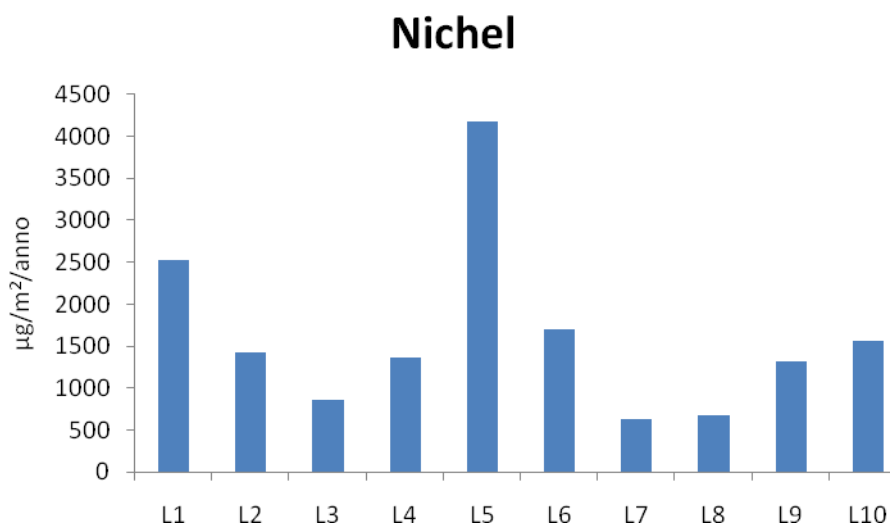


Figura 11. Tassi annui di deposizione di Nichel nelle diverse stazioni della rete SAMANET

Gli altri contaminanti, quali zinco e rame risultano equamente distribuiti, a conferma dell'esistenza di fonti di emissione diffuse (Figg. 12 e 13).

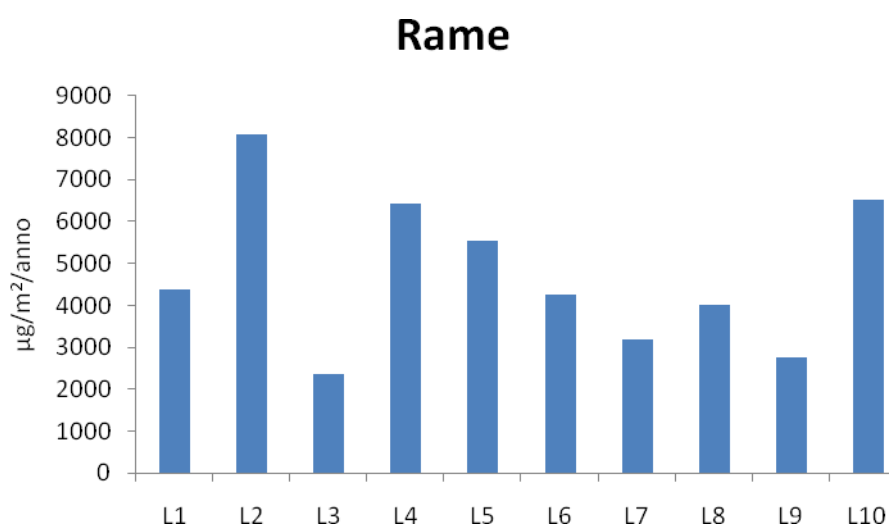


Figura 12. Tassi annui di deposizione di rame nelle diverse stazioni della rete SAMANET





**MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
MAGISTRATO ALLE ACQUE**

Ispettorato Generale per la laguna di Venezia, Marano e Grado
e per l'attuazione della legge per la Salvaguardia di Venezia
- SEZIONE ANTINQUINAMENTO -

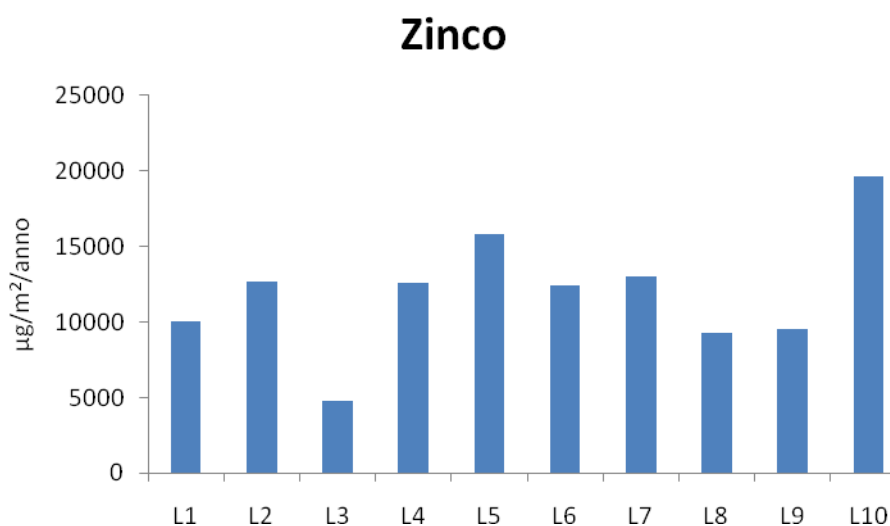


Figura 13. Tassi annui di deposizione di zinco nelle diverse stazioni della rete SAMANET

Il flusso di ricaduta di piombo in laguna risulta più elevato nella laguna centrale, in particolare nelle stazioni di Tresse (L5) e Fondamenta Nuove (L4), a conferma del maggiore impatto antropico a cui è soggetta quest'area. Da evidenziare come le stazioni poste in aree di gronda o lontane dall'area industriale, come L7 (Dese) e L8 (Palude maggiore), mostrino valori di flusso superiori alla stazione L1 di Fusina (Fig.14)



**MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
MAGISTRATO ALLE ACQUE**

Ispettorato Generale per la laguna di Venezia, Marano e Grado
e per l'attuazione della legge per la Salvaguardia di Venezia
- SEZIONE ANTINQUINAMENTO -

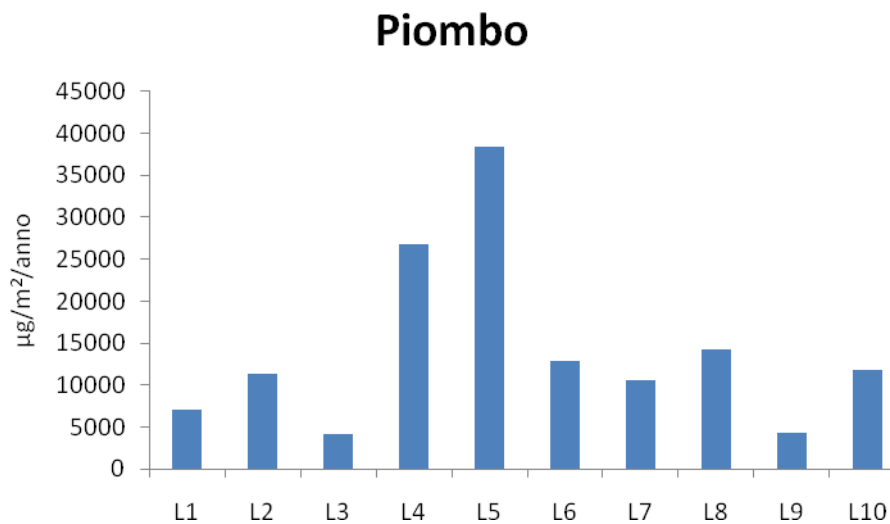


Figura 14. Tassi annui di deposizione di piombo nelle diverse stazioni della rete SAMANET



MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
MAGISTRATO ALLE ACQUE
Ispettorato Generale per la laguna di Venezia, Marano e Grado
e per l'attuazione della legge per la Salvaguardia di Venezia
- SEZIONE ANTINQUINAMENTO -

DEPOSIZIONI DI MICROINQUINANTI ORGANICI NELLA LAGUNA DI VENEZIA

Diossine e furani

La famiglia delle diossine è composta da 210 congeneri¹ diversi, divisi in due sottoclassi: le diossine propriamente dette (PCDD) e i furani (PCDF). Tra tutti questi composti, solo 17 (7 diossine e 10 furani) hanno caratteristiche tossicologiche significative, che possono essere messe a confronto attraverso fattori di tossicità equivalente (TEF) in modo da esprimere con un solo numero (unità WHO-TE) il loro potenziale tossicologico complessivo. Le diossine e i furani non sono prodotti industriali, ma si formano come sottoprodotti quando le sostanze organiche vengono a contatto con atomi di cloro a temperature elevate, ad esempio nei processi di combustione (sia naturali che industriali), in certi processi chimici che utilizzano il cloro, ecc.). I flussi di deposizione più elevati, in termini di tossicità equivalente, sono stati registrati nelle stazioni L5 di Tresse, L4 di Fondamenta Nuove e L2 di Campalto (Fig. 15) anche se, in linea generale, i flussi di questi microinquinanti risultano abbastanza confrontabili, a conferma della presenza di fonti diffuse di emissione che interessano la laguna.

¹ Per **congenere** si intende una delle molte varianti o configurazioni in cui può presentarsi un composto chimico appartenente ad una certa famiglia.





**MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
MAGISTRATO ALLE ACQUE**

Ispettorato Generale per la laguna di Venezia, Marano e Grado
e per l'attuazione della legge per la Salvaguardia di Venezia
- SEZIONE ANTINQUINAMENTO -

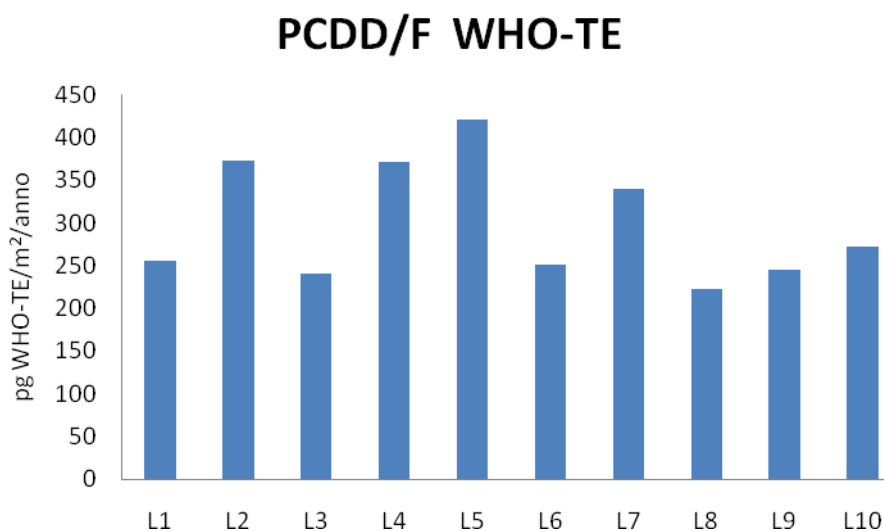


Figura 15. Tassi annui di deposizione, in unità WHO-TE, della somma di diossine e furani nelle diverse stazioni della rete SAMANET

La distribuzione e l'abbondanza relativa dei diversi congeneri di diossine e furani sono fortemente indicative del processo di origine. Ad esempio, le miscele di PCDD e PCDF generate da generici processi di combustione del legno o di altre biomasse presentano una netta prevalenza di OCDD (OctaCloroDibenzoDiossina) rispetto agli altri congeneri, mentre nel caso di processi industriali in cui è coinvolto il cloro, il congenere relativamente più abbondante è l'OCDF (OctaCloroDibenzoFurano).

L'analisi delle distribuzioni relative dei diversi congeneri indica che le stazioni L5, L4 e L1 (Figg. 16, 17 e 18) presentano un'abbondanza dei congeneri OCDD e OCDF simile, segno che tali stazioni risentono circa in ugual misura del contributo derivante dal processo di produzione degli idrocarburi clorurati dell'area industriale di Porto Marghera e di altri contributi generici. Tale impronta in letteratura è stata definita come impronta "Venezia", in quanto l'area della laguna centrale che circonda la città è caratterizzata da questo





**MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
MAGISTRATO ALLE ACQUE**

Ispettorato Generale per la laguna di Venezia, Marano e Grado
e per l'attuazione della legge per la Salvaguardia di Venezia
- SEZIONE ANTINQUINAMENTO -

tipo di distribuzione non solo per le deposizioni, ma anche per le altre matrici ambientali (acque e sedimenti) (Ferrari, Tromellini, 2007). E' importante notare, in tutti i casi, l'assenza della TCDD (TetraCloroDibenzoDiossina), il congenere più tossico.

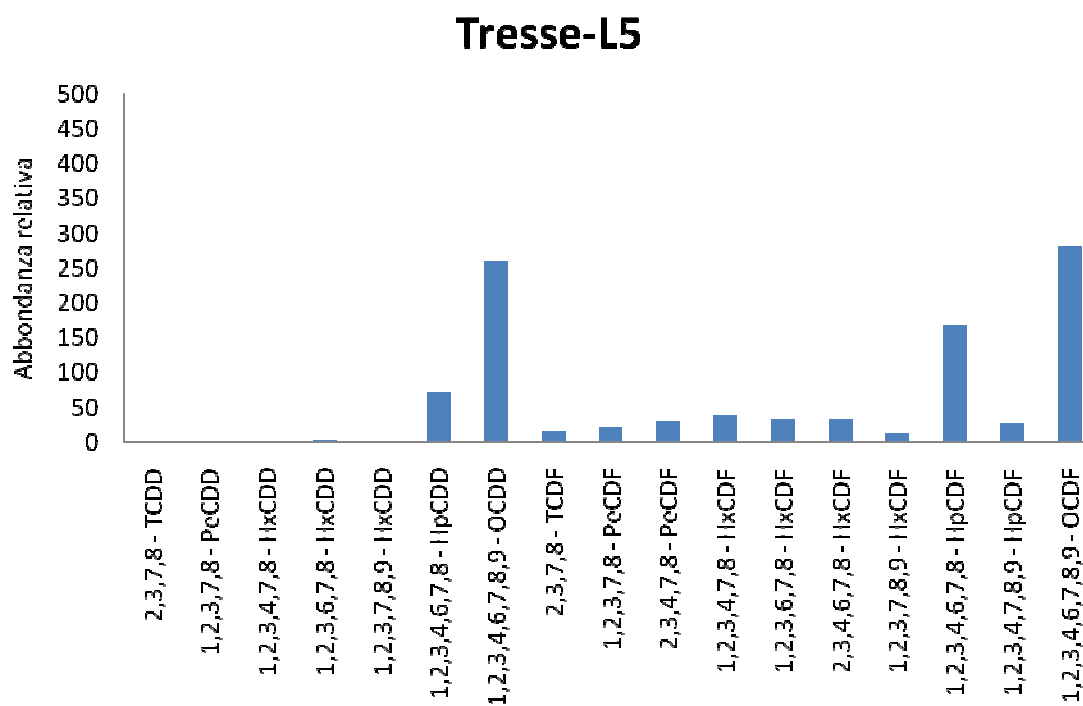


Figura 16. Distribuzione (impronta) dei 17 congeneri di PCDD e PCDF nella stazione L5 di Tresse.



MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
MAGISTRATO ALLE ACQUE

Ispettorato Generale per la laguna di Venezia, Marano e Grado
e per l'attuazione della legge per la Salvaguardia di Venezia
- SEZIONE ANTINQUINAMENTO -

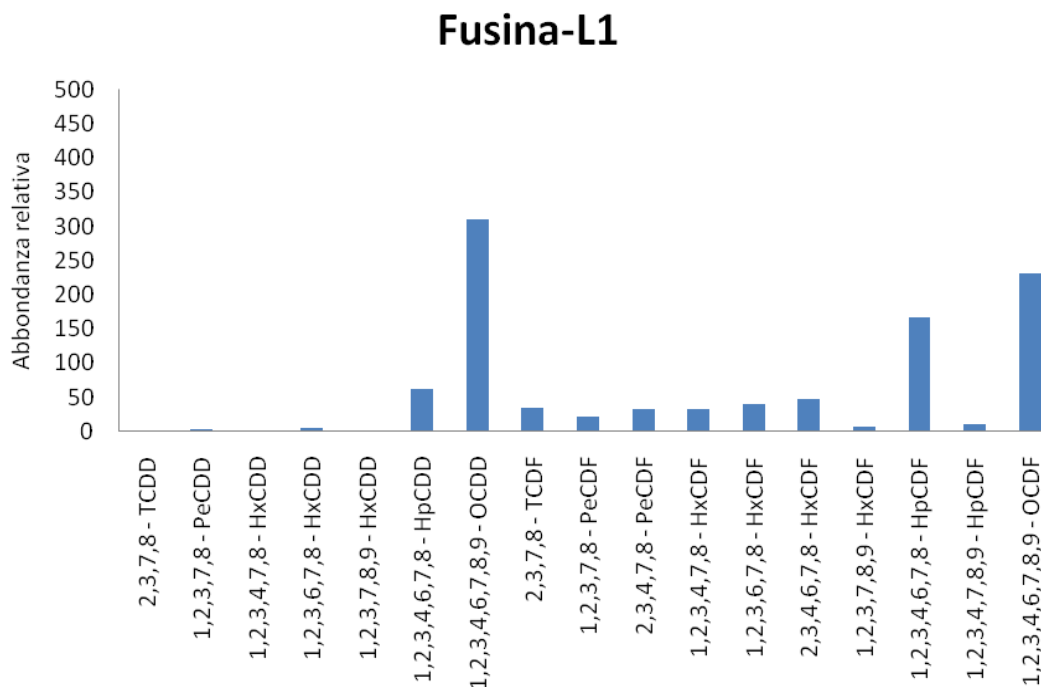


Figura 17. Distribuzione (impronta) dei 17 congeneri di PCDD e PCDF nella stazione L1 di Fusina.

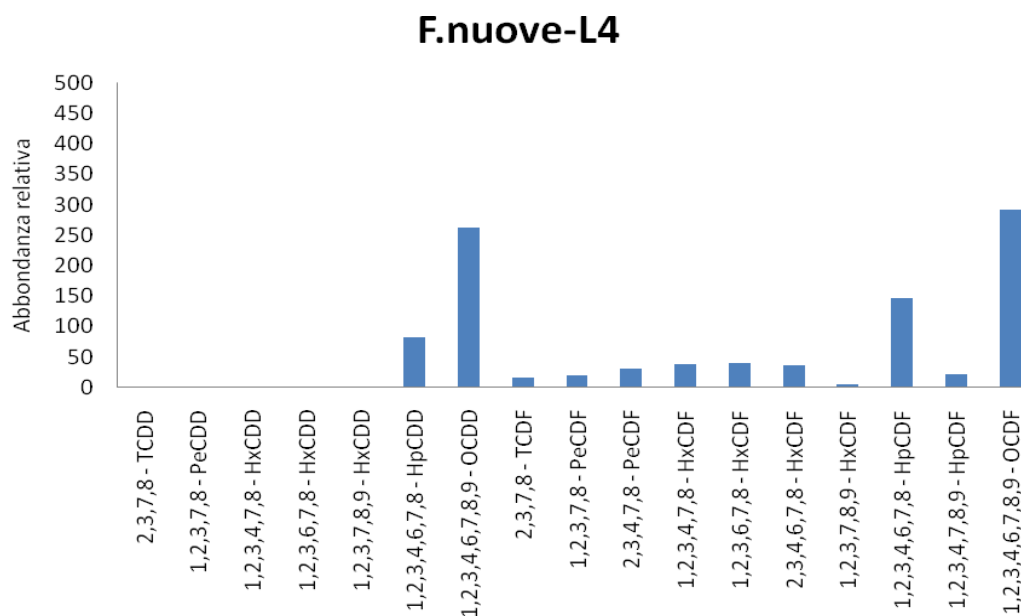


Figura 18. Distribuzione (impronta) dei 17 congeneri di PCDD e PCDF nella stazione L4 di Fondamenta Nuove.





**MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
MAGISTRATO ALLE ACQUE**

Ispettorato Generale per la laguna di Venezia, Marano e Grado
e per l'attuazione della legge per la Salvaguardia di Venezia
- SEZIONE ANTINQUAMENTO -

In tutte le altre stazioni l'OCDD prevale rispetto all'OCDF, con impronte tipiche dei processi di combustione aspecifici. A titolo di esempio, in Fig. 19 viene mostrata la distribuzione dei congeneri della stazione di Palude Maggiore (L8).

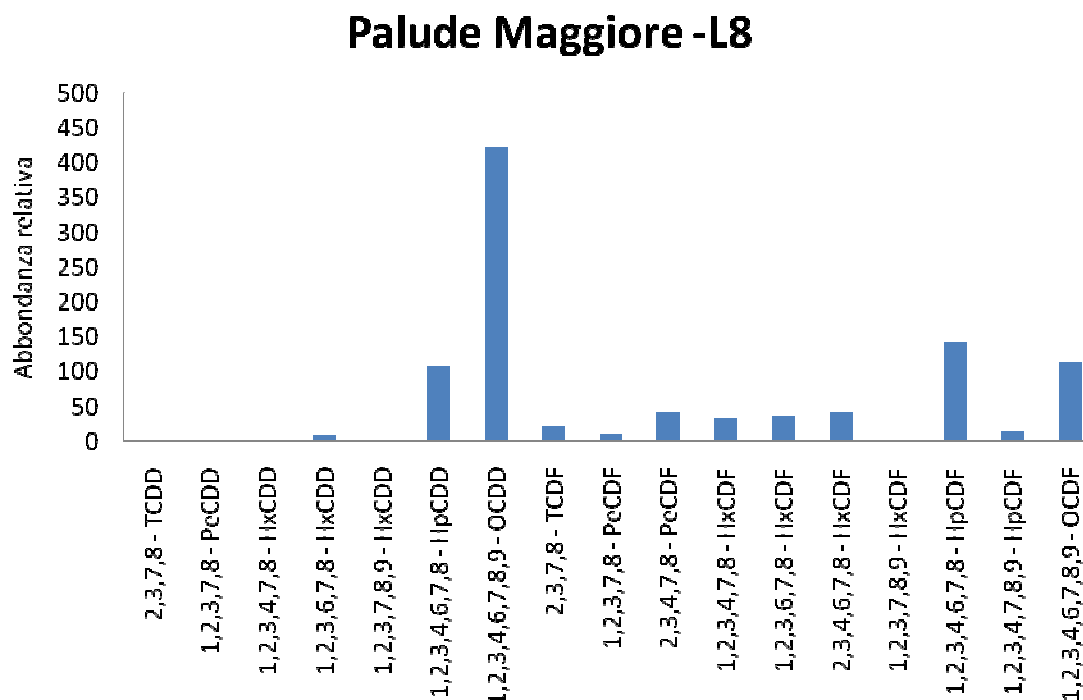


Figura 19. Distribuzione (impronta) dei 17 congeneri di PCDD e PCDF nella stazione L8 di Palude Maggiore.





**MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
MAGISTRATO ALLE ACQUE**

Ispettorato Generale per la laguna di Venezia, Marano e Grado
e per l'attuazione della legge per la Salvaguardia di Venezia
- SEZIONE ANTINQUINAMENTO -

Policlorobifenili

I policlorobifenili (PCB) sono una famiglia di composti chimicamente molto stabili, largamente utilizzati nel passato come fluidi diatermici, in cui gli atomi di idrogeno della molecola del bifenile sono sostituiti, in tutto o in parte da atomi di cloro. La persistenza nell'ambiente e la tossicità dei PCB dipendono non solo dal numero, ma anche dalla posizione degli atomi di cloro. Infatti, alcuni PCB presentano strutture molecolari e proprietà tossicologiche simili a quelle delle diossine. Per questi composti, che vengono identificati come PCB-DL (PCB Dioxin-Like, in italiano PCB Diossina-Simili), sono stati fissati dei fattori di tossicità equivalente che permettono di valutarne la tossicità cumulativamente alle diossine e ai furani.

I valori di deposizione più elevati di PCB-DL in termini di tossicità equivalente sono stati rilevati nelle stazioni L5, L2 e L1 prossime alla zona industriale e alla zona di gronda della laguna centrale (Fig.20).





MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
MAGISTRATO ALLE ACQUE

Ispettorato Generale per la laguna di Venezia, Marano e Grado
e per l'attuazione della legge per la Salvaguardia di Venezia
- SEZIONE ANTINQUINAMENTO -

Σ PCBdl WHO-TE

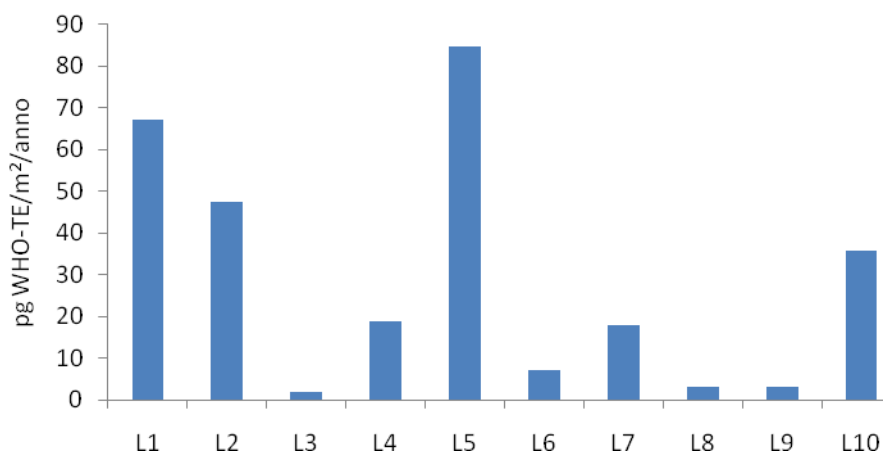


Figura 20. Tassi annui di deposizione, in unità WHO-TE, dei PCB-DL nelle diverse stazioni della rete SAMANET

Per gli altri PCB (non Diossina-Simili) i valori più alti si hanno nelle stazioni L1 e L5 (Fig.20), con il valore massimo in L5 di circa $2.5 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{anno}$, segno che l'area industriale è la sede principale delle emissioni di questi composti.

Σ PCB (non dioxin-like)

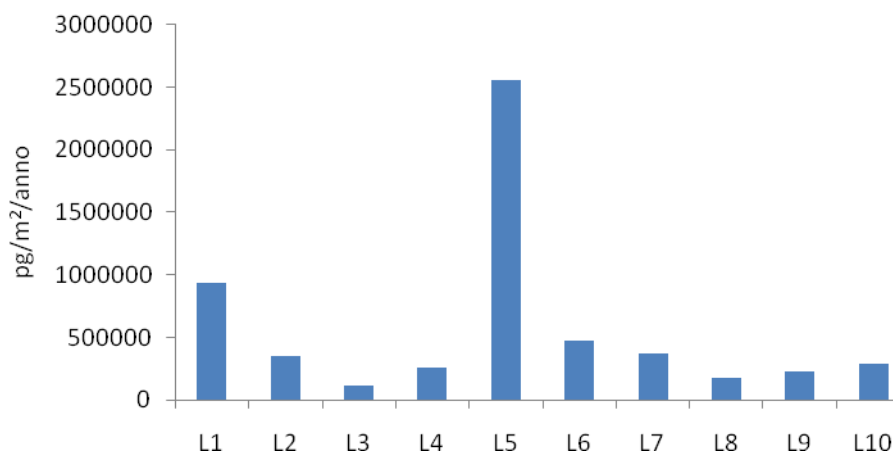


Figura 21. Tassi annui di deposizione dei PCB non Diossina-Simili nelle diverse stazioni della rete SAMANET





**MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
MAGISTRATO ALLE ACQUE**

Ispettorato Generale per la laguna di Venezia, Marano e Grado
e per l'attuazione della legge per la Salvaguardia di Venezia
- SEZIONE ANTINQUINAMENTO -

Idrocarburi policiclici aromatici

Gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) sono un sottoprodotto della combustione incompleta di combustibili quali il carbone, il petrolio e le biomasse e di alcuni tipi di rifiuti. In ambito urbano il traffico veicolare e marittimo sono fonti importanti di questi composti. Le deposizioni degli IPA risultano più elevate nelle stazioni L5, L1, L6 e L2 dislocate nella laguna centrale, che si conferma la zona della laguna più direttamente influenzata dall'area industriale e caratterizzata dal maggior impatto antropico (Fig.22).

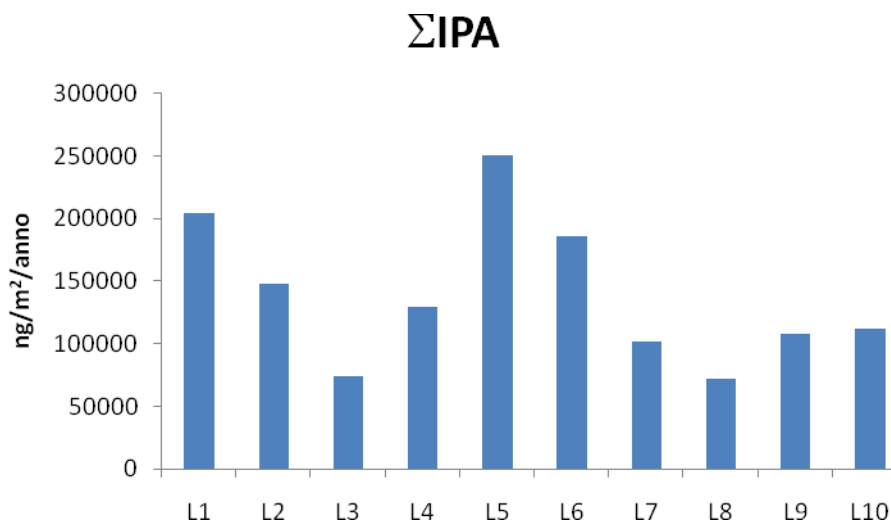


Figura 22. Tassi annui di deposizione degli idrocarburi policiclici aromatici nelle diverse stazioni della rete SAMANET



**MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
MAGISTRATO ALLE ACQUE**

Ispettorato Generale per la laguna di Venezia, Marano e Grado
e per l'attuazione della legge per la Salvaguardia di Venezia
- SEZIONE ANTINQUINAMENTO -

Esaclorobenzene

Il monitoraggio dell'esaclorobenzene nella laguna di Venezia è importante perché questo composto, utilizzato nel passato come pesticida clorurato, è uno dei principali sottoprodotti dei processi di produzione degli idrocarburi clorurati ancora presenti a Porto Marghera. Non deve pertanto sorprendere che i tassi di ricaduta di esaclorobenzene siano particolarmente elevati nella stazione L5 di Tresse, dove i flussi di deposizione sono superiori di quasi di un ordine di grandezza rispetto a quelli delle stazioni meno esposte (Fig. 23).

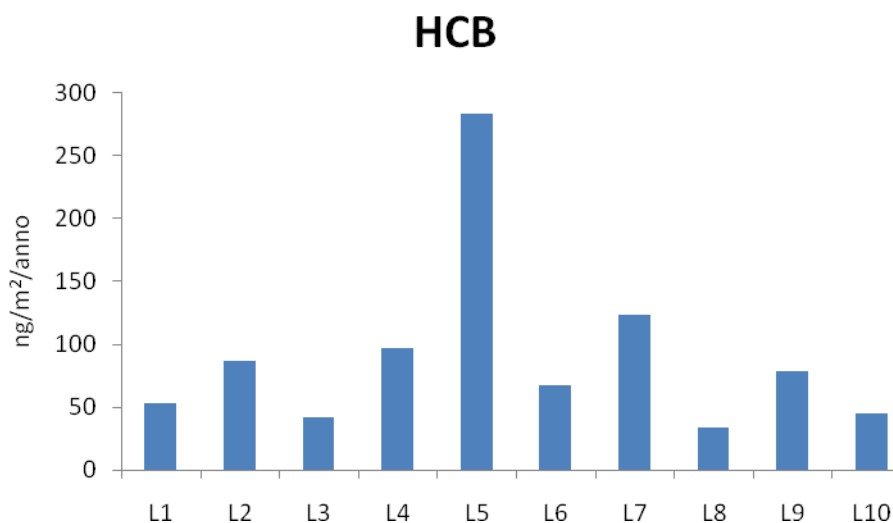


Figura 23. Tassi annui di deposizione dell'esaclorobenzene nelle diverse stazioni della rete SAMANET



**MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
MAGISTRATO ALLE ACQUE**

Ispettorato Generale per la laguna di Venezia, Marano e Grado
e per l'attuazione della legge per la Salvaguardia di Venezia
- SEZIONE ANTINQUINAMENTO -

**I VALORI ANOMALI DI DEPOSIZIONE RILEVATI A S.
PIETRO IN VOLTA-PELESTRINA E L'INCIDENTE
ALL'IMPIANTO CRACKING DEL 3 LUGLIO 2007**

Nel bimestre luglio-agosto 2007 si è registrato un picco di deposizione nella stazione L3 di S. Pietro in Volta-Pellestrina relativamente ad una serie di parametri (PCB, Fe, V, Cr, Mn) tipici delle deposizioni normalmente rilevate in prossimità dell'area industriale di Porto Marghera (Figg. 7-10 e 20-21). In particolare, i tassi di deposizione per i PCB e i PCB-Dioxin-Like in questo periodo (4^a campagna) sono risultati fino a circa 100 volte superiori a quelli rilevati negli altri periodi (Tabella 2).

Tabella 2 – Confronto tra i valori dei flussi unitari medi stimati nel 2007 e nel 4° ciclo nella stazione L3.

Contaminante	Flusso medio 2007	Flusso misurato nella 4^a campagna
PCD-Dioxin Like	77 pg/m ² /giorno	1613 pg/m ² /giorno
PCB	243 pg/m ² /giorno	18351 pg/m ² /giorno
Ferro	228 µg/m ² /giorno	2049 µg/m ² /giorno
Cromo	1.1 µg/m ² /giorno	12 µg/m ² /giorno
Vanadio	2.36 µg/m ² /giorno	11.5 µg/m ² /giorno
Manganese	18.4 µg/m ² /giorno	76.2 µg/m ² /giorno





**MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
MAGISTRATO ALLE ACQUE**

Ispettorato Generale per la laguna di Venezia, Marano e Grado
e per l'attuazione della legge per la Salvaguardia di Venezia
- SEZIONE ANTINQUINAMENTO -

I congeneri dei PCB più abbondanti sono:

- 2,3,4,4',5 pentaclorobifenile (105CB);
- 3,3',4,4',5 pentaclorobifenile (118CB);
- 2,2',3,4,4',5' esaclorobifenile;
- 2,2',4,4',5,5' esaclorobifenile;
- 2,2',3,4,4',5,5' eptaclorobifenile;
- 2,2',3,3',4,4',5 eptaclorobifenile;
- 2,2',3,4',5,5',6 eptaclorobifenile.

Va segnalato che il 3 luglio 2007, presso l'impianto di Cracking dello stabilimento petrolchimico di Porto Marghera, a seguito dell'incendio di un cassone contenente olio per compressori, si è avuto il blocco dell'impianto e la relativa attivazione delle torce di Fusina, con un'emissione particolarmente visibile. Data l'alta temperatura dei fumi e le condizioni meteorologiche al momento dell'evento (vento debole di poco superiore a 1 m/s dai quadranti N-NE), si è sviluppata una colonna verticale di notevole altezza, che ha consentito un'efficace diluizione degli inquinanti nell'atmosfera, come riportato nel bollettino emesso dall'ARPAV il giorno stesso. Inoltre, dalle rilevazioni effettuate dall'ARPAV subito dopo l'incidente in sette stazioni ubicate nella terraferma veneziana in un raggio di circa sette chilometri dal punto di emissione, è risultato che le concentrazioni dei composti aromatici misurate non hanno presentato sensibili incrementi rispetto ai valori di fondo tipici di un'area urbana.

I valori e il tipo dei contaminati rilevati nella stazione L3 sembrano indicare che la ricaduta dei prodotti della combustione possa aver interessato maggiormente lo specchio lagunare e, in particolare, la zona di laguna





MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
MAGISTRATO ALLE ACQUE

Ispettorato Generale per la laguna di Venezia, Marano e Grado
e per l'attuazione della legge per la Salvaguardia di Venezia
- SEZIONE ANTINQUINAMENTO -

prossima a S. Pietro in Volta posta a circa 13 chilometri a Sud-Sud/Est rispetto alle torce di Fusina, in cui sono stati misurati valori di deposizione dei PCB notevolmente superiori rispetto a quelli rilevati nel corso degli altri periodi del 2007 (Fig. 24).

Inoltre, dall'esame di Fig. 25 si può osservare che, limitatamente al periodo luglio-agosto, la stima dei flussi di deposizione per PCB e PCB-DL e PCDD/F della stazione L3 risulta essere nettamente superiore a quella delle stazioni prossime all'area industriale L1 (Fusina) e L5 (Tresse) e della stazione L6 di Sacca Sessola, scarsamente interessate da ricadute di questi composti. Anche in termini di tossicità equivalente, nel periodo considerato la stazione L3 presenta valori di tossicità nettamente più elevati rispetto all'area industriale. Questi risultati potrebbero indicare che la ricaduta delle emissioni prodotte in occasione dell'incidente del 3 luglio, a causa dell'altezza delle torce e dell'intensità dell'evento, possa esser avvenuta a notevole distanza dal punto di origine, includendo la zona della laguna prossima a S. Pietro in Volta - Pellestrina in cui è situata la stazione L3.





MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
MAGISTRATO ALLE ACQUE

Ispettorato Generale per la laguna di Venezia, Marano e Grado
e per l'attuazione della legge per la Salvaguardia di Venezia
- SEZIONE ANTINQUINAMENTO -

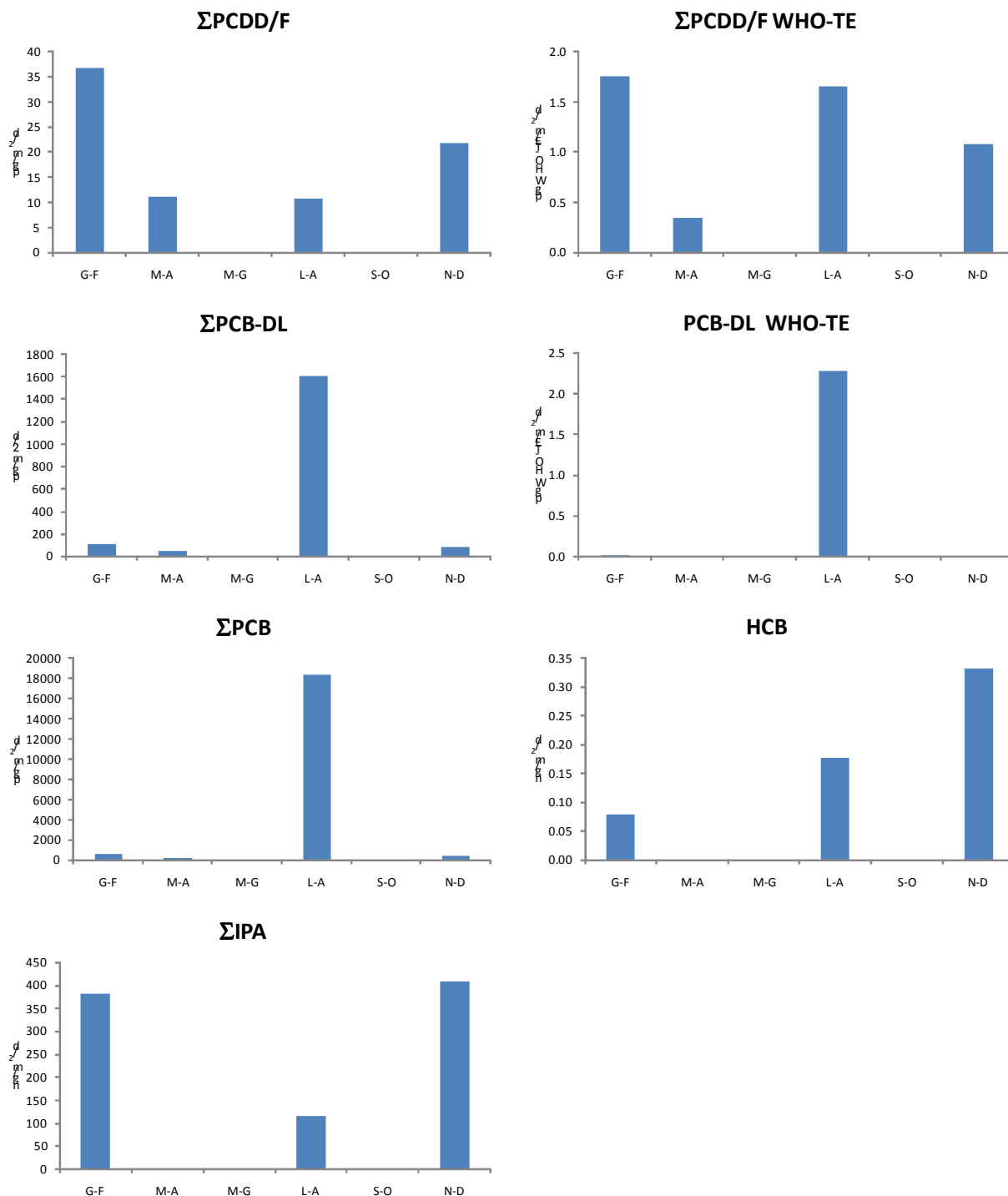


Fig. 24. Stima delle deposizioni atmosferiche dei principali microinquinanti organici nella stazione L3, Canale di Portosecco-San Pietro in Volta nelle diverse campagne del 2007 (G-F, gennaio-febbraio; M-A, marzo-aprile; M-G, maggio-giugno; L-A, luglio-agosto; S-O, settembre-ottobre; N-D, novembre-dicembre)





MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
MAGISTRATO ALLE ACQUE

Ispettorato Generale per la laguna di Venezia, Marano e Grado
e per l'attuazione della legge per la Salvaguardia di Venezia

- SEZIONE ANTINQUINAMENTO -

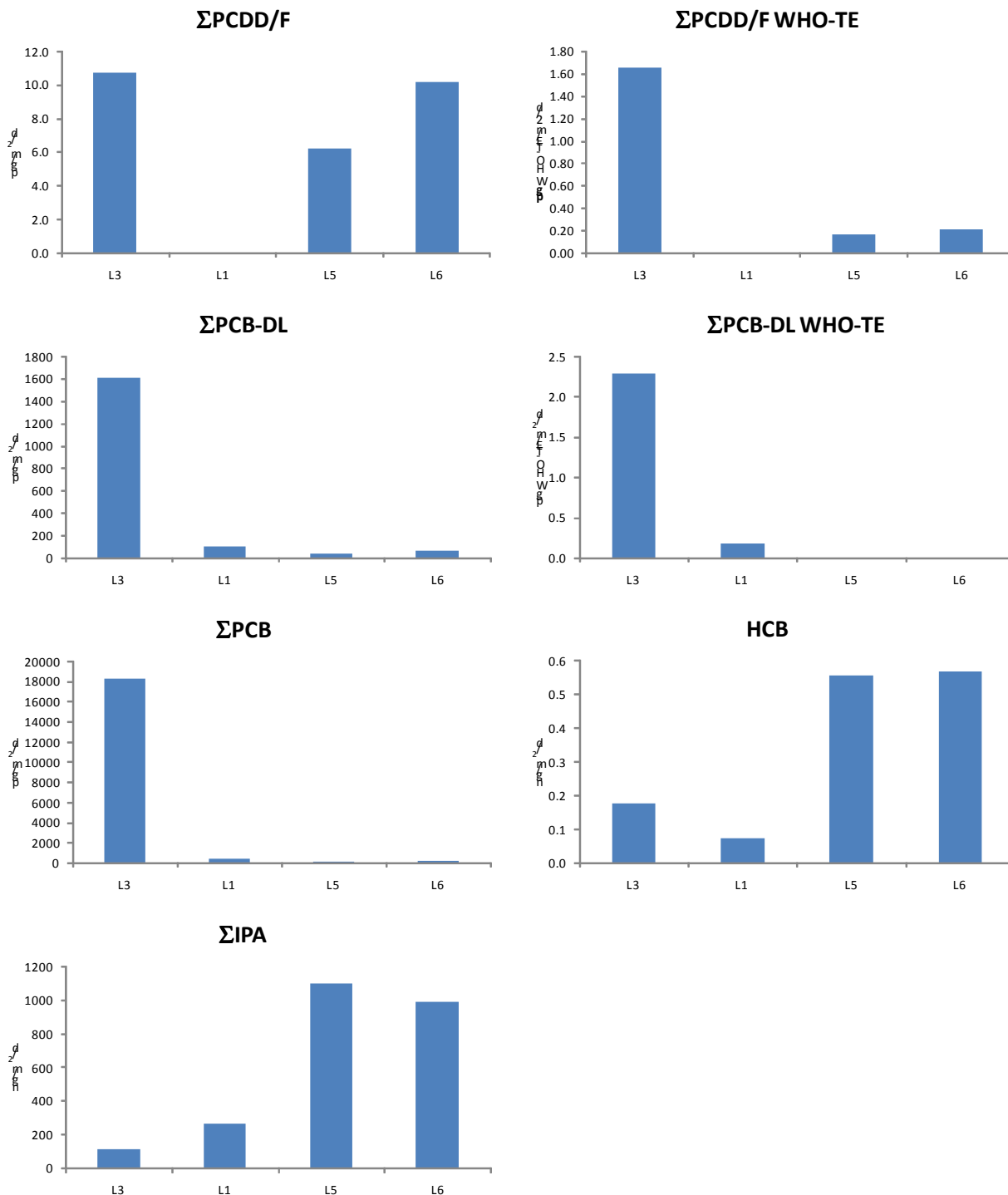


Fig. 25. Confronto della stima delle deposizioni atmosferiche dei principali microinquinanti organici rilevate nel bimestre luglio-agosto 2007 nelle stazioni L3, San Pietro in Volta; L1, Fusina; L5, Tresse; L6, Sacca Sessola.





**MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
MAGISTRATO ALLE ACQUE**

Ispettorato Generale per la laguna di Venezia, Marano e Grado
e per l'attuazione della legge per la Salvaguardia di Venezia
- SEZIONE ANTINQUINAMENTO -

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

I flussi unitari di deposizione nelle diverse stazioni misurati nel 2007 sono riportati in Tabella 3, insieme ai carichi complessivi annui di ricaduta di ciascun inquinante sull'intera laguna. Questi ultimi valori sono stati calcolati sulla base dei flussi unitari nelle diverse stazioni, con l'ausilio di programmi di elaborazione grafica in grado di fornire mappe di iso-deposizione sullo specchio acqueo lagunare. Al fine di ottenere una distribuzione il più possibile rappresentativa sono stati esclusi dall'elaborazione i flussi calcolati nel quarto ciclo di misure, limitatamente alla stazione L3.

A titolo di esempio, vengono riportate le mappe di distribuzione delle ricadute per i PCB-DL (Fig.26) e per il Cadmio (Fig.27), due inquinanti che si differenziano sostanzialmente per le fonti di emissione.





**MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
MAGISTRATO ALLE ACQUE**

Ispettorato Generale per la laguna di Venezia, Marano e Grado
e per l'attuazione della legge per la Salvaguardia di Venezia
- SEZIONE ANTINQUINAMENTO -

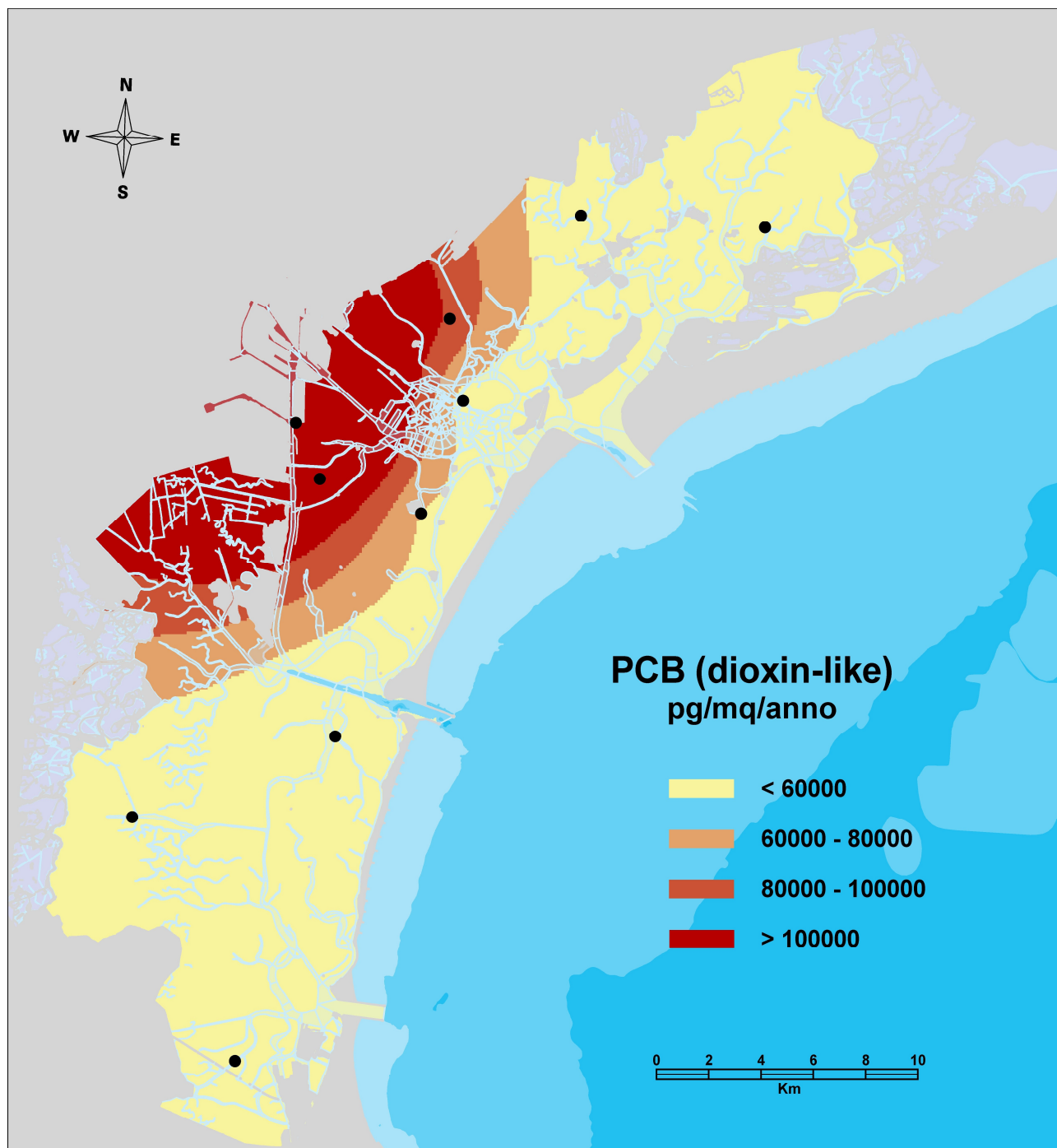


Figura 26. Mappa di distribuzione delle ricadute atmosferiche di PCB-DL. Si evidenzia nell'area industriale di porto Marghera la fonte principale.





MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
MAGISTRATO ALLE ACQUE

Ispettorato Generale per la laguna di Venezia, Marano e Grado
e per l'attuazione della legge per la Salvaguardia di Venezia
- SEZIONE ANTINQUINAMENTO -

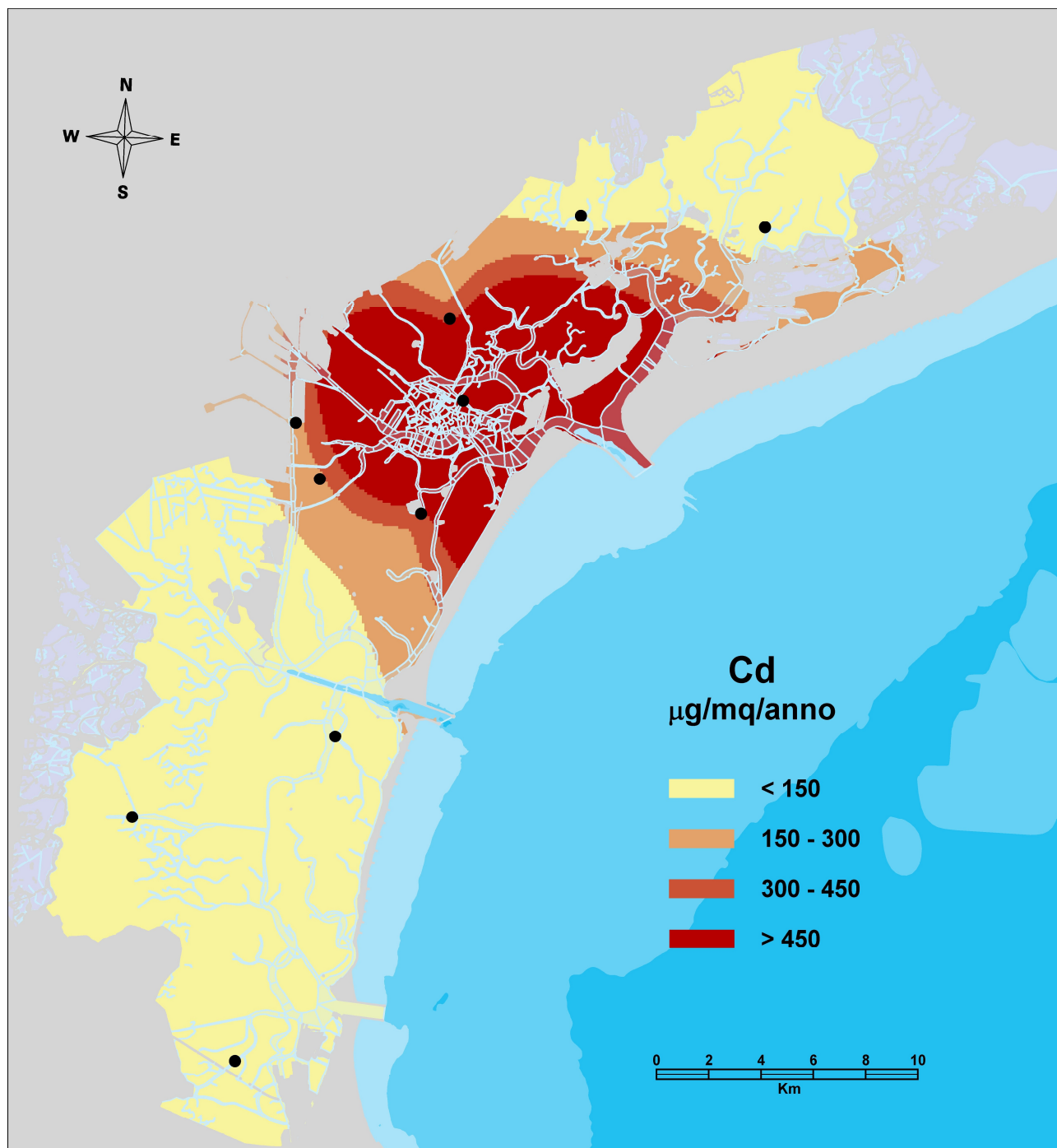


Figura 37. Mappa di distribuzione delle ricadute atmosferiche di Cadmio. Si evidenzia che la fonte principale è localizzata nella zona della città insulare.





**MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
MAGISTRATO ALLE ACQUE**

Ispettorato Generale per la laguna di Venezia, Marano e Grado
e per l'attuazione della legge per la Salvaguardia di Venezia
- SEZIONE ANTINQUINAMENTO -

Tabella 3 Valori dei flussi di deposizione unitari e dei carichi complessivi sull'intera laguna relativi al 2007.

Parametro	Tasso di deposizione	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	Carico complessivo in laguna 2007 (T/anno)
As	µg/m ² /anno	122	411	109	936	477	308	167	430	104	212	0.1565
Hg	µg/m ² /anno	1.71	7.22	3.62	2.48	5.12	0.00	0.00	5.66	0.00	3.94	0.0015
Cd	µg/m ² /anno	265	350	73	2976	241	354	63	61	84	63	0.1643
Sb	µg/m ² /anno	207	385	139	540	193	257	201	222	157	231	0.1263
Pb	µg/m ² /anno	7097	11340	4170	26750	38450	12828	10508	14233	4253	11750	6.6556
Ni	µg/m ² /anno	2524	1424	861	1357	4185	1693	629	666	1315	1554	0.7760
Mn	µg/m ² /anno	8600	7938	4870	7145	19454	8769	6322	7563	5724	9064	4.3449
				9735*								4.7187*
V	µg/m ² /anno	1418	1016	695	973	2336	1090	806	840	844	887	0.5491
				1429*								0.6055*
Cr	µg/m ² /anno	922	525	301	384	1040	548	332	351	455	766	0.2857
				1629*								0.3447*
Cu	µg/m ² /anno	4366	8076	2364	6433	5526	4256	3174	4016	2758	6534	2.3943
Fe	µg/m ² /anno	87781	128460	59617	74448	458179	87292	62461	51246	84379	102796	55.9668
				162075*								65.9503*
Zn	µg/m ² /anno	10076	12693	4794	12547	15794	12444	12979	9309	9516	19633	6.3041
PCDD/F	pg WHO-TE/m ² /anno	255.1	372.8	240.9	371.2	421.6	251.9	339.5	222.9	245.2	273.0	0.155·10⁻⁶
				346.9*								0.164·10^{-6*}
PCB-DL	pg WHO-TE/m ² /anno	67.2	47.6	1.72	18.9	84.9	7.0	18.0	2.9	3.1	35.8	0.012·10⁻⁶
				148*								0.023·10^{-6*}
Altri PCB	µg/m ² /anno	0.94	0.35	0.11	0.26	2.55	0.47	0.37	0.17	0.23	0.29	0.000243
				1.3*								0.000249*
IPA	µg/m ² /anno	204.2	148.2	59.8	129.8	250.5	185.6	101.6	72.4	108.3	111.9	0.0676
HCB	µg/m ² /anno	0.053	0.086	0.042	0.097	0.284	0.068	0.123	0.033	0.078	0.044	0.000043

* valore complessivo delle stime di flusso misurate durante la IV^o campagna di luglio-agosto 2007





**MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
MAGISTRATO ALLE ACQUE**

Ispettorato Generale per la laguna di Venezia, Marano e Grado
e per l'attuazione della legge per la Salvaguardia di Venezia
- SEZIONE ANTINQUINAMENTO -

I nuovi dati relativi ai carichi complessivi di "fall-out" atmosferico forniscono un aggiornamento delle stime contenute nel D.I. 9 Febbraio 1999 relativo ai carichi massimi ammissibili di inquinanti nella laguna di Venezia.

La zona di Porto Marghera è la fonte principale di emissione dei microinquinanti organici e della maggior parte dei metalli, le cui ricadute interessano una vasta porzione della laguna centrale.

Sempre in laguna centrale sono presenti altre fonti di emissione specifiche, come l'isola di Murano, che caratterizzano le ricadute di arsenico, cadmio ed antimonio.

Ad oggi nessuna normativa ha ancora stabilito limiti di flusso di deposizione atmosferica per i corpi idrici. Esiste una proposta della regione delle Fiandre che limita a 10 pg I-TE/m²/giorno il flusso di diossine e furani. Per la laguna di Venezia i livelli di deposizione misurati nel 2007 sono sempre stati ben al di sotto di tale limite (Fig. 28).

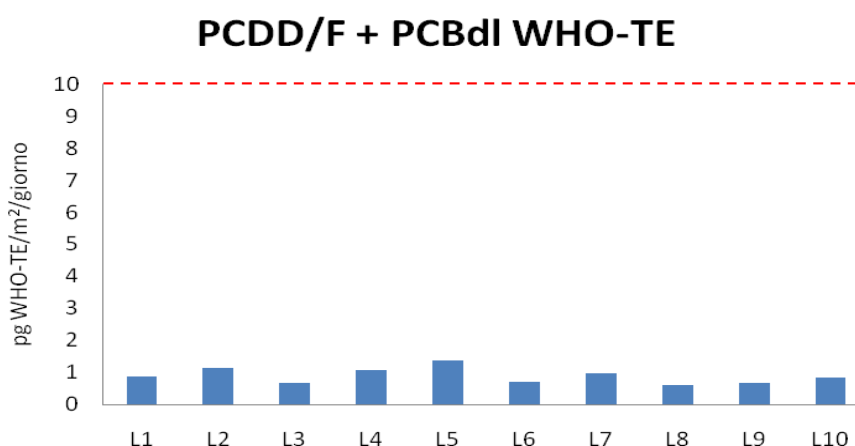


Figura 28. Confronto tra i flussi medi giornalieri di PCDD/F e PCB-DL nella laguna di Venezia e il limite proposto per la regione delle Fiandre.





MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
MAGISTRATO ALLE ACQUE

Ispettorato Generale per la laguna di Venezia, Marano e Grado
e per l'attuazione della legge per la Salvaguardia di Venezia
- SEZIONE ANTINQUINAMENTO -

L'esposizione delle diverse zone della laguna alle emissioni in atmosfera è *naturalmente influenzata dalla direzione e dall'intensità del vento. Nella figura 29* viene riportata la direzione dei venti dominanti nella laguna di Venezia nel 2007 (St. 9 del Comune di Venezia, laguna Nord, Saline). Come si può osservare, la direzione prevalente dei venti da nord-nord-est limita l'effetto delle ricadute in laguna dall'area di Porto Marghera.





**MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
MAGISTRATO ALLE ACQUE**

Ispettorato Generale per la laguna di Venezia, Marano e Grado
e per l'attuazione della legge per la Salvaguardia di Venezia
- SEZIONE ANTINQUINAMENTO -

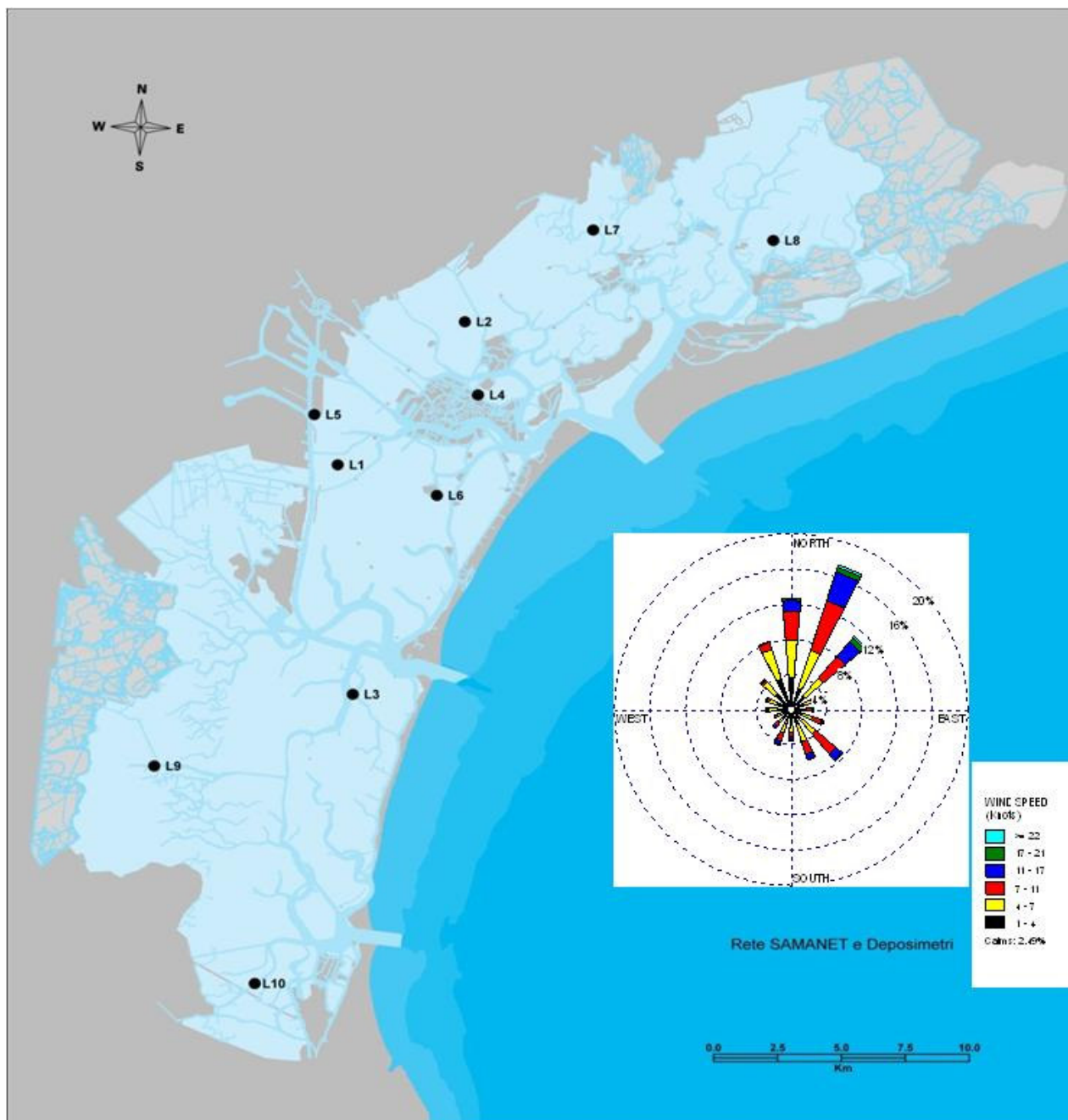


Figura 29. Rosa dei venti dominanti nella laguna di Venezia nel 2007





**MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
MAGISTRATO ALLE ACQUE**

Ispettorato Generale per la laguna di Venezia, Marano e Grado
e per l'attuazione della legge per la Salvaguardia di Venezia
- SEZIONE ANTINQUINAMENTO -

BIBLIOGRAFIA

1. Horstmann M., McLahlan (1997). Sampling bulk deposition of Polychlorinated Dibenzo-p-dioxin and Dibenzofurans. *Atmospheric Environment*, 31, (18), 2977-2982.
2. Ferrari G., Tromellini E. (2007). Un mare curabile – conoscere I veleni della laguna di Venezia per risanare e prevenire. Venezia, Marsilio Editore pp.131.

