

# La laguna ferita

UNO SGUARDO ALLA DIOSSINA  
E AGLI ALTRI INQUINANTI ORGANICI  
PERSISTENTI (POP) A VENEZIA

A cura di Stefano Guerzoni e Stefano Raccanelli

pagina bianca 1



Istituto di Scienze Marine, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Venezia  
[www.ismar.cnr.it](http://www.ismar.cnr.it)



Consorzio Interuniversitario Nazionale "La Chimica per l'Ambiente", Venezia  
<http://helios.unive.it/inca/>



Assessorato all'Ambiente, Comune di Venezia



Assessorato all'Ambiente, Provincia di Venezia

Volume realizzato grazie al contributo di Lab-Service, Bologna



# LA LAGUNA FERITA

Uno sguardo alla diossina e agli altri inquinanti  
organici persistenti (POP) a Venezia

A cura di **Stefano Guerzoni** e **Stefano Raccanelli**

---

*LA LAGUNA FERITA. Uno sguardo alla diossina e agli altri inquinanti organici persistenti (POP) a Venezia*

A cura di Stefano Guerzoni e Stefano Raccanelli

ISBN 88-7543-014-4

© 2003 Libreria Editrice Cafoscarina

In copertina immagine elaborata da E. Molinaroli

Stampata su carta Amber Graphic naturale senza cloro

Libreria Editrice Cafoscarina  
Calle Foscari, 3259  
30123 Venezia  
[www.cafoscarina.it](http://www.cafoscarina.it)

*Prima edizione dicembre 2003*

Stampato in Italia presso Firma Group, via Matteotti 69/A, 33031 Dolo, Venezia

# Indice

<b>Prefazione</b>	<b>7</b>
<b>Premessa</b>	<b>9</b>
<b>1 Introduzione</b>	<b>11</b>
1.1 La laguna di Venezia . . . . .	11
1.2 L'inquinamento della Laguna di Venezia . . . . .	12
1.3 Diossina: il più tossico fra gli inquinanti organici persistenti . .	14
1.4 Fonti di diossina nella laguna . . . . .	16
1.5 Altri POP . . . . .	17
1.5.1 <i>Policlorobifenili (PCB)</i> . . . . .	17
1.5.2 <i>Esaclorobenzene (HCB)</i> . . . . .	17
1.6 Concetto di TEQ (Equivalenti di Tossicità) . . . . .	17
<b>2 Monitoraggio di POP nella laguna di Venezia</b>	<b>19</b>
2.1 Introduzione . . . . .	19
2.2 Il monitoraggio in laguna di Venezia . . . . .	21
2.2.1 <i>Il monitoraggio svolto dalla Sezione Antinquinamento del Magistrato alle Acque (SAMA)</i> . . . . .	22
2.2.2 <i>Parte sperimentale</i> . . . . .	23
2.2.3 <i>Policlorodibenzodiossine e policlorodibenzofurani</i> . . . . .	24
2.2.4 <i>Policlorobifenili ed Esaclorobenzene</i> . . . . .	28
2.3 Conclusioni . . . . .	29
<b>3 Deposizioni atmosferiche di POP nella laguna di Venezia (e dintorni)</b>	<b>31</b>
3.1 Introduzione . . . . .	31
3.2 Campionamento e analisi . . . . .	32
3.2.1 <i>Studio delle provenienze</i> . . . . .	36
3.3 Conclusioni e idee per il futuro . . . . .	36

<b>4</b>	<b>I POP dai sedimenti alla catena alimentare: l'esigenza del monitoraggio</b>	<b>41</b>
4.1	Analisi delle Componenti Principali (PCA)	44
4.2	Sedimenti e vongole	46
4.3	Conclusioni	48
<b>5</b>	<b>I POP possono ridurre il successo riproduttivo degli organismi lagunari?</b>	<b>49</b>
<b>6</b>	<b>Le discariche di rifiuti industriali tossico-nocivi presenti nella gronda lagunare di Venezia</b>	<b>55</b>
6.1	Introduzione	55
6.2	Censimento discariche	56
6.2.1	<i>Lo smaltimento dei rifiuti</i>	59
6.3	Conclusioni	63
<b>7</b>	<b>Piano di monitoraggio delle diossine e PCB negli alimenti prodotti in Veneto</b>	<b>65</b>
7.1	Il campione	65
7.2	Il piano di controllo	66
7.3	Risultati	67
7.3.1	<i>Dati relativi ai prodotti della pesca</i>	68
7.4	Considerazioni	71
<b>8</b>	<b>POP: rapporto tra indagine scientifica e informazione</b>	<b>73</b>
8.1	Difficoltà della comunicazione di dati scientifici	75
8.2	Ruolo della comunicazione nella scienza	76
<b>9</b>	<b>Conclusioni</b>	<b>81</b>
9.1	I POP in laguna: una ripetitività sorprendente	81
9.2	Le vie di trasferimento	82
9.3	Valutazione del rischio	84
9.4	La riduzione dell'esposizione da POP	86
9.5	Lo stato attuale: cosa scrivono i giornali?	87
	<b>Bibliografia</b>	<b>91</b>

# Prefazione

*Questa rassegna di studi colma una lacuna particolarmente sentita nella nostra città. Con una pubblicazione sintetica i curatori ci forniscono una esposizione rigorosa dello “stato dell’arte” delle ricerche scientifiche in un campo molto delicato e controverso. È noto che diossine, furani, composti clorurati e microinquinanti in genere evocano i peggiori disastri industriali cui l’umanità è stata sottoposta nei decenni scorsi: Seveso e Bhopal tra tutti. Ma a rovinare i sonni degli abitanti esposti al “rischio chimico” non sono solo le “fughe”, i “fuori servizio”, gli “spandimenti”, le esplosioni e gli incendi più o meno repentini e casuali che periodicamente si verificano (materia ben definita e regolata dalle Direttive europee e dai Decreti ministeriali sugli incidenti industriali rilevanti); ancora più ansia provoca il timore di essere sottoposti agli effetti di un rilascio silenzioso in atmosfera o nelle acque, impercettibile ma continuato, di sostanze nocive che assimilate sia pure in dosi omeopatiche possono comunque accumularsi, persistere nel tempo e avvelenare i nostri corpi. Troppo spesso la domanda di conoscenza è stata elusa, se non appositamente fraintesa (c’è sempre chi trae vantaggio dall’ignoranza altrui!). La indubitabile complessità della materia non può essere assunta a giustificazione per segretare le informazioni all’interno di ristretti circoli di esperti e di “addetti ai lavori”. Se una cosa abbiamo imparato dalle molte inchieste giudiziarie che la Magistratura ha svolto in questi anni è che non solo le istituzioni pubbliche, ma gli stessi amministratori delle società produttrici vengono sostanzialmente “tenuti fuori” dalle responsabilità dirette sui possibili effetti di accadimenti non previsti o comunque “indesiderati”. Occorre allora trovare il modo per rendere le informazioni più accessibili, trasparenti, comprensibili e - quindi - condivisibili da tutti i diretti interessati, comprese quelle che si riferiscono alle eventualità più remote. Timori e paure sono sempre giustificati, ed anche le diffidenze a causa di troppe sottovalutazioni che abbiamo potuto verificare esserci state nel passato. Ma allarmismo e panico sono invece da evitare, poiché sono sempre il frutto di una informazione cattiva, che non aiuta a comprendere le cause dei pericoli e i cambiamenti che è possibile introdurre per eliminarli o minimizzarli. L’altro pericolo che dobbiamo evitare è il fatalismo. C’è chi ha affermato che la nostra è l’epoca dell’incertezza. Il futuro ci impaurisce; nel presente viviamo insicuri. Forse perché gli esiti delle nostre azioni sono sfuggiti al controllo della collettività. Nemmeno la scienza ci viene più di tanto in aiuto dovendo onesta-*



mente constatare che nello studio dell'evoluzione dei sistemi complessi l'unica cosa certa è l'incertezza. Da ciò deriva la messe di raccomandazioni che nei vari summit della Terra (Rio de Janeiro 1992, Johannesburg 2002) i ricercatori più avveduti rivolgono ai governanti sull'importanza dell'introduzione del "principio di precauzione", dello "sviluppo sostenibile", duraturo e condiviso, del calcolo preventivo della (limitata) capacità che gli ecosistemi hanno di sopportare inquinanti, scorie ed alterazioni di ogni tipo introdotte dalle attività di trasformazione del territorio e delle risorse naturali del pianeta. Sappiamo bene che non esiste attività umana a "rischio zero". Con il rischio siamo quindi costretti a convivere. Esso va "calcolato". Ma come e da chi? Nella nostra società non appare più accettabile una delega in bianco della gestione del rischio a "coloro che sanno cosa fare" o - ancor meno - il cinismo di quegli esperti che si limitano a "tenere il conteggio" (per le società di assicurazione!) dei danni provocati dai sistemi produttivi, di trasporto, di consumo esistenti. Nemmeno la cosiddetta "evidenza scientifica" è mai completa e sufficiente. Essa infatti si basa su metodi statistici deterministici che stabiliscono solo la tolleranza fisiologica media presunta. Ma la sensibilità di ogni singolo individuo della specie va oltre il "peso corporeo" della sua massa muscolare. È noto che la accettabilità - individuale e sociale - all'esposizione ad un determinato rischio è una variabile soggettiva. Essa dipende dal grado di approfondimento raggiunto dalla ricerca scientifica e dal livello di consapevolezza del pericolo avvertito dalla popolazione. L'informazione che vi è a disposizione, quindi, significa davvero molto. Vi sono evidenze e condizionamenti psicologici, culturali, sociali in senso lato che determinano atteggiamenti e comportamenti degli individui e dei gruppi sociali. Anche questi meritano di essere tenuti in considerazione. Anzi, il successo di politiche di contenimento dell'esposizione ai rischi, di bonifica e di minimizzazione degli impatti ambientali, passa attraverso l'attivazione di una pubblica opinione informata e consapevole. In questa direzione va anche il lavoro svolto congiuntamente da Comune e Provincia per la stima delle emissioni e ricadute passate, e per il monitoraggio di quelle attuali, in modo da creare una "rete" che stimoli l'autorità sanitaria a intervenire per la salvaguardia della salute. A Venezia ce n'è quanto mai bisogno. Per passare dalla richiesta di una benevola tolleranza per i disagi subiti dalle popolazioni (oltre che dagli addetti impiegate direttamente nelle lavorazioni pericolose) ad una cultura della accettazione condivisa di una presenza industriale risanata, compatibile, arricchente.

**Paolo Cacciari**

assessore all'Ambiente del Comune di Venezia

**Ezio Da Villa**

assessore all'Ambiente della Provincia di Venezia

# Premessa

L'idea di questa pubblicazione nasce dal convegno "*Controllo ambientale della diossina e dei contaminanti organici persistenti (POP): esperienze europee e statunitensi. Esigenze di monitoraggio nella laguna di Venezia.*", organizzato dal Consorzio Interuniversitario Nazionale la Chimica per l'Ambiente a Venezia, il 7/8 novembre 2002.

Sono state raccolte in un libro le presentazioni dei relatori per fornire un quadro generale delle condizioni della Laguna di Venezia in relazione alla contaminazione da sostanze organiche persistenti POP (Persistent Organic Pollutant), più comunemente conosciute come diossine (PCDD/F), policlorobifenili (PCB), idrocarburi policiclici aromatici (IPA), esaclorobenzene (HCB) e pesticidi organo clorurati (POC). Sono stati presi in considerazione i vari comparti dell'ecosistema lagunare: acqua, atmosfera, sedimenti, organismi e alimenti.

Diossine e PCB sono due gruppi di sostanze tossiche e persistenti che causano effetti negativi sulla salute umana e sull'ambiente, che comprendono tossicità dermica, immunotossicità, effetti negativi sulla riproduzione, teratogenicità (che causa anomalie fetali), disturbi al sistema endocrino e carcinogenicità. La via preferenziale per l'esposizione umana è costituita dal consumo di cibo contaminato da diossine e PCB. Le caratteristiche di bioaccumulo e di esposizione a lungo termine (additiva) di questi inquinanti fanno sì che anche una quantità minima di diossine e PCB possa determinare questi effetti negativi sulla salute.

Il Comitato tecnico sugli alimenti della Commissione Europea ha proposto una "dose settimanale tollerabile" (Tolerable Weekly Intake = TWI), data dalla somma di diossine e PCB, pari a 14 pg per kg di peso corporeo, cioè una media di 2 pg al giorno (per kg di peso corporeo). Attualmente la TWI è superata abitualmente dalla maggior parte della popolazione europea. Il modo più efficace di ridurre i livelli di assunzione attraverso la catena alimentare è quello di ridurre l'inquinamento ambientale. Per raggiungere questo obiettivo a livello globale la Commissione Europea ha adottato -nell'Ottobre del 2001- una strategia comunitaria per diossine, furani e PCB<sup>1</sup>. Il documento propone anche

---

<sup>1</sup>Strategia comunitaria sulle diossine, i furani e i bifenili policlorurati. Comunicazione della Commissione al Consiglio, al Parlamento Europeo e al Comitato Economico e Sociale, Bruxelles, 21.10.2001, COM(299) 593.

lo sviluppo di procedure per promuovere e migliorare la disponibilità di dati ambientali (attendibili e confrontabili) riguardanti sia le emissioni che i diversi comparti ambientali, e a ciò speriamo possa servire questo libro.

In dettaglio, il primo capitolo è una breve introduzione al problema della contaminazione da POP a Venezia e spiega alcuni concetti sul più pericoloso di questi: le diossine. Il volume analizza poi i dati relativi alle acque prodotti dal Magistrato alle Acque (Giorgio Ferrari, cap. 2), assieme a quelli sulle deposizioni atmosferiche elaborati dal CNR e dall'Università di Venezia (Stefano Guerzoni, Emanuela Molinaroli e Paolo Rossini, cap. 3). I tre capitoli successivi sintetizzano le conoscenze relative al rapporto tra sedimenti e organismi (Stefano Raccanelli, Davide Tagliapietra, cap. 4 e 5) e presentano dati drammatici relativi alle discariche censite attorno alla laguna (Alberto Spoladori, cap. 6). Vengono poi schematizzati i primi dati sul monitoraggio di diossina e PCB negli alimenti consumati nel Veneto, con particolare riguardo ai prodotti della pesca (Paolo Camerotto, cap 7). Il capitolo 8 prende in considerazione un problema che gli autori di questo volume hanno molto a cuore: la divulgazione dei dati e la trasparenza delle informazioni. Patrizia Bidinotto, neolaureata con una originale tesi sull'argomento all'Università Ca' Foscari di Venezia, ci presenta i diversi aspetti della questione. La conclusione del volume (cap.9) ribadisce l'attualità del problema rischio (per l'ecosistema e la salute umana), che sarà sviluppato nel prossimo volume di questa collana.

Dalla lettura dei diversi capitoli emerge chiaramente la necessità di una continua opera di monitoraggio della Laguna di Venezia affinché questo ecosistema fragile, che riesce a convivere da più di un millennio con l'uomo, possa rimarginare le ferite causate dall'attività antropica, ed essere salvaguardato dalla minaccia dell'inquinamento. Il monitoraggio risulta indispensabile anche ai fini di una corretta opera di informazione sui rischi per la salute umana.

**Stefano Guerzoni e Stefano Raccanelli**

---

*Si ringrazia Mauro Masiol per il prezioso lavoro editoriale svolto.*

# Capitolo 1

## Introduzione

### 1.1 La laguna di Venezia

La Laguna di Venezia è un complesso ecosistema, formatosi per effetto dei detriti portati dai fiumi e dalle maree, con una superficie di circa 550 km<sup>2</sup>. È un insieme di isole, barene (ambienti vegetali di poco superiori al livello medio marino), velme (ambienti generalmente di poco inferiori al livello medio marino), valli da pesca, canali, collegato tramite tre “bocche di porto” (Lido, Malamocco e Chioggia) al mare Adriatico, con il quale scambia acqua e sedimenti durante i cicli di marea. La profondità media è di circa 0,6-0,7 m. Nella laguna conferiscono 11 piccoli fiumi, la superficie totale dei canali è di 65 km<sup>2</sup>, quella delle terre emerse è di 44 km<sup>2</sup>, ed il volume medio di acqua è stimato in 1000 milioni di metri cubi.

Le lagune, in generale, sono ambienti costieri caratterizzati da un'estrema labilità e da una rapida evoluzione che si originano in aree deltizie dall'interazione tra fiumi e mare. I materiali solidi portati in sospensione dai fiumi a contatto con l'onda contraria delle maree sedimentano a breve distanza dalla linea di costa e vengono distribuiti dalle correnti e dal moto ondosio; i detriti fluviali con l'andar del tempo si accumulano e formano i cordoni litoranei, fasce di materiale sabbioso che si estendono progressivamente fino a racchiudere al loro interno uno specchio d'acqua. La caratteristica prima di una laguna è quindi quella di essere un ambiente di transizione, in continua modificazione, destinato a trasformarsi in un tratto di mare, se prevale l'azione di erosione del mare, o in una zona di terraferma, se si accentua l'opera di interrimento dei fiumi.

Sorvolando la Laguna di Venezia si possono scorgere decine e decine di isole che da essa affiorano. La simbologia veneziana aveva assimilato tali isole alle *porte delle sacre mura* liquide di Venezia, che era appunto, secondo la formulazione di un editto veneziano del 1500, “*fondata sulle acque, racchiusa dalle acque, difesa dalle acque in luogo delle mura*”. Porte che fungevano comunque da avamposti della civiltà veneziana, e che per oltre un millennio non furono

varcate se non da visitatori amici: le acque e la flotta veneziana, infatti mantennero sempre gli eserciti stranieri ai bordi della laguna. Le isole venivano chiamate *monasteri*, perché ciascuna ospitava una comunità religiosa, con le sue reliquie ed immagini oggetto di venerazione da parte del popolo lagunare. Venezia installava su ciascuna isola le attività più consone alle sue caratteristiche e ubicazione, tramite una politica di decentramento che prevedeva ad esempio l'espulsione dal centro urbano delle attività pericolose che oggi chiameremmo "inquinanti" [Santarossa, 1996]. Gli antichi abitanti di Venezia hanno avuto sempre ben presente che la sopravvivenza e la forza della città erano strettamente dipendenti dalle condizioni della laguna. Il principio ispiratore di tutti gli interventi condotti in laguna era rappresentato dalla consapevolezza che la salvaguardia e la sopravvivenza della città dipendevano dalla integrità del territorio circostante.

Nel 1501 la Serenissima Repubblica di Venezia istituì il Magistrato alle Acque come organismo preposto al governo, alla conoscenza e soluzione dei problemi relativi all'assetto lagunare: la sopravvivenza della Repubblica era legata al regime idraulico del territorio veneto e della laguna veneziana sul quale il Magistrato doveva vigilare. Con le mutate condizioni socio economiche e il sorgere delle attività industriali a Porto Marghera, viene affidata esplicitamente al Magistrato alle Acque anche la tutela dall'inquinamento (*Regio-Decreto Legge n° 1853 del 18/06/36*) in modo che vigilasse e controllasse anche i fenomeni di modificazione dell'ambiente lagunare connessi con l'inquinamento delle acque. Il Magistrato alle Acque, attualmente dipendente dal Ministero dei Lavori Pubblici, è l'Istituzione che deve permettere la sopravvivenza di Venezia, della laguna e delle specie che in essa vi abitano, difendendola sia dagli eventi naturali che da quelli creati dall'uomo [D'Amico et al., 1990].

## 1.2 L'inquinamento della Laguna di Venezia

L'uso indiscriminato dell'ambiente come fonte di risorse e purtroppo come ricettacolo delle scorie delle attività umane ha portato alla perdita delle capacità di autocontrollo e di autoregolazione di molti ecosistemi. Le lagune sono tra gli ambienti maggiormente soggetti a tali alterazioni data la loro peculiare caratteristica di bacini semichiusi a lento ricambio idrico. Per quanto riguarda Venezia, inoltre, le scelte di sviluppo economico modificarono completamente il concetto di laguna; non più baluardo della città, ambiente legato indissolubilmente a Venezia e alla sua sopravvivenza, ma "landa paludosa e malarica" che era necessario bonificare. La realizzazione di questo progetto cominciò nel 1917 con la nascita della prima zona industriale di Marghera che sottrasse circa 500 ettari alla laguna. Tale decisione di localizzare attività industriali di base tra le più inquinanti, richiedenti grandi quantità di acqua dolce ed energia a fronte di bassi livelli di occupazione, si rivelerà progressivamente negativa su diversi piani. Da un lato ha inciso sull'ambiente lagunare con fenomeni di abbassamento del suolo ed inquinamento, dall'altro si è rivelata incapace di inserirsi

## 1.2. L'inquinamento della Laguna di Venezia

---

nel tessuto economico del Veneto, al cui sviluppo è rimasta sostanzialmente estranea.

Nella Laguna di Venezia il problema dell'inquinamento delle acque è un fenomeno molto complesso dovuto alla molteplicità delle fonti inquinanti e alla peculiarità dell'ambiente. La laguna viene infatti usata come corpo ricevente per le acque di scarico di tutta una serie di attività produttive e di insediamenti urbani che comprendono:

- le città di Venezia e Chioggia, i litorali, le isole lagunari in gran parte prive di rete fognaria e di impianti di depurazione;
- la terraferma veneziana con una rete fognaria incompleta e solo alcuni impianti di depurazione in funzione;
- le due zone industriali ed il sito energetico di Porto Marghera;
- i comuni dell'entroterra veneto che scaricano le loro acque nei corsi d'acqua scolanti in laguna;
- i 185.000 (circa) ettari di territorio sede di attività agricola con connesso impiego di fertilizzanti organici ed inorganici, pesticidi ecc., le cui acque di scolo confluiscono in laguna attraverso i corsi d'acqua naturali ed i collettori di bonifica;
- il transito di natanti e di navi che immettono in laguna i prodotti di scarico derivati dalla combustione incompleta del carburante oltre alle eventuali perdite di idrocarburi;
- il traffico veicolare automobilistico, con un areale che presumibilmente interessa anche la laguna.

Il carico inquinante che deriva da queste fonti è ingente e supera la capacità della laguna di svolgere un processo di rigenerazione delle acque, di rimineralizzazione dei composti organici e di diluizione di quelli inorganici tali da riportare le concentrazioni delle varie sostanze a valori paragonabili a quelli presenti nelle acque marine [Ghetti and Passino, 1980; Comune di Venezia - WWF, 1985; MAV - CVN, 1999; Magistrato alle acque di Venezia, 2000].

Nell'ultimo decennio, negli studi sull'inquinamento lagunare hanno assunto particolare rilevanza i *microinquinanti organici*, difficilmente degradabili o parzialmente degradabili, i cosiddetti POP. Questi composti sono alla base delle maggiori preoccupazioni insieme ad alcuni metalli, tra cui il mercurio e l'arsenico, estremamente instabili, ma anche potenzialmente molto tossici sul piano biologico [Marcomini et al., 1997; WWF, 2001; Critto e Marcomini, 2001].

### 1.3 Diossina: il più tossico fra gli inquinanti organici persistenti

Con il termine inquinanti organici persistenti (POP) la moderna scienza ambientale individua famiglie di composti organici chimicamente stabili, caratterizzati da una marcata tossicità e da lunghi “tempi di vita” nell’ambiente. I più conosciuti POP sono i PoliCloroBifenili (PCB), le PoliCloroDibenzoDiossine (PCDD), i PoliCloroDibenzoFurani (PCDF), i Pesticidi Organo Clorurati (POC, fra cui il DDT), gli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) e l’EsaCloroBenzene (HCB). Le agenzie governative preposte alla protezione della salute pubblica e dell’ambiente hanno avviato da anni programmi di studio e monitoraggio dei livelli della contaminazione ambientale da POP al fine di ottenere una valutazione del rischio associato alla loro diffusione nel pianeta [*Swedish Environmental Protection Agency*, 1998]. A tal proposito si cita la Convenzione di Stoccolma (22 maggio 2001) sui POP, firmata da 151 paesi e comprensiva di 30 articoli e 6 allegati, nella quale si prevede di eliminare la produzione di PCB (non l’utilizzazione o il trasporto) e di ridurre e/o eliminare diossine e furani (PCDD/F) prodotti e rilasciati “senza intenzione” [*Johansson*, 2002]. La convenzione diventerà pienamente operativa quando almeno 50 stati l’avranno inserita nelle legislazioni nazionali. Tra i 12 POP messi al bando ci sono: insetticidi come l’HCB, prodotti industriali (PCB) e prodotti secondari non desiderati (PCDD/F).

La massiccia industrializzazione seguita alla seconda guerra mondiale, oltre ad apportare sviluppo e benessere, ha avuto un inatteso impatto ambientale dovuto all’immissione di sottoprodotti nell’ecosistema con un repentino innalzamento dei livelli di contaminazione dagli anni ’60. L’infertilità e la morte nei rapaci (causate dal DDT) e nei visoni (causate da PCB) rilevate a partire da metà degli anni ’60 erano le prime avvisaglie che avrebbero portato alla presa di coscienza sulla pericolosità della contaminazione da sostanze fino allora ritenute indispensabili e non pericolose. Gli studi che seguirono, oltre ad evidenziare la tossicità dei POP per gli organismi viventi, hanno permesso di conoscere l’ubiquitarietà della loro diffusione e hanno mostrato che, grazie alla stabilità chimica e al carattere lipofilo, sottostanno a processi di bioaccumulo e biomagnificazione. Ciò si traduce nel fatto che anche una contaminazione ambientale a livelli inferiori a parti per miliardo può creare pericoli per l’uomo, ultimo anello della catena alimentare. Il latte materno, ricco di grassi, è una delle matrici in cui si accumulano i POP: l’allattamento diventa la principale fonte di ingestione di queste sostanze per i neonati.

Il più tristemente noto POP è sicuramente la “diossina” conosciuta in tutta Italia solo dopo l’incidente di Seveso del 1976. Con il termine “diossina” generalmente s’intende un gruppo di 210 congeneri composto da 75 PCDD e da 135 PCDF. Fra questi, solo i 17 congeneri cloro sostituiti contemporaneamente almeno nelle posizioni 2,3,7,8 hanno mostrato una tossicità significativa e correlabile a quella della più tossica 2,3,7,8-TetraCloroDibenzo-p-Diossina

### 1.3. Diossina: il più tossico fra gli inquinanti organici persistenti

(TCDD) classificata quale riconosciuto agente cancerogeno per l'uomo dall'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro e da altre autorevoli associazioni internazionali. Attualmente, dopo vari passaggi preliminari, si è giunti ad un accordo scientifico sull'uso di fattori di tossicità equivalente che permettono di definire il contenuto di PCDD/F attraverso un equivalente di tossicità (I-TE) riferito alla 2,3,7,8-TCDD [*NATO CGMS*, 1988a; *NATO CGMS*, 1988b]. I fattori internazionali di tossicità (I-TEF) vengono utilizzati anche legislativamente in campo ambientale, mentre per l'alimentazione si utilizzano quelli emanati dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (WHO) come riportato al paragrafo 1.6.

Va detto sin d'ora che le diossine non vengono prodotte deliberatamente, ma sono sottoprodotti indesiderati di una serie di processi chimici e di combustione. Essendo altamente persistenti, permangono nel suolo e nei sedimenti che diventano dei veri e propri "serbatoi inquinanti". La via principale di esposizione dei soggetti umani alle diossine è l'alimentazione che contribuisce per oltre il 90% all'esposizione complessiva.

Sono state riscontrate patologie specifiche, a breve o a lungo termine, legate all'accumulo di POP nell'organismo, provenienti da contaminazione ma anche da incidenti e rilasci deliberati. Studi sugli effetti tossici della TCDD ai diversi livelli di esposizione sono stati condotti su numerose specie animali. Sono invece limitate le informazioni tossicologiche relative all'uomo; queste sono per lo più inerenti a studi condotti in seguito ad esposizioni accidentali o dovute a motivi professionali. A questo proposito sussistono numerose controversie tra coloro che sostengono, in ambito scientifico, l'esistenza di effetti biologici non trascurabili nell'uomo e coloro che invece sostengono la mancanza di evidenze sperimentali in proposito. Risultati più o meno controversi si sono avuti per quanto riguarda la cancerogenicità, la teratogenicità, gli effetti sul feto e sulla natalità e presunti effetti sul sistema endocrino e immunitario. Tuttavia la maggior parte della comunità scientifica e la stessa Agenzia Americana di Protezione Ambientale (EPA) sono concordi nell'affermare che l'insieme dei dati epidemiologici disponibili [*Fingerhut et al.*, 1991; *Fingerhut et al.*, 1992; *Kogevinas et al.*, 1997], e in via di acquisizione, e dei dati tossicologici acquisiti in studi di laboratorio fornisce una ragionevole correlazione tra l'esposizione a TCDD e l'insorgenza di tumori quali il sarcoma dei tessuti molli e il cancro al polmone e al fegato.

La 2,3,7,8-TCDD è stata classificata cancerogena del primo gruppo nel 1997, come riportato nel volume 69 dell'International Agency Research Cancer (IARC); come dose tollerabile giornaliera (quantità giornaliera, assunta per via alimentare o altro, accettabile dall'organismo senza che vi siano pericoli per la salute) l'Organizzazione Mondiale della Sanità nel 1998, a Ginevra, ha stabilito un limite tra 1 e 4 picogrammi espressi in tossicità equivalente al giorno per chilogrammo di peso corporeo. L'obiettivo che si propone l'Organizzazione Mondiale della Sanità è arrivare ad un'ingestione al di sotto di un picogrammo di tossicità equivalente per chilogrammo di peso corporeo al giorno. La Comunità Europea ha recentemente proposto un limite settimanale di 14 pg



WHO-TE/kg peso corporeo. Dati recenti e rappresentativi sull'assunzione giornaliera indicano che i valori medi di diossine e PCB "diossina simili" assunti con la dieta alimentare nell'Unione Europea sono compresi tra 1,2 e 3 pg/kg di peso corporeo/giorno, il che significa che una notevole parte della popolazione europea si troverebbe ancora al di sopra del limite della dose tollerabile giornaliera e settimanale. Inoltre, si segnala che i bambini sono già esposti da 2 a 4 volte di più degli adulti, e addirittura i neonati possono arrivare ad esposizioni pari a 160 pg/kg di peso corporeo [*Gazzetta Ufficiale della Comunità Europea*, 2001].

Per quanto riguarda Venezia, recenti studi hanno mostrato che l'assunzione media della popolazione veneziana è stata stimata in 42 pg TEQ/kg/giorno (intervallo 15-128). Pesci e molluschi determinano circa la metà dell'assunzione giornaliera e il paniere alimentare la restante metà [*Zanotto et al.*, 1999].

## 1.4 Fonti di diossina nella laguna

Le fonti di immissione nell'ambiente di PCDD/F sono principalmente antropogeniche e legate ai molteplici aspetti della chimica del cloro, alla maggior parte dei processi di combustione (incenerimento, metallurgia, produzione di energia, riscaldamento, traffico veicolare ecc.) e agli scarichi fognari. Nella Laguna di Venezia la contaminazione da PCDD/F è legata agli scarichi industriali e civili, all'apporto dal bacino scolante, alle deposizioni atmosferiche e al trasporto tramite la falda dalle discariche abusive. Le reazioni che portano alla formazione di PCDD/F (210 congeneri) possono favorire la formazione di alcuni congeneri rispetto ad altri: si ottengono dei profili spesso correlabili alle produzioni. La distribuzione dei congeneri rilevati nelle analisi fornisce una specie di impronta digitale, che può far risalire al tipo di processo che ha portato alla loro formazione. Le impronte caratteristiche delle PCDD/F che si formano durante vari processi industriali e di combustione sono state documentate e, quando vi è un'unica fonte principale di rilascio, è possibile identificare la sorgente di un inquinamento ambientale. I congeneri di diossine e furani vengono riuniti a seconda del loro grado di clorurazione da 4 a 8. Si ottengono così delle impronte composte da 5 diossine e 5 furani. Le impronte relative alle combustioni e agli scarichi civili mostrano normalmente una predominanza di octaclorodibenzodiossina (OCDD) con presenza di furani leggeri (TCDF, PCDF), mentre le impronte legate ai processi chimici del cloro mostrano una predominanza di octaclorofurano (OCDF) con forte presenza di eptaclorofurano (HpCDF). Nei processi di produzione di cloruro di vinile e PVC, cloroderivati organici, cloro-soda, e nei vari impianti che utilizzano intermedi clorurati, si producono diossine con impronte caratteristiche. Come conseguenza di questi processi industriali possono prodursi contaminazioni ambientali caratterizzate dalla cosiddetta "impronta del cloro" [*Greenpeace*, 1995; *Ferrari*, 1997; *Rabitti*, 1998].

## 1.5 Altri POP

### 1.5.1 Policlorobifenili (PCB)

I policlorobifenili sono composti in cui gli atomi di idrogeno della molecola del bifenile sono sostituiti, in tutto o in parte, da atomi di cloro. La produzione di queste sostanze, iniziata nel 1929, oggi è stata abbandonata. Tuttavia, milioni di tonnellate di PCB (sotto il nome di Aroclor, Clorphen e Kanchlor) sono state prodotte ed utilizzate estesamente su scala mondiale in diversi settori (fluidi dielettrici, isolanti, lubrificanti, oli da taglio, adesivi, ecc.). Variando il numero e la posizione degli atomi di cloro nella molecola, si possono formare 209 diversi congeneri dei PCB; tuttavia, poiché la loro persistenza nell'ambiente aumenta con il grado di clorurazione, i PCB ad alto grado di sostituzione sono quelli che rappresentano la frazione più abbondante nell'ambiente. La persistenza e la tossicità dei diversi congeneri dipendono non solo dal grado di clorurazione ma anche dalla posizione occupata dagli atomi di cloro all'interno della molecola. A questo proposito, i PCB in cui sono presenti atomi di cloro nelle posizioni meta e para, ma non nella posizione orto rispetto al legame C-C, sono caratterizzati dal massimo effetto tossico. Ciò dipende dal fatto che in tali composti gli anelli aromatici giacciono sullo stesso piano (PCB coplanari), rendendo la struttura molecolare e le proprietà tossicologiche molto simili a quelle delle diossine (PCB "diossina simili").

### 1.5.2 Esaclorobenzene (HCB)

La struttura della molecola dell'esaclorobenzene (HCB) consiste in un singolo anello aromatico in cui tutti gli atomi di idrogeno sono stati sostituiti con atomi di cloro. L'HCB ha avuto un utilizzo molto limitato nel passato come pesticida (più specificatamente come fungicida per il trattamento delle sementi). Tuttavia, la sua importanza come contaminante ambientale è dovuta al fatto che esso si forma come sottoprodotto nella produzione del cloro e degli idrocarburi clorurati. È caratterizzato da un'elevata solubilità nei grassi, persistenza e tossicità. Inoltre la sua elevata stabilità chimica e la bassissima biodegradabilità sono le caratteristiche che hanno contribuito alla sua dispersione ambientale su larga scala.

## 1.6 Concetto di TEQ (Equivalenti di Tossicità)

I policlorobifenili sono una famiglia di 209 congeneri che possono contenere da 1 a 10 atomi di cloro. Alcuni di questi congeneri (non-orto e mono-orto PCB) presentano proprietà tossicologiche analoghe alle diossine e vengono denominati PCB "diossina simili". Ciascun congenere delle diossine o dei PCB "diossina simili" presenta un diverso livello di tossicità. Il concetto di fattori di tossicità equivalenti (TEF) è basato sul fatto che i composti "diossina simili" evidenziano un meccanismo di azione, interagendo con il recettore-Ah.

Al composto più tossico la 2,3,7,8-tetraclorodibenzodiossina (TCDD) è associato il fattore di tossicità massimo pari a 1. Viene associato ai 17 congeneri di PCDD/F (cap. 1.3) e ai 12 congeneri di PCB “diossina simili” un fattore di tossicità (TEF) minore o uguale alla tossicità della TCDD in relazione alla tossicità dimostrata dal singolo composto rispetto alla TCDD. Con i fattori di tossicità è possibile esprimere i risultati analitici relativi a ciascuno dei 17 singoli congeneri di diossine e ai 12 congeneri di PCB “diossina simili”, tramite un’unica unità quantificabile, ovvero in “concentrazione di tossicità equivalente di TCDD” (TEQ). Nel giugno del 1997 l’Organizzazione Mondiale della Sanità (WHO) fissava i valori dei fattori di tossicità (WHO-TEFs) da utilizzare nella valutazione del rischio umano e animale. Tali fattori di tossicità venivano ufficializzati nel maggio del 1998 durante la WHO Consultation “*Assessment of the health risk of dioxins: re-evaluation of the Tolerable Daily Intake (TDI)*”. La consultazione valutava la dose giornaliera tollerabile (TDI) tra 1 e 4 pg-TEQ/kg di peso corporeo, sottolineando che l’obiettivo è ridurre la TDI a un livello inferiore a 1 pg TEQ/kg di peso corporeo.

## Capitolo 2

# Monitoraggio di POP nella laguna di Venezia

**Giorgio Ferrari**

*Magistrato alle Acque - Venezia*

### 2.1 Introduzione

Il monitoraggio della qualità delle acque (e degli scarichi) viene considerato una risposta, ovvero un'azione necessaria per ridurre ed eliminare le cause delle modificazioni ambientali e gli impatti da queste prodotti. È infatti evidente che la conoscenza sistematica dello stato qualitativo e quantitativo delle acque e delle immissioni di inquinanti rappresenta un elemento essenziale per seguire e indirizzare l'evoluzione dell'ambiente, in relazione alle politiche e alle normative di riferimento. Tale importanza è stata ribadita dalla *Direttiva 2000/60 CE del 23 ottobre 2000* che rappresenta un quadro di riferimento per l'azione comunitaria a livello di acque cui gli Stati membri dovranno uniformarsi per lo sviluppo delle proprie politiche ambientali nei prossimi decenni. Lo scopo della direttiva è quello di fornire un quadro legislativo trasparente, efficace e coerente per coordinare, integrare e sviluppare ulteriormente, nel lungo periodo, le politiche e le azioni degli Stati membri per la protezione e l'utilizzo sostenibile delle acque comunitarie.

Per quanto riguarda l'organizzazione del monitoraggio è essenziale una fase conoscitiva iniziale, definita come fase di "monitoraggio operativo o di indagine", il cui scopo è la prima classificazione dello stato della qualità ambientale e la valutazione di qualsiasi variazione dello stato risultante del programma delle misure eseguite. In questa fase è necessario considerare il massimo numero di parametri di indagine e una frequenza di monitoraggio sufficiente per delineare in modo attendibile lo stato relativo a ciascun elemento qualitativo. Successivamente alla fase di monitoraggio operativo, deve essere istituita una

fase di “*monitoraggio di sorveglianza*” volta a verificare il raggiungimento e il mantenimento degli obiettivi ambientali prefissati. I dati del monitoraggio di sorveglianza devono consentire, inoltre, di validare ed eventualmente integrare le procedure di valutazione degli impatti, di affinare la progettazione delle future attività di monitoraggio, di valutare le variazioni a lungo termine delle condizioni naturali e di quelle risultanti da una diffusa attività di origine antropica. Nell’ambito del monitoraggio di sorveglianza devono essere considerati i parametri indicativi di tutti gli elementi della qualità biologica, idromorfologica e chimico-fisica, oltre a tutti gli inquinanti (prioritari e non) che vengono scaricati nel bacino o nel sotto-bacino idrografico di interesse.

La *direttiva 2000/60/CE* si applica alle *acque superficiali interne*, alle *acque di transizione*, alle *acque costiere* e a quelle *sotterranee*, con lo scopo fondamentale di impedire un loro ulteriore deterioramento, proteggere e migliorare lo stato degli ecosistemi acquatici e degli ecosistemi terrestri e delle zone umide da questi direttamente dipendenti dal punto di vista del fabbisogno idrico. Tali risultati saranno raggiunti, in ultima analisi, attraverso la graduale riduzione delle emissioni di sostanze pericolose nelle acque fino ad arrivare alla loro totale eliminazione con il fine ultimo di pervenire a concentrazioni, nell’ambiente marino, prossime ai valori del fondo naturale per le sostanze presenti in natura e vicine allo zero per le sostanze sintetiche antropogeniche.

1. *Gli Stati membri dovranno tendere gradualmente al raggiungimento di un buono stato ecologico delle acque, attraverso programmi integrati e iniziative da intraprendere nell’osservanza dei requisiti comunitari stabiliti dalla direttiva.*

Per il conseguimento degli obiettivi, è necessario che gli Stati membri procedano in modo omogeneo e con un approccio coerente in tutta la Comunità. Per questo motivo, la direttiva stabilisce definizioni, criteri e obiettivi ambientali comuni cui uniformarsi ai fini della sua corretta attuazione. Tra gli aspetti più rilevanti che vengono presi in considerazione, sono compresi i seguenti:

- definizione di una lista di sostanze prioritarie che presentano un rischio significativo per o attraverso l’ambiente acquatico;
- indicazione degli elementi qualitativi per la definizione dello stato ecologico;
- definizioni normative per la classificazione dello stato ecologico;
- indicazioni per l’impostazione del monitoraggio dello stato ecologico e chimico delle acque superficiali;
- classificazione e presentazione dello stato ecologico.

Per ciascun tipo di corpo idrico superficiale gli Stati membri dovranno fissare le condizioni idromorfologiche, fisico-chimiche e biologiche di riferimento. Tali condizioni rappresentano i valori degli elementi di qualità specifici riferiti alla

## 2.2. Il monitoraggio in laguna di Venezia

---

<b>ELEMENTI BIOLOGICI</b>	
	Composizione, abbondanza e biomassa del fitoplancton
	Composizione e abbondanza dell'altra flora acquatica
	Composizione e abbondanza dei macroinvertebrati bentonici
	Composizione e abbondanza della fauna ittica
<b>EFFETTI IDROMORFOLOGICI A SOSTEGNO DEGLI ELEMENTI BIOLOGICI</b>	
Condizioni morfologiche	Variazione della profondità Massa, struttura e substrato del letto Struttura della zona intercotidale
Regime di marea	Flusso di acqua dolce Esposizione alle onde
<b>ELEMENTI CHIMICI E FISICO-CHIMICI A SOSTEGNO DEGLI ELEMENTI BIOLOGICI</b>	
Elementi generali	Trasparenza Condizioni termiche Condizioni di ossigenazione Salinità Condizioni dei nutrienti
Inquinanti specifici	Inquinamento da tutte le sostanze dell'elenco di priorità di cui è stato accertato lo scarico Inquinamento da altre sostanze di cui è stato accertato lo scarico in quantità significative

Tabella 2.1: *Elementi qualitativi per la classificazione dello stato ecologico delle acque di transizione (Riferimento: Dir 2000/60/CE, All. V, acque di transizione.)*

condizione di “stato ecologico elevato” e possono essere basate su criteri spaziali o fondarsi sui risultati della modellizzazione ovvero discendere da una combinazione dei due metodi. Nell'impossibilità di seguire tali metodi, le condizioni di riferimento possono anche essere stabilite sulla base di perizie di esperti. Nel definire lo stato ecologico elevato riguardo alle concentrazioni degli inquinanti sintetici specifici, i limiti di concentrazione corrispondono ai limiti raggiungibili dalle tecniche analitiche disponibili nel momento in cui si devono fissare le condizioni tipiche specifiche. In tabella 2.1 sono elencati gli elementi qualitativi per la classificazione dello stato ecologico delle acque di transizione riferite alla *Direttiva 2000/60/CE*.

## 2.2 Il monitoraggio in laguna di Venezia

Già a partire dalla seconda metà del secolo scorso si è sviluppata una crescente attenzione da parte della comunità scientifica italiana e internazionale per lo studio e l'approfondimento dei fenomeni che regolano l'ambiente lagunare. Per la Laguna di Venezia e il bacino scolante gli obiettivi di qualità relativi agli

elementi fisico-chimici sono già stati fissati dal *D.M. 23 aprile 1998 (Decreto "Ronchi-Costa")*, mediante la definizione di valori "imperativo" e "guida" per i diversi parametri. Il valore "imperativo" è riferito ad uno stato ecologico "buono" degli elementi di qualità chimico-fisici definiti per le acque di transizione della DIR 2000/60 CE, mentre il valore "guida" è riferito allo stato "elevato". Lo stato "buono" delle acque deve essere raggiunto entro il 2015.

Il Magistrato alle Acque, sia direttamente che attraverso il Concessionario unico Consorzio Venezia Nuova, ha intrapreso una campagna di monitoraggio delle acque della laguna finalizzata alla verifica degli obiettivi di qualità previsti dal D.M. 23 aprile 1998. Tale attività, avviata sulla base di quanto previsto dal Decreto Interministeriale 30 luglio 1999 "Limiti agli scarichi industriali e civili che recapitano nella laguna di Venezia e nei corpi idrici del suo bacino scolante, ai sensi del punto 5 del decreto interministeriale 23 aprile 1998 recante requisiti di qualità delle acque e caratteristiche degli impianti di depurazione per la tutela della laguna di Venezia", è strutturata in una rete di monitoraggio gestita direttamente dal Magistrato alle Acque tramite la Sezione Antinquinamento (SAMA) e in una serie di stazioni di misura in laguna e in mare gestite dal Consorzio Venezia Nuova, nell'ambito dello studio "Attività di monitoraggio ambientale della laguna di Venezia - Esecutivo del 1° stralcio triennale (2000-2003) con prime iniziative per il controllo degli obiettivi di qualità e dei carichi massimi ammissibili ex D.M. Ambiente 23.4.1998", denominato convenzionalmente "MELa 1".

### **2.2.1** *Il monitoraggio svolto dalla Sezione Antinquinamento del Magistrato alle Acque (SAMA)*

Il monitoraggio SAMA è iniziato nel 1999 e nella fase iniziale ha interessato 12 stazioni di misura e campionamento, localizzate in punti del bacino lagunare centrale e del bacino meridionale prossimi alle principali fonti di generazione dei carichi puntiformi (Porto Marghera, Venezia, Chioggia, Lido, Pellestrina). A partire da gennaio 2001 sono state inserite nel programma di attività altre 4 stazioni nel bacino settentrionale (Murano, Burano, Cà Savio, Saline).

La maggior parte delle stazioni sono ubicate in vicinanza delle sorgenti di inquinamenti di tipo urbano e industriale al fine di verificare l'influenza diretta di tali immissioni nelle acque lagunari. A titolo di confronto, sono state inserite tre stazioni (M, N e R) relativamente lontane da sorgenti puntiformi, con lo scopo di verificare l'entità della variazione dei parametri analizzati rispetto alle stazioni più prossime alle sorgenti. In tabella 2.2 sono elencate le caratteristiche delle 16 stazioni del monitoraggio SAMA, mentre in figura 2.1 è raffigurata la mappa della localizzazione delle stazioni di campionamento.

A partire dal 2000, i parametri di indagine sono stati progressivamente aumentati con l'inserimento dell'analisi dei metalli mediante tecniche voltammetriche in grado di misurare la concentrazione di alcuni metalli pesanti (cadmio, rame e piombo) nella forma "dinamica" (disciolta non colloidale) e nella forma disciolta totale. Nel corso del 2001, al fine di consentire la determinazione dei

## 2.2. Il monitoraggio in laguna di Venezia

AREA	STAZIONE	UBICAZIONE
Venezia	A	Canal Grande — Rialto
	B	Fondamente Nuove
	C	Canale della Giudecca — Punta della Salute
	D	Canale Industriale Nord
	E	Canale Industriale Ovest
	F	Canale Malamocco — Marghera
Lido	G	Santa Maria Elisabetta
Pellestrina	H	Centro abitato di Pellestrina
Chioggia	I	Canale Lombardo
	L	Canale del Lusenzo
Laguna	M	Canale Perognola
	N	Fondi dei Sette Morti
Murano	O	Canale degli Angeli
Burano	P	Canale esterno lato Est
Treporti	Q	Canale Pordelio
Le Saline	R	Canale di San Felice

Tabella 2.2: Le 16 stazioni del monitoraggio SAMA

parametri previsti dagli obiettivi di qualità del *Decreto 23 aprile 1998*, sono state inserite le determinazioni dell'azoto totale disciolto e del fosforo totale disciolto. È stata inoltre intrapresa una campagna preliminare per la determinazione di alcuni microinquinanti organici persistenti (POP) mediante tecniche di campionamento di preconcentrazione.

### 2.2.2 Parte sperimentale

L'attività si è svolta con frequenza mensile, mediante misurazioni “in situ”, prelievi di campioni d'acqua e successive analisi di laboratorio. Ciascuna campagna è stata condotta nell'arco di due o tre uscite, effettuate generalmente in giorni consecutivi, per portare a termine i campionamenti e le misure nei diversi bacini lagunari. Sia le misure “in situ” che i prelievi dei campioni d'acqua sono stati sempre eseguiti nei primi 50 cm della colonna d'acqua, sezione che, a causa della stratificazione termica e salina, è la più adatta per valutare l'influenza delle sorgenti sull'ambiente lagunare e, considerata la profondità media delle acque della laguna, è la più rappresentativa ai fini di una descrizione generale dell'ecosistema acquatico lagunare.

Per quanto riguarda i microinquinanti organici persistenti (POP), i campioni sono stati raccolti con un sistema di campionamento automatico in grado di concentrare su supporto solido i microinquinanti organici. Il sistema utilizzato (INFILTREX 100-II, Axys Environmental System) consente di accumulare quantitativamente su filtro in fibra di vetro e su cartucce di resina sia i POP adsorbiti sul particellato acquoso che quelli in forma disciolta presenti in elevati volumi d'acqua (fino a 100 litri). L'estrazione e l'eluizione dei sistemi di accumulo e la successiva analisi consentono di esprimere i valori di concentrazione



totale dei POP (somma della frazione disciolta e adsorbita sul particolato) nell'acqua con limiti di sensibilità migliorativi fino a due ordini di grandezza rispetto ai tradizionali metodi di analisi.

### 2.2.3 Policlorodibenzodiossine e policlorodibenzofurani

A causa delle particolari condizioni in cui tali composti si formano, la distribuzione e l'abbondanza relativa dei congeneri che compongono le famiglie dei PCDD e PCDF sono caratteristiche dello specifico processo da cui hanno avuto origine. Ad esempio, le miscele di PCDD e PCDF derivanti dalle emissioni da impianti di combustione (sia industriali che autoveicolari) presentano un eccesso di PCDD rispetto ai PCDF, così come i materiali fecali e i reflui civili. I PCDF sono invece preponderanti in altre attività industriali, quali, ad esempio, le produzioni in cui è coinvolto il cloro, sia come materia prima che come prodotto finale (impianti cloro-soda, produzione di cloruro di vinile e di cloroderivati organici volatili). Tale distribuzione è così peculiare che, per questi processi, possono prodursi contaminazioni ambientali caratterizzate da una distribuzione tipica: la cosiddetta "*impronta del cloro*". Il confronto tra i valori complessivi di PCDD/F (espressi come I-TE) nelle diverse stazioni è riportato nella figura 2.2.

Come si può notare, i valori maggiori sono stati rilevati nelle stazioni di Porto Marghera (stazioni D, F) e nel Canal Grande (stazione A), zone in cui la concentrazione di questi composti è risultata massima anche nei sedimenti. Nelle stazioni più lontane dalle fonti di generazione dei carichi inquinanti, i valori di concentrazione risultano più bassi o, addirittura, non rilevabili (stazioni Q, R). Considerando invece il rapporto OCDF/OCDD si può notare come si ottengano valori che sono nuovamente maggiori per le stazioni D, E e F (Fig. 2.3).

Il confronto tra l'abbondanza relativa dei congeneri consente di evidenziare alcune differenze tra le impronte nelle diverse stazioni. Dall'esame delle impronte delle stazioni prossime all'area industriale di Porto Marghera (stazioni D, E, F) si può notare una netta prevalenza dell'OCDF (50-60% rispetto a tutti i congeneri) oltre ad aliquote inferiori di 1,2,3,4,6,7,8 HpCDF e OCDD (10-20%). Tale profilo (impronta "Marghera") è perfettamente confrontabile con quello riportato in letteratura relativo agli scarichi e ai rifiuti derivanti dalla produzione del dicloroetano (DCE) e del cloruro di vinile (CVM). Tale corrispondenza conferma che le caratteristiche delle acque della zona industriale di Porto Marghera sono caratterizzate dall'impronta di PCDD/PCDF tipica delle produzioni degli idrocarburi clorurati (DCE/CVM), che vengono tuttora esercitate all'interno dello stabilimento petrolchimico (Fig. 2.4).

Un secondo gruppo di stazioni (stazioni I, P, L) è caratterizzato dalla netta prevalenza di OCDD sugli altri congeneri. Tali stazioni sono quelle più lontane dalla zona industriale di Porto Marghera e, pertanto, potrebbero non risentire degliflussi provenienti da tale area. L'impronta della diossina in tali stazio-

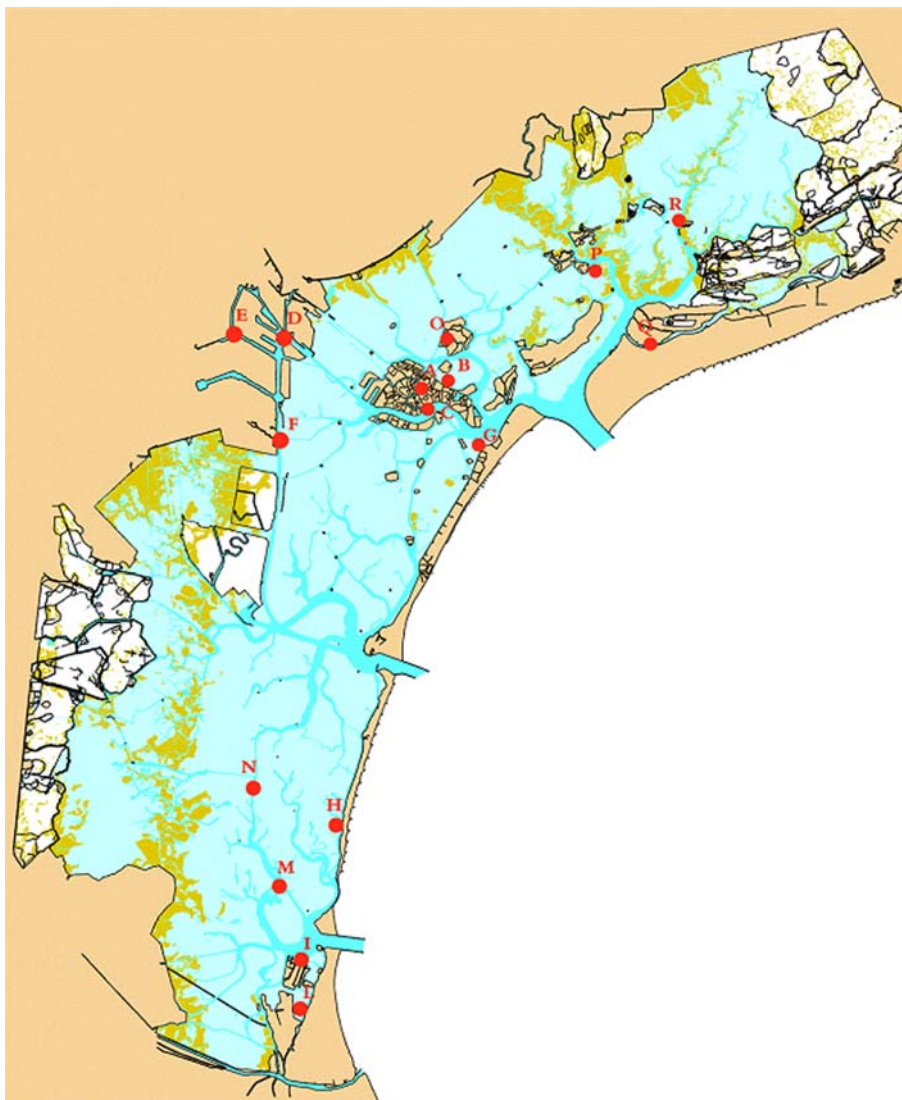


Figura 2.1: Mappa della localizzazione delle stazioni di campionamento.

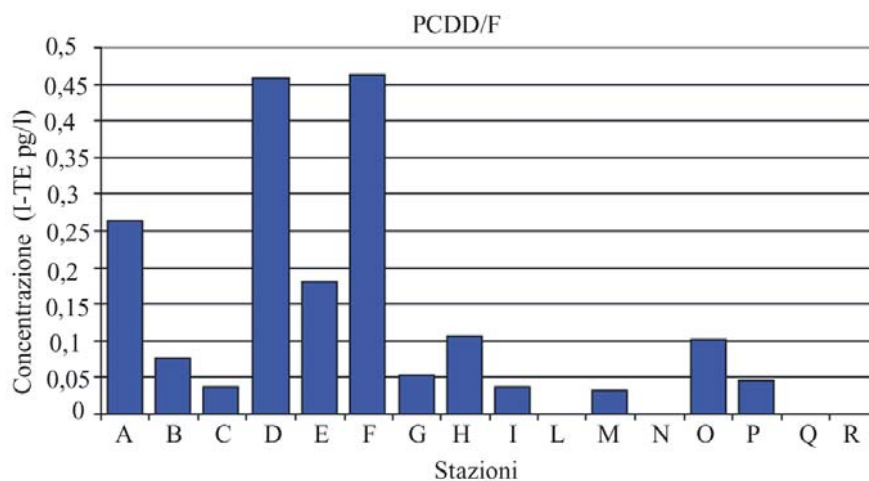


Figura 2.2: Confronto tra le concentrazioni di PCDD/F nelle diverse stazioni.

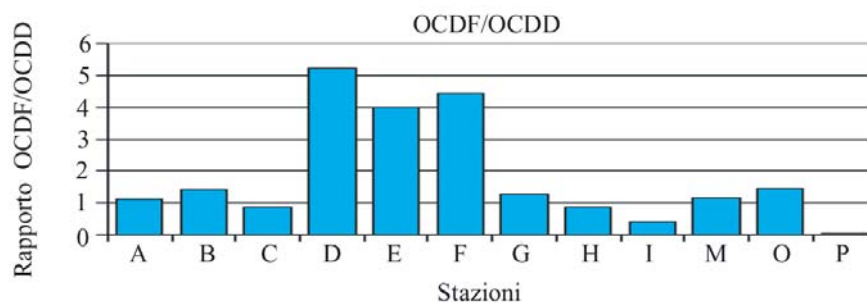


Figura 2.3: Rapporto OCDF/OCDD nelle varie stazioni.

## 2.2. Il monitoraggio in laguna di Venezia

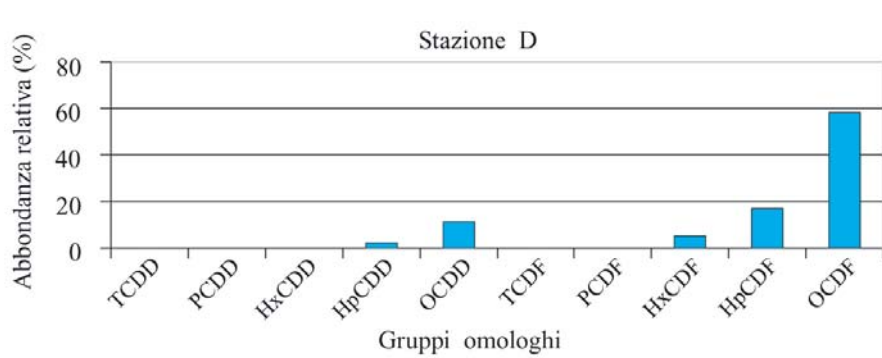


Figura 2.4: Esempio di impronta “Marghera”, produzione idrocarburi clorurati.

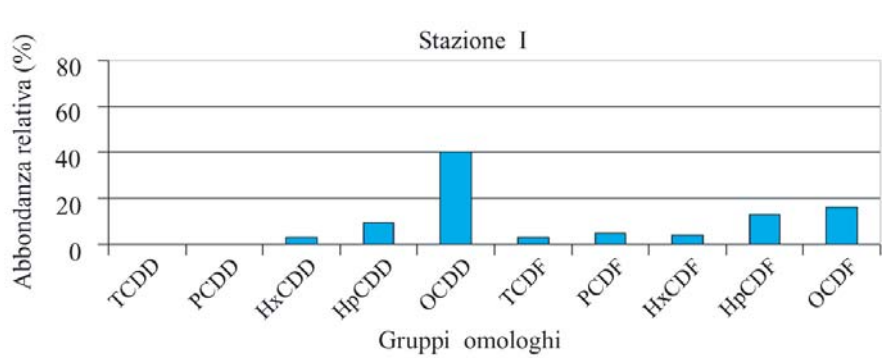


Figura 2.5: Esempio di impronta dei processi generici di combustione e reflui urbani.

ni è quella tipica dei generici processi di combustione e della contaminazione dovuta agli scarichi di tipo civile (Fig. 2.5).

Un terzo gruppo di stazioni (stazioni A, B, C, G, H, M, O) sono caratterizzate da concentrazioni in cui OCDD e OCDF sono presenti in percentuali paragonabili (impronta “Venezia”). Tali stazioni risentono evidentemente della combinazione delle principali fonti: Porto Marghera per quanto riguarda OCDF e il contributo civile e urbano diffuso per quanto riguarda OCDD (Fig. 2.6). La componente industriale, oltre che incidere sulla qualità delle acque di tali stazioni attraverso i rilasci degli scarichi dei reflui, delle aree contaminate e dei sedimenti della zona industriale, viene determinata anche dalle ricadute atmosferiche di origine industriale, come ampiamente dimostrato da recenti studi (vedi cap. 3).

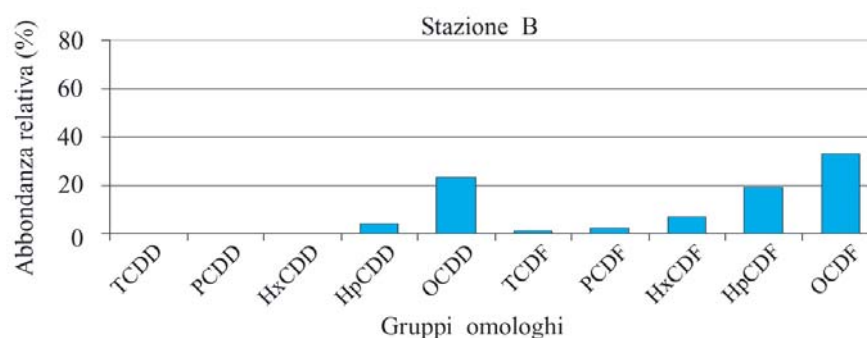


Figura 2.6: Esempio di impronta "Venezia".

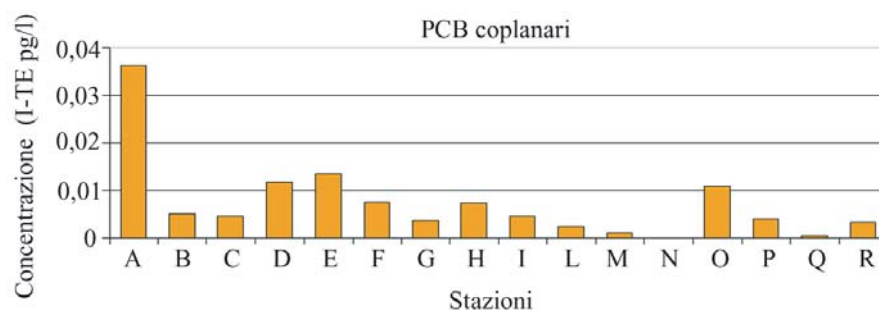


Figura 2.7: Concentrazione di PCB coplanari.

#### 2.2.4 Policlorobifenili ed Esaclorobenzene

In Figura 2.7 è raffigurato il grafico della concentrazione di PCB coplanari. In questo caso il massimo assoluto si trova nella stazione del Centro Storico (A), dove si trovano valori alti anche nei sedimenti. Massimi relativi si riscontrano poi nelle 3 stazioni di fronte al Petrolchimico (D, E, F) e a Murano (O) con concentrazioni circa tre volte inferiori al Canal Grande (A).

In Figura 2.8 sono rappresentate le concentrazioni di HCB nelle diverse stazioni. Come si può notare, i valori maggiori sono stati rilevati nelle stazioni di Porto Marghera (stazione D, E, F) dove sono state trovate concentrazioni triple rispetto a quelle del Canal Grande (stazione A) e superiori di circa 10 volte rispetto alle rimanenti stazioni lagunari, a conferma della specificità di tale contaminante, sottoprodotto dei processi del ciclo del cloro in atto a Porto Marghera.

Come nota finale, sulla base dei dati presentati, è possibile effettuare una prima stima provvisoria delle immissioni di POP dagli scarichi idrici di Porto

### 2.3. Conclusioni

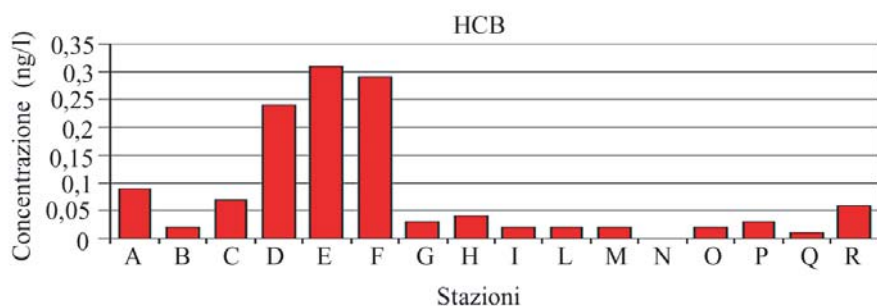


Figura 2.8: Concentrazioni di HCB nelle diverse stazioni.

Marghera, zona che ha rivelato i valori maggiori per tutti gli inquinanti. Questa stima è riportata in tabella 2.3.

## 2.3 Conclusioni

L'attività di monitoraggio delle acque lagunari intrapresa dal Magistrato alle Acque nel 1999, e continuata nel biennio successivo (2000-2001), ha consentito di tracciare un primo profilo dello stato degli elementi di qualità chimico-fisica delle acque lagunari, in ottemperanza a quanto previsto dal *D.M. 23 aprile 1998* e dalla *Direttiva 2000/60/CE*.

L'esito dell'attività di monitoraggio ha permesso di individuare zone della laguna soggette a forti pressioni antropiche (zona industriale di Porto Marghera e Centro Storico di Venezia), in grado di condizionare sensibilmente le caratteristiche qualitative delle acque lagunari e quelle zone ancora esenti da contaminazione. In generale, in tali aree viene superato abbondantemente il valore imperativo previsto dal *D.M. 23 aprile 1998* per la maggior parte dei parametri analizzati.

Tali osservazioni confermano la necessità di intervenire con misure rigorose di disinquinamento, sia a livello degli scarichi idrici diretti in laguna e nell'intero bacino scolante che con interventi mirati per la riduzione delle fonti di inquinamento diffuso all'interno dell'ambito lagunare (dragaggio dei sedi-

IPA	25 kg
PCB	0,5-1,0 kg
HCB	0,25 kg
PCDD/F	0,5-1,0 g TEQ

Tabella 2.3: Stima provvisoria delle immissioni di POP dagli scarichi idrici di Porto Marghera - Anno 2001.

menti contaminati, interventi di marginamento delle sponde dell'area di Porto Marghera per l'eliminazione del rilascio dei terreni industriali contaminati).

Il monitoraggio dei POP nell'ambiente rappresenta un'attività fondamentale che l'autorità competente deve garantire per assicurare la corretta attuazione delle norme e delle politiche ambientali; quindi si continuerà nel tempo per verificare il raggiungimento degli obiettivi di qualità previsti dal *D.M. 23 aprile 1998*.

La sezione Antinquinamento del Magistrato alle Acque provvederà alla progressiva integrazione delle attività, sia per quanto riguarda il tipo di parametri analizzati che in termini di numero e localizzazione delle stazioni. In particolare, sarà attrezzato un laboratorio per la determinazione separata della frazione disciolta dei microinquinanti organici.

## Capitolo 3

# Deposizioni atmosferiche di POP nella laguna di Venezia (e dintorni)

Stefano Guerzoni<sup>1</sup>, Emanuela Molinaroli<sup>2</sup>, Paolo Rossini<sup>3</sup>

<sup>1</sup> CNR - ISMAR, Venezia

<sup>2</sup> Università Ca' Foscari, Dip. Scienze Ambientali, Venezia

<sup>3</sup> CSA Ricerche, Rimini

### 3.1 Introduzione

Lo studio delle deposizioni atmosferiche, cioè della quantità di inquinanti che “ricadono” nell’ambiente marino e terrestre, riveste particolare importanza perché riguarda -indirettamente- la qualità dell’aria che respiriamo. Infatti, ricerche effettuate in aree marine e lagunari vicine a insediamenti industriali, come è il caso di Venezia con il Petrolchimico, hanno mostrato che le deposizioni atmosferiche possono essere molto importanti nel calcolo dei bilanci di sostanze inquinanti che vengono immesse nell’ambiente.

Nella zona della laguna di Venezia i primi studi sulle deposizioni atmosferiche sono iniziati negli anni '90 da parte dell'ENEA e hanno riguardato principalmente i nutrienti (azoto e fosforo) e i microinquinanti inorganici (metalli pesanti=MP). Altri dati sui MP, relativi ad un solo punto di campionamento nel Centro Storico di Venezia, sono stati pubblicati alcuni anni fa [Rossini *et al.*, 2001].

Le prime ricerche specifiche relative ai POP sono state realizzate nell’ambito del *Progetto 2023* [MAV - CVN, 2000a] e hanno rappresentato i primi dati completi disponibili per la laguna di Venezia (vedi anche una sintesi nel sito: [www.salve.it](http://www.salve.it)). Più recentemente, in collaborazione con la Provincia ed il Comu-



ne di Venezia, sono state fatte delle indagini in un intorno della zona industriale di Porto Marghera e nella città di Mestre, che saranno resi disponibili entro la fine del 2003. In questo capitolo verranno descritti brevemente i risultati dello studio Progetto 2023 per quello che riguarda le deposizioni di diossine e furani (PCDD/F), policlorobifenili (PCB) ed esaclorobenzene (HCB).

## 3.2 Campionamento e analisi

Il campionamento ha avuto una durata complessiva di 13 mesi (luglio 1998-luglio 1999; totale campioni n. 109) e ha utilizzato deposimetri BULK (raccoltore passivo di deposizioni umide e secche, vedi Fig. 3.1) in quattro stazioni poste all'interno ed in prossimità della gronda lagunare. Stazione 1: Centro Storico, 2: Laguna Nord, 3: Laguna Sud, 4: Zona Industriale. Il criterio di scelta dei siti si è basato sull'ipotesi di valutare il gradiente di carico di inquinanti inorganici e organici tra terra e laguna e tra Nord e Sud. I quattro siti ritenuti rappresentativi erano localizzati in zone non direttamente interessate dalle sorgenti di emissione urbana e industriale fortemente inquinanti, secondo una modalità suggerita dall'Organizzazione Meteorologica Mondiale [UNEP/MAP/WMO, 2001].

Il sistema di campionamento utilizzato presenta il vantaggio di essere semplice e di poter funzionare in maniera "passiva" e senza corrente, quindi in ogni luogo della laguna anche non attrezzato. Questo comporta alcune imprecisioni, che sono state analizzate e che -nel complesso- non superano il 10-20%.

Nella tabella 3.1 sono riassunti i flussi totali dei microinquinanti organici studiati (annuali per le stazioni 1 e 4 e di nove mesi per le stazioni 2 e 3). Si notano subito notevoli differenze tra le quattro stazioni, con i massimi spesso nelle stazioni 1 (Centro Storico) e 4 (Zona Industriale), e i minimi nella 2 e 3 (Laguna Nord e Sud).

I carichi specifici di PCDD/F sull'intera laguna sono abbastanza omogenei, e sono compresi fra 10 e 20 ng m<sup>-2</sup> all'anno, mentre nella stazione 4 il valore è di ~ 50 ng m<sup>-2</sup>. La deposizione di PCB è simile nella stazione 4 e nel Centro Storico (stazione 1) ed è di circa 500 ng m<sup>-2</sup> all'anno, cioè cinque volte superiore rispetto a quella misurata in Laguna Nord e Sud. L'HCB mostra un carico annuale nella zona industriale di oltre 8000 ng m<sup>-2</sup>, quasi sei volte superiore rispetto al resto della laguna (~1500 ng m<sup>-2</sup> a<sup>-1</sup>).

Se poi guardiamo gli andamenti mensili dei flussi (figure 3.2, 3.3 e 3.4) la variabilità tra un mese e l'altro è ancora più accentuata, ma quasi sempre risultano superiori i valori della stazione 4 (Zona Industriale) rispetto alle altre. A questo andamento ripetitivo fanno eccezione i PCB (Fig. 3.2), dove in alcuni casi (novembre-dicembre '98, aprile '99) i flussi in Laguna Nord (staz. 2) superano o sono simili alle altre stazioni. Nel caso delle diossine (PCDD/F) e dell' esaclorobenzene (HCB) spiccano alcuni massimi assoluti nella stazione 4, in agosto '98 e febbraio '99 (Fig. 3.3), e ottobre '98 e gennaio-febbraio '99 (Fig. 3.4) rispettivamente.

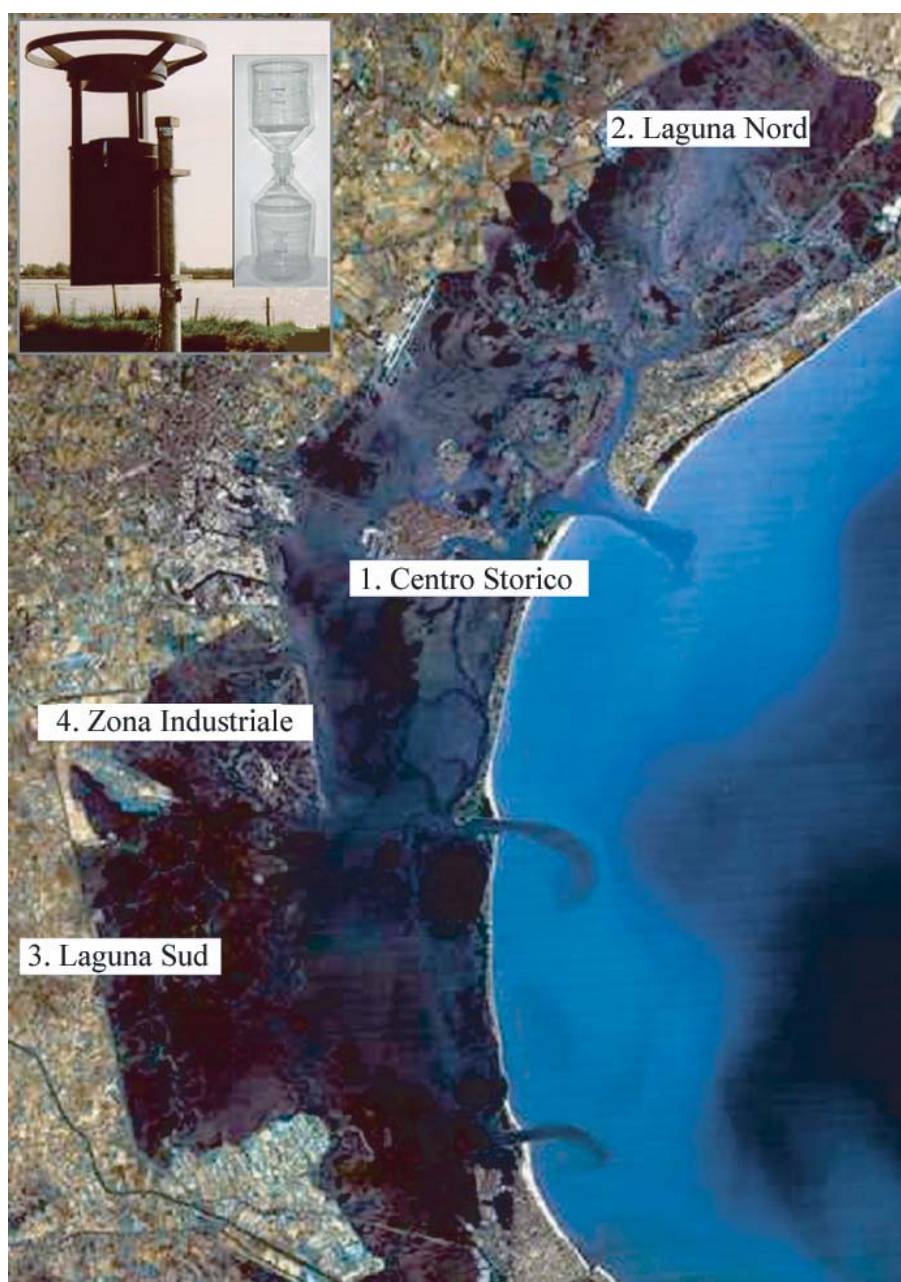
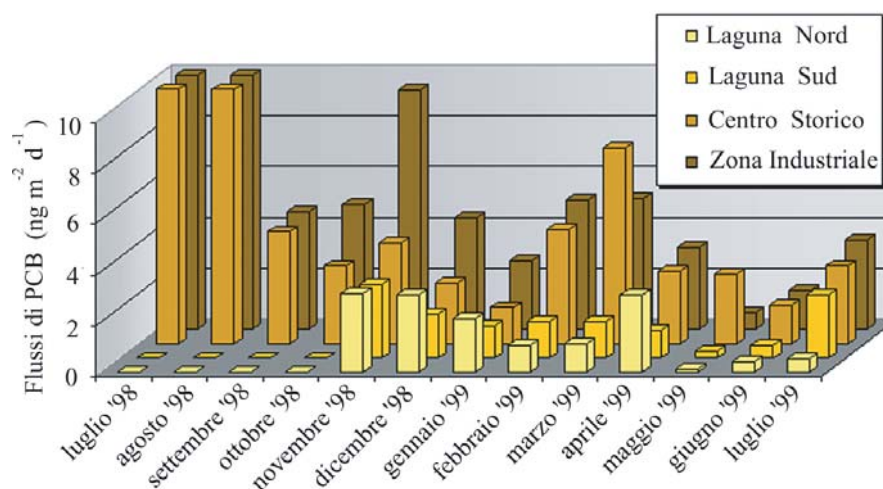


Figura 3.1: Mappa della laguna con le stazioni di campionamento. Nel riquadro viene mostrato il campionatore (bulk) utilizzato nella ricerca [MAV - CVN, 2000a].

	PCB ng m <sup>-2</sup> a <sup>-1</sup>	PCB pgTE m <sup>-2</sup> a <sup>-1</sup>	HCB ng m <sup>-2</sup> a <sup>-1</sup>	PCDD/F ng m <sup>-2</sup> a <sup>-1</sup>	PCDD/F pgTE m <sup>-2</sup> a <sup>-1</sup>
St.1	2479	731	1547	18	747
St.4	2737	1023	8611	47	733
media	2608	877	5079	32	740
St.1(*)	864	163	678	12	657
St.2(*)	425	59	558	8	338
St.3(*)	378	57	425	10	469
St.4(*)	1026	223	4397	29	528
media	673	126	1515	15	498

Tabella 3.1: Flussi dei microinquinanti organici nelle quattro stazioni. (\*) = 9 mesi.

Figura 3.2: Andamento mensile dei flussi di PCB (ng m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>).

### 3.2. Campionamento e analisi

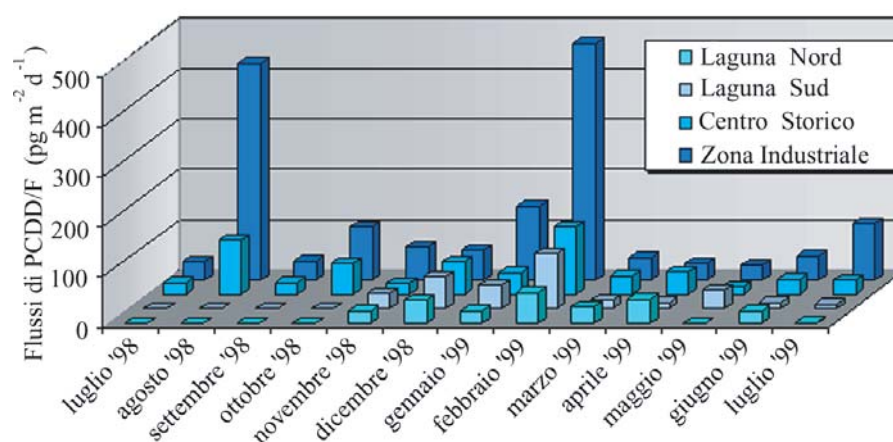


Figura 3.3: Andamento mensile dei flussi di PCDD/F ( $\text{pg m}^{-2} \text{d}^{-1}$ ).

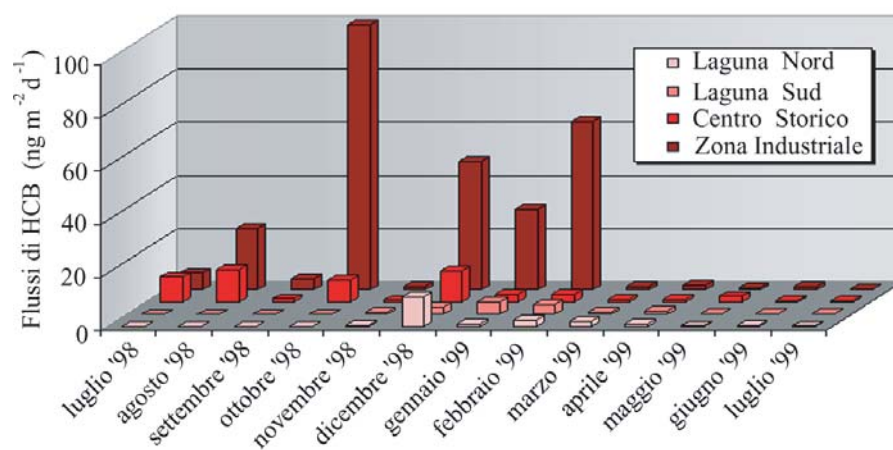


Figura 3.4: Andamento mensile dei flussi di HCB ( $\text{ng m}^{-2} \text{d}^{-1}$ ).

I risultati dello studio mostrano chiaramente che nella stazione in prossimità della Zona Industriale si riscontra il carico maggiore di deposizione di POP. In particolare sembra evidente l'esistenza di una rilevante sorgente di PCDD/F e HCB legata alle lavorazioni della zona industriale, e di PCB anche in prossimità del Centro Storico. La grande variabilità tra un mese e l'altro è la dimostrazione che agli scarichi continui si aggiungono probabilmente eventi di "fughe" e/o emissioni discontinue.

### 3.2.1 Studio delle provenienze

Per cercare di approfondire l'origine delle emissioni di diossine si è utilizzato il metodo delle "impronte", già descritto nel capitolo 2. In breve, si tratta di caratterizzare i campioni di deposizioni atmosferiche per i gruppi omologhi di diossine e furani, le cui caratteristiche sono legate a precise lavorazioni industriali e/o processi di combustione.

Per quello che riguarda la laguna di Venezia, nella Figura 3.5 viene mostrata l'impronta media annuale nelle quattro stazioni esaminate. Si nota in maniera molto evidente la peculiarità della stazione 4, vicino alla Zona Industriale, che è caratterizzata da una sorgente di emissione in atmosfera di diossine e furani ricchi in OCDF, che può essere collegata alla produzione di cloruro di vinile monomero. L'impronta della deposizione atmosferica di questi inquinanti, nella media annuale delle altre tre stazioni è molto diversa, ricca in OCDD e tipica delle combustioni non industriali (inceneritori, traffico veicolare, riscaldamento, ecc.). La sorgente industriale in alcuni casi ha occasionalmente influenzato anche le altre stazioni (vedi fuga del giugno-luglio 1998), che però hanno mantenuto un'impronta media molto diversa.

Per poter fare questi confronti vengono utilizzate anche analisi e dati prodotti da Enichem che riguardano emissioni industriali (da camini e forni inceneritori, vedi Figura 3.6) controllate di routine durante i processi di lavorazione di questi stessi prodotto (DCE, CVM).

Per approfondire questo aspetto sono state utilizzate elaborazioni matematiche ancora più sofisticate, denominate analisi multivariate, e PCA (vedi cap. 4). In breve questi metodi utilizzano modalità analitico-matematiche per confrontare le impronte dei campioni di deposizione atmosferica con "marcatori" tipici delle diverse possibili sorgenti delle sostanze inquinanti. Attraverso un "confronto" matematico è possibile stabilire il grado di "somiglianza" tra campioni ambientali e sorgenti. Nella Figura 3.7 è mostrato il risultato di una di queste elaborazioni, nella quale sono evidenziati nelle aree rossa e blu i campioni che più assomigliano alle lavorazioni mostrate nella Figura 3.6.

## 3.3 Conclusioni e idee per il futuro

1. Le deposizioni atmosferiche di POP, misurate con i deposimetri bulk, hanno fornito dei buoni risultati e i flussi sono relativamente diversi nelle quattro stazioni attorno alla laguna.

### 3.3. Conclusioni e idee per il futuro

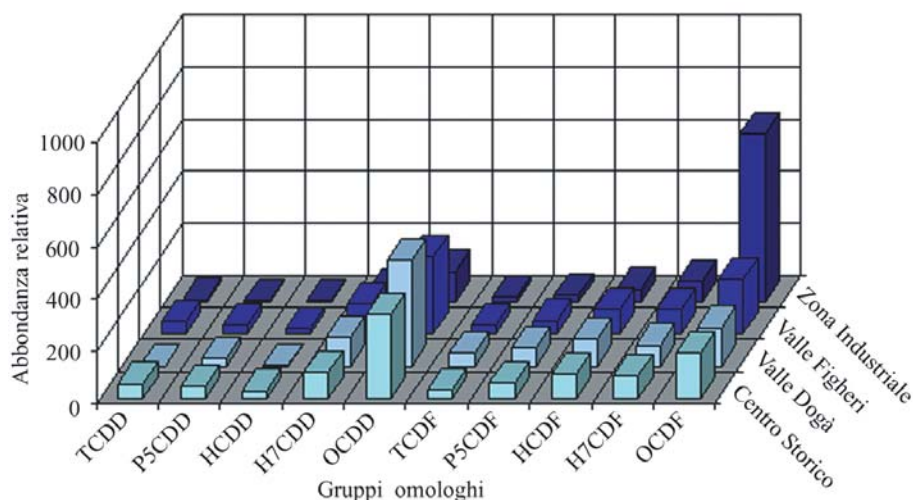


Figura 3.5: Impronte medie di diossina nelle quattro stazioni durante il periodo novembre '98 - luglio '99. Si nota la differenza tra l'impronta della Zona Industriale (ricca in OCDF) e le altre tre stazioni, simili tra loro (ricche in OCDD).

2. La stazione 4, più vicina al Petrolchimico, ha mostrato i “segn” delle produzioni di DCE e CVM. La PCA è uno strumento utile per individuare le sorgenti, specialmente quando esistano dei “markers” delle produzioni, come nel caso di diossine e furani.
3. L'impronta simile alle lavorazioni del ciclo del cloro, con  $OCDF > OCDD$  si trova nella stazione di misura delle deposizioni atmosferiche di Dogaletto.
4. Le impronte medie delle stazioni di deposizioni in laguna più distanti ( $> 10$  km) hanno una impronta con  $OCDD > OCDF$ , simile a quelle dei fanghi del depuratore di Fusina, e tipiche di aerosols urbani.
5. Nei mesi di giugno e luglio 1999 si riscontra un incremento di OCDF in tutte le stazioni, presumibilmente collegato ad una fuga di 3000 kg di cloruro di CVM avvenuta l'8 giugno 1999.
6. Tra il 9% e il 27% dei campioni medi mensili supera il valore guida delle deposizioni atmosferiche per la protezione della salute e dell'ecosistema, proposto di recente dall'Agenzia per l'Ambiente del Belgio (Fig. 3.8).

Alla luce dei risultati sopra descritti elenchiamo alcune possibili idee per migliorare la qualità dell'aria in laguna:

- a) individuare e monitorare le “aree sensibili”;

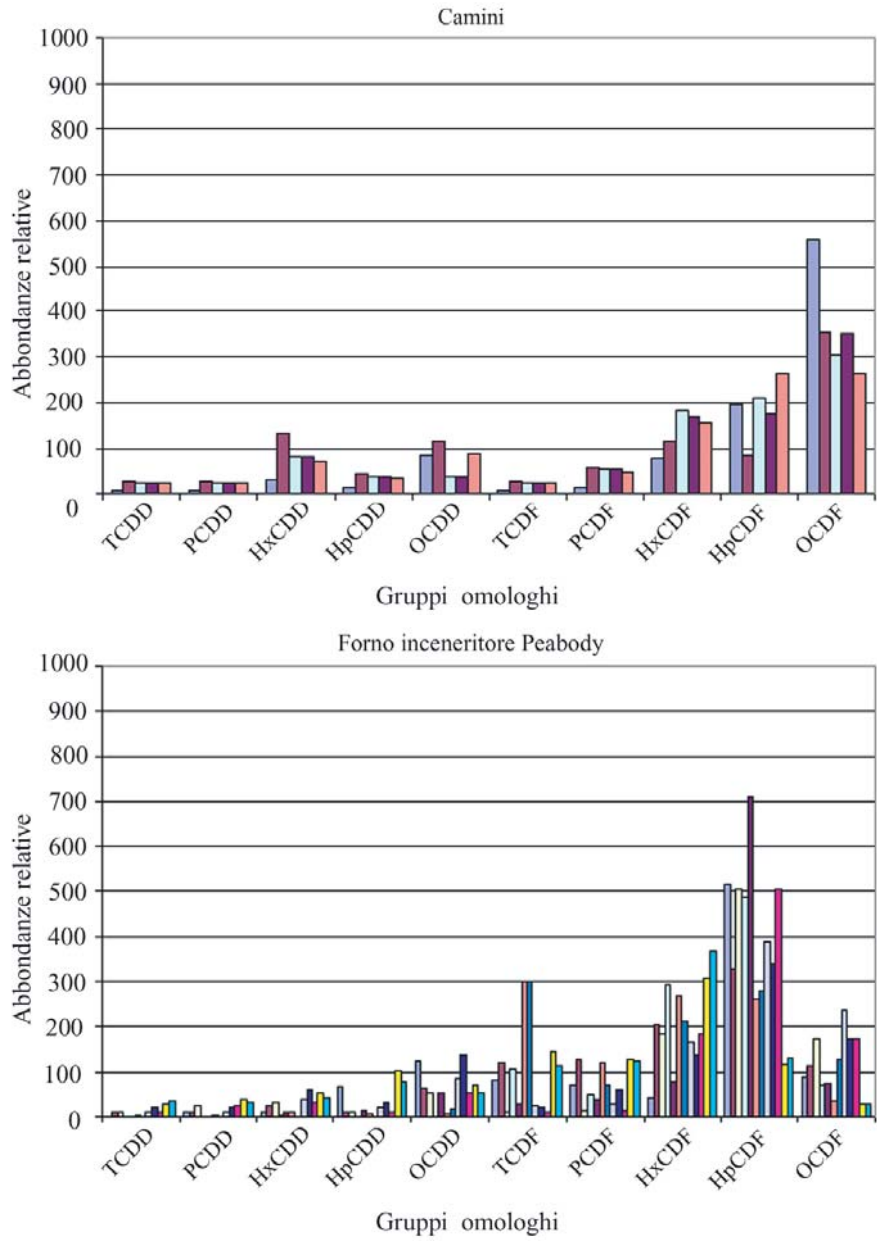


Figura 3.6: Esempi di markers di emissioni in atmosfera industriali a Porto Marghera (camini EVC e forno inceneritore Peabody.)



### 3.3. Conclusioni e idee per il futuro

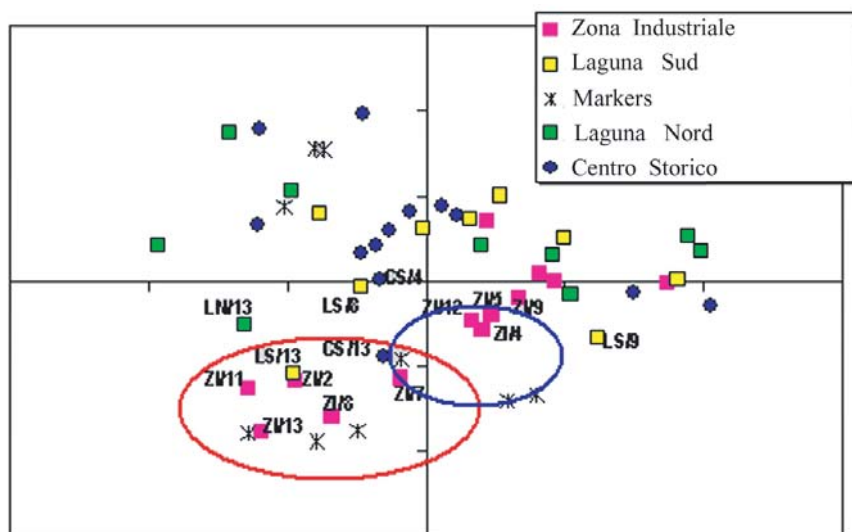


Figura 3.7: Elaborazione multivariata (PCA). I diversi simboli pieni rappresentano le deposizioni mensili nelle quattro stazioni. Le aree rossa e blu racchiudono i campioni più simili ai markers delle lavorazioni industriali di dicloroetano (DCE) e cloruro di vinile monomero (CVM).

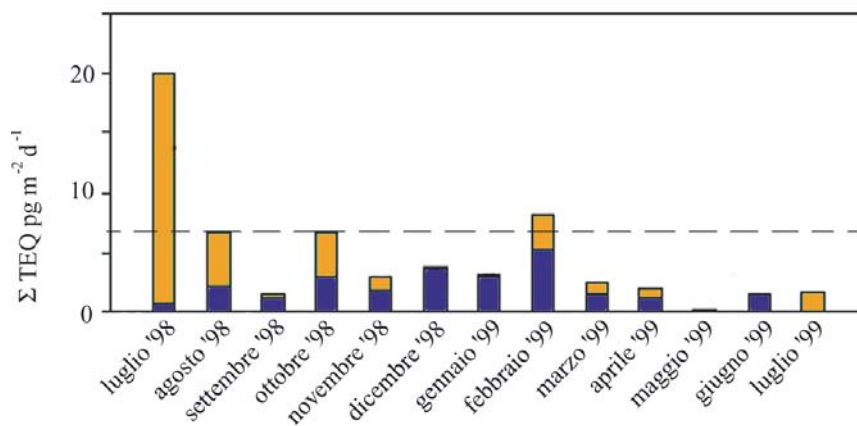


Figura 3.8: Flussi medi di diossine e PCB. Ogni istogramma rappresenta la somma dei flussi di PCDD/F (blu) e PCB (ocra), espressi in tossicità equivalente. La linea tratteggiata ( $7 \text{ pg m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ ) rappresenta il valore raccomandato dall'Agenzia per l'Ambiente del Belgio per proteggere la salute dei cittadini [De Fré et al., 2000].



- b)** Cercare di ridurre al minimo gli input di diossine in laguna (vedi il punto 6 del DM 23/4/98 “Ronchi-Costa”);
- c)** Migliorare e incrementare le analisi delle emissioni da parte degli organi competenti.

Un altro intervento possibile in tempi brevi sarebbe quello di imporre - al momento di rilasciare le autorizzazioni- controlli integrativi (campionatori in continuo, biomonitoraggio, deposimetri, ecc.), specialmente per gli inceneritori di Rifiuti Solidi Urbani (RSU), gli inceneritori industriali, le centrali termoelettriche e l'uso di combustibile da rifiuto (CDR).

## Capitolo 4

# I POP dai sedimenti alla catena alimentare: l'esigenza del monitoraggio

**Stefano Raccanelli**

Laboratorio Microinquinanti, Consorzio INCA, Marghera

I sedimenti marini, lacustri e fluviali sono, assieme ai terreni e agli organismi viventi, i comparti ambientali maggiormente interessati da input e conseguente accumulo di PCDD, PCDF ed altri POP. La contaminazione è legata all'immissione diretta di scarichi industriali e civili, al dilavamento dei suoli contaminati, alle precipitazioni atmosferiche e allo scarico di rifiuti e residui di lavorazione avvenuto nel passato. I sedimenti presenti sui fondali della laguna di Venezia hanno un ruolo fondamentale nel determinare la qualità e l'equilibrio complessivo dell'ecosistema e pertanto sono stati oggetto negli anni passati di numerosi studi [*Orio e Donazzolo*, 1987; *MAV - CVN*, 1999]. Essi infatti conservano la "memoria" dei processi di immissione, dispersione e deposizione delle sostanze inquinanti, di origine antropica o naturale, e con esse dei principali fenomeni occorsi nel bacino lagunare.

Il monitoraggio dei POP nella laguna di Venezia è stato effettuato negli anni passati quasi esclusivamente sui sedimenti grazie anche al fatto che le maggiori concentrazioni rilevate consentivano l'utilizzo di metodi analitici meno sofisticati. In alcuni studi si è tentato, tramite la radiodatazione di capire la cronologia della contaminazione del sedimento. L'attività umana, gli scavi dei canali, il transito di navi e imbarcazioni in grado di risospingere il sedimento anche in profondità, la pesca effettuata con turbosoffianti e con barchini dotati di rusca e giostra, hanno lasciato pochissime zone in cui il sedimento non

4. I POP dai sedimenti alla catena alimentare: l'esigenza del monitoraggio

ZONA	PCDD/F (ng TE/kg)	PCB (ng TE/kg)
Area Industriale	~300	~50
Bassi fondali	2—6	0.3—1
Canali lagunari	~3	~0.5

Tabella 4.1: Valori medi di tossicità equivalente di diossine e PCB “diossina simili” nei sedimenti della laguna di Venezia [MAV - CVN, 2000b].

è stato rimescolato. Risulta molto difficile, se non impossibile, effettuare uno studio cronologico del sedimento della laguna di Venezia nelle zone in cui l'attività umana è stata massiccia. Si è ritenuto pertanto più opportuno effettuare il monitoraggio dei POP nel sedimento superficiale che consente sia di ottenere la “foto” della situazione attuale, sia di conoscere la contaminazione dell'habitat del biota che di fatto è l'elemento di trasferimento dei POP all'uomo.

Il primo studio completo sulla presenza di PCDD/F nei sedimenti superficiali della laguna di Venezia (0—15 cm) è stato effettuato dal Consorzio Venezia Nuova per conto del Magistrato alle Acque di Venezia con campioni prelevati nel 1997 e nel 1998. Come si evince dalla Figura 4.1 nella zona industriale si riscontra la concentrazione più elevata pari a 455 ng I-TE/kg. In altri studi, effettuati nella zona industriale, si è riscontrata una concentrazione di 2857 ng I-TE/kg [Bellucci *et al.*, 2000].

Se si considerano i valori medi, espressi in tossicità equivalente, di diossine e PCB “diossina simili” nei sedimenti della laguna di Venezia, si ottengono i risultati indicati nella tabella 4.1. Sedimenti con bassa contaminazione possono venir considerati quelli della laguna sud e della laguna nord con concentrazioni tra 1 e 2 ng I-TE/kg. Inoltre la circolare del Ministero dell'Ambiente del 18/12/95 blocca l'escavo dei canali e lo sversamento dei sedimenti a mare qualora la concentrazione di Diossine e Furani espresse in tossicità equivalente (I-TE) superasse il valore di 0,48 ng I-TE/kg, che si può quindi considerare un valore di “fondo” della laguna.

Tramite l'analisi dei residui industriali e dei fanghi in entrata nei depuratori civili si è potuto risalire a due impronte (vedi par. 1.4) chiave della contaminazione da PCDD/F nella laguna di Venezia: la prima è l'impronta data dalle produzioni industriali legate al ciclo del cloro mentre la seconda è quella caratterizzata dalle deiezioni umane. La differenza più evidente delle due impronte è il rapporto tra l'octaclorofurano (OCDF congenere relativamente più abbondante nella produzione di CVM e nel ciclo del cloro) e l'octaclorodiossina (OCDD congenere relativamente più abbondante nelle deiezioni umane e in alcune combustioni). Il rapporto OCDF/OCDD varia da 4 a 8 nella zona industriale a 0,3-0,5 nella zona di Chioggia.

Dal confronto delle impronte medie si evince come i sedimenti della zona industriale siano contaminati dai residui industriali legati alla produzione del cloro, mentre i sedimenti dei canali di Venezia sono principalmente contaminati dalle deiezioni umane (Fig. 4.2).

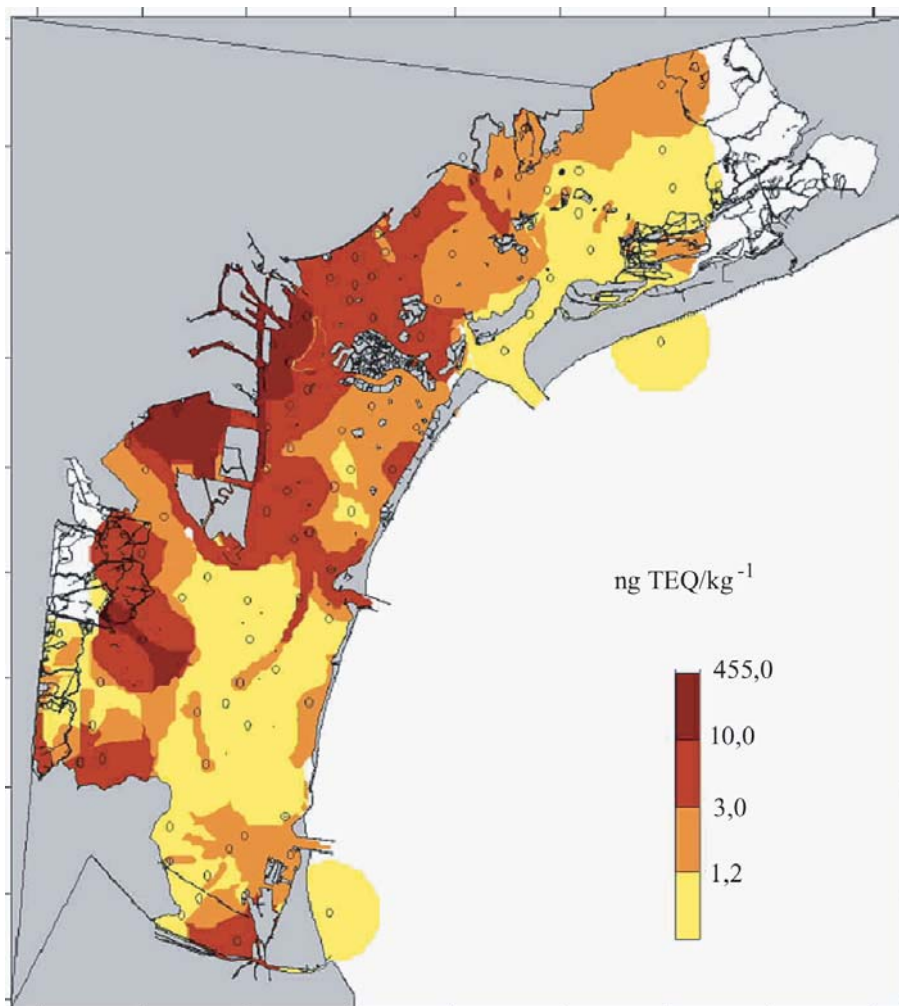


Figura 4.1: Concentrazione di PCDD/F nei sedimenti [MAV - CVN, 1999].

#### 4.1. Analisi delle Componenti Principali (PCA)

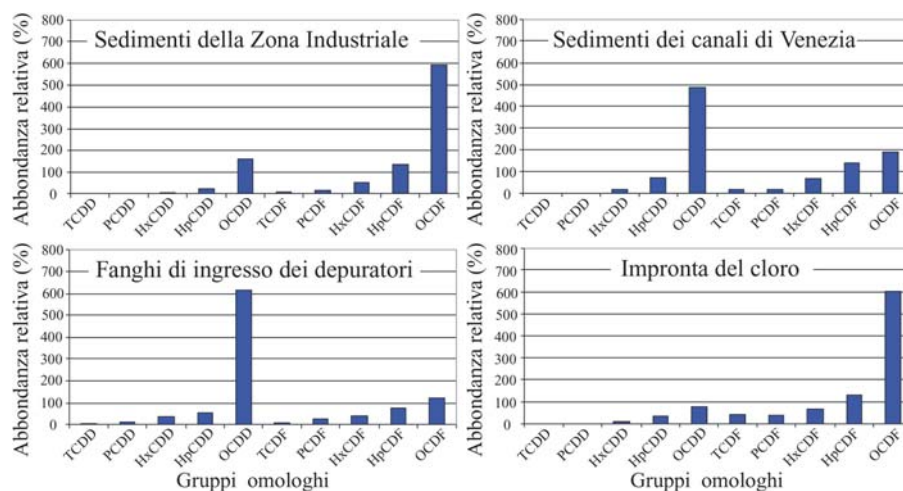


Figura 4.2: Confronto tra le impronte.

### 4.1 Analisi delle Componenti Principali (PCA)

Nello studio delle impronte si è effettuato un confronto visivo di 10 variabili (gli omologhi) desunte dai 17 congeneri tossici dei 210 esistenti: ogni campione è perciò rappresentato da 10 variabili. Per capire se questi campioni possono essere correlati fra loro, dovremmo sempre rappresentarli in uno spazio a 10 dimensioni e vedere se alcuni di essi sono “raggruppati”, cioè se queste 10 variabili assumono valori simili. Al fine di sintetizzare queste informazioni, è consigliabile utilizzare metodi statistici che hanno l’obiettivo di ridurre il numero delle variabili in maniera sensibile senza però ridurre sensibilmente la varianza associata a tutto l’insieme di dati. Uno dei più sicuri, usato fin dal 1950, è la PCA - Principal Component Analysis o Analisi delle Componenti Principali. Questo metodo consente di individuare un insieme di nuove variabili, le “componenti principali”, costituite da una combinazione lineare delle variabili originali. Ad ogni componente è associata una certa frazione della varianza dei dati: si possono quindi eliminare quelle componenti cui è associata una frazione molto piccola della varianza. Nel database sono state inserite le impronte delle PCDD/F dei sedimenti superficiali della laguna, dei canali industriali, dei canali di Venezia. Come termine di confronto sono state inserite anche le impronte dei depuratori civili, dei residui industriali provenienti dai pozzetti degli impianti interni al petrolchimico e alcune impronte ricavate dalla letteratura riguardante le produzioni del CVM e del ciclo del cloro. I dati sono stati organizzati in una matrice con le variabili nelle colonne (le 10 abbondanze relative) e i campioni sulle righe. L’Analisi delle Componenti Principali ha ridotto il numero di variabili necessarie a descrivere la variabilità dei dati e a visualizzare gli oggetti in uno spazio a 2 e a 3 dimensioni invece che a 10.



## 4.2 Sedimenti e vongole

Passando alla valutazione della concentrazione delle diossine e di altri POP nei sedimenti in cui crescono le vongole e viene effettuata la pesca, sono stati presi in considerazione 4 punti rappresentativi:

1. la Zona Industriale, area preclusa alla pesca, in cui viene effettuata pesca abusiva;
2. la zona a Nord di Venezia in cui esistono allevamenti autorizzati;
3. la zona a nord di Chioggia in cui esistono allevamenti autorizzati;
4. la zona della secca di S. Erasmo (“el baccan”) in cui molti veneziani usano pescare le vongole.

Analizzando i dati nei sedimenti superficiali dove crescono le vongole, la sommatoria di diossine e policlorobifenili (PCDD/F+PCB) espressa in tossicità equivalente (ng WHO/kg) scende dal valore medio di 46,6 nella zona Industriale a 0,2 di S. Erasmo. Le concentrazioni rilevate a Nord di Chioggia sono paragonabili a quelle di S. Erasmo, mentre quelle a Nord di Venezia sono ancora più elevate dei limiti proposti per l'allevamento.

Lo studio di altri due indicatori, la presenza di esaclorobenzene (HCB, sottoprodotto del ciclo del cloro) e del rapporto OCDF/OCDD, conferma che allontanandosi dalla zona industriale diminuisce drasticamente la concentrazione media di HCB tra zona industriale (260 ng/kg) e S. Erasmo (1,4 ng/kg circa 18 volte in meno) e addirittura oltre 4000 volte inferiore a Chioggia. Analogamente il rapporto OCDF/OCDD passa da un valore medio di 8 in zona industriale a 0,5 a Chioggia. Questi dati sono mostrati nella tabella 4.2.

Dall'analisi dei dati relativi ai POP finora considerati, si deduce che la zona a nord di Chioggia e a sud del canale Malamocco-Marghera risultano quelle praticamente non influenzate dagli scarichi della zona industriale.

ZONA	PCDD/F+PCB ng WHO-TE/kg	OCDF/OCDD	HCB µg/kg
Canali industriali	46,6	8	260
Burano	5,9	2,2	0,15
S. Erasmo	0,2	1,5	1,4
Chioggia	0,5	0,5	0,1

Tabella 4.2: Valori medi di concentrazione sul secco dei POP nei sedimenti della laguna.

Prendendo ad esempio tra i molluschi le vongole (che vivono nel sedimento), vediamo se e come la contaminazione da POP riscontrata nel sedimento si trasmette a questi organismi.

#### 4.2. Sedimenti e vongole

ZONA	PCDD/F + PCB pg WHO-TE/g	OCDF/OCDD	HCB $\mu\text{g}/\text{kg}$
Canali industriali	1,65	4,7	6,9
Burano	0,45	1,2	< 0,1
S. Erasmo	0,09	0,7	< 0,1
Chioggia	0,11	0,4	< 0,1

Tabella 4.3: Valori medi di concentrazione di POP nelle vongole della laguna.

Nella tabella 4.3 viene riportato il valore medio di concentrazione di PCDD/F + PCB (in pg TE-WHO/g sulla sostanza edibile) riscontrato nelle vongole pescate nelle quattro zone prese in considerazione. Analogamente ai sedimenti la concentrazione massima è riscontrata su quelle pescate (abusivamente) in zona industriale, la minima a S. Erasmo con valori molto simili a Chioggia.

La concentrazione di diossina e PCB “diossina simili” nelle vongole della laguna Nord è correlabile con quella riscontrata nel sedimento. Se inseriamo in un diagramma logaritmico tutti i dati relativi alla concentrazione di PCDD/F rilevata nel sedimento assieme a quelli delle vongole pescate nello stesso punto, si ottiene una buona correlazione a riprova che la contaminazione delle vongole è proporzionale alla contaminazione del sedimento (Fig. 4.4).

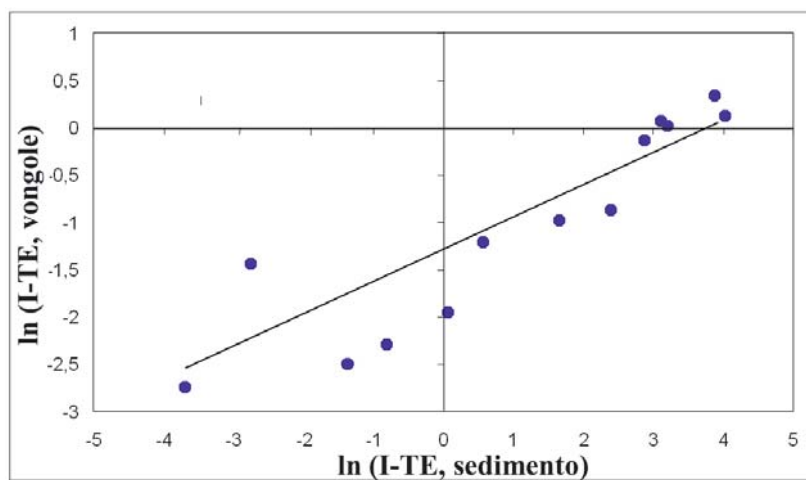


Figura 4.4: Correlazione tra la concentrazione di PCDD/F nel sedimento e nelle vongole raccolti contemporaneamente in diverse parti della laguna.

Lo studio visivo delle impronte dei sedimenti e delle vongole nelle quattro zone, conferma, nonostante alcune differenze dovute al metabolismo, una correlazione tra l'impronta di PCDD/F rilevata nel sedimento e quella rilevata nelle vongole (Fig. 4.5).



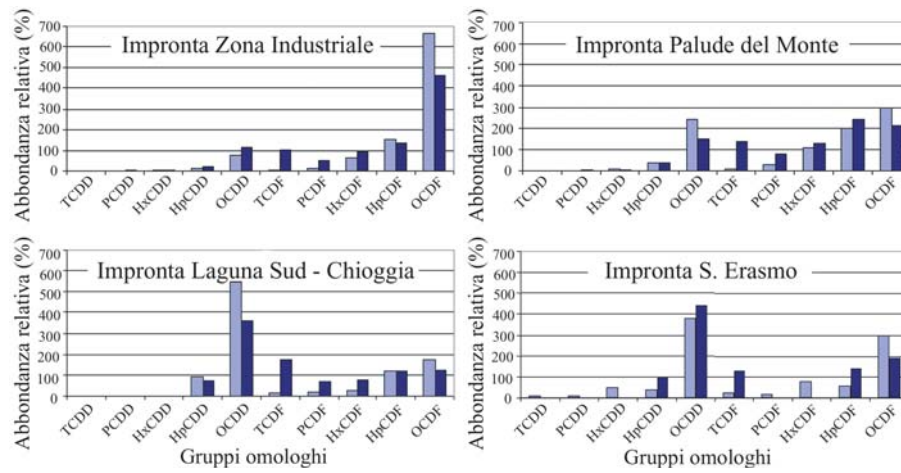


Figura 4.5: Confronto tra le impronte nel sedimento (azzurro) e nelle vongole (blu).

La prova della correlazione tra la contaminazione del sedimento e la contaminazione delle vongole è supportata anche dalla concentrazione media di HCB nelle vongole ( $6,9 \mu\text{g}/\text{kg}$  nella zona industriale e praticamente assente nelle altre zone) e dal rapporto OCDF/OCDD con un valore medio di 4,7 nella zona industriale e un valore compreso tra 0,4 e 1,2 nelle altre zone.

### 4.3 Conclusioni

Considerando quanto esposto in precedenza e alla luce di una eventuale bonifica delle zone contaminate si ribadisce l'esigenza del monitoraggio dei POP per:

- Controllo delle evoluzioni degli apporti dei POP dagli scarichi diretti in laguna, dal bacino scolante e dalle emissioni;
- Controllo del rilascio durante le operazioni di bonifica;
- Studio del trasferimento dei POP dal sedimento e dall'acqua al biota;
- Protezione alimentare attraverso l'allevamento controllato e il blocco dell'abusivismo.

## Capitolo 5

# I POP possono ridurre il successo riproduttivo degli organismi lagunari?

**Davide Tagliapietra**  
*CNR - ISMAR, Venezia*

Il declino della fauna acquatica lagunare, a cui abbiamo assistito durante la seconda metà del '900, può essere attribuito ad una generale perdita di qualità dell'ambiente dovuta sia alla distruzione degli habitat sia ai diversi tipi di inquinamento. Se da una parte tale declino appare evidente anche al pescatore dilettante, dall'altra censimenti sistematici della fauna acquatica, tranne poche eccezioni [Vatova, 1940; Giordani Soika & Perin, 1974; Magistrato alle Acque di Venezia-CVN, studio in corso], sono pressoché assenti mentre i dati riferiti al pescato vanno valutati attentamente in quanto si riferiscono a poche specie di interesse commerciale. È necessario sottolineare come i fattori di stress ambientale possono agire sul metabolismo degli ecosistemi a differenti scale spaziali e temporali. Si configurano così diversi scenari di alterazione a seconda, della risoluzione, della durata della perturbazione e dello stato di integrità biologica dell'ecosistema. Ad esempio le anossie diffuse, come quelle susseguenti la proliferazione delle macroalghe a cui si è assistito negli anni '80 e nei primi anni '90, provocano repentine e massicce morie nella maggior parte delle specie. Gli agenti mutageni invece, provocano danni genetici i cui effetti (a livello di popolazione o di ecosistema) diventano percepibili solo dopo un periodo di tempo sufficientemente lungo di amplificazione. Il mascheramento dei massici eventi (es.: le anossie) ad effetto acuto sulle biocenosi non deve però portare a trascurare gli eventi ad effetto cronico. In questo capitolo viene proposta una riflessione generale riguardo le possibili conseguenze sul poten-

## 5. I POP possono ridurre il successo riproduttivo degli organismi lagunari?

ziale riproduttivo della fauna acquatica lagunare imputabili all'esposizione ai contaminanti organici persistenti (POP). L'ipotesi qui esposta è la seguente: i POP presenti nell'ambiente raggiungono gli individui sia direttamente dal mezzo liquido che attraverso la rete alimentare accumulandosi nei tessuti grassi. Si concentrano così nelle gonadi generando problemi di fertilità negli adulti e, trasferendosi ai gameti, causano problemi di sviluppo e sopravvivenza negli embrioni e nelle larve. Essendo persistenti, quindi difficilmente metabolizzabili per definizione ed avendo una elevata affinità per i tessuti grassi, i POP vengono bioconcentrati, bioaccumulati e biomagnificati in alta percentuale lungo la catena alimentare [Gray, 2002; Moore et al., 2002; Van der Oost et al., 2003]. In ognuno degli organi in cui sono accumulati, i POP possono esercitare la loro azione deleteria. I POP, una volta assunti dagli organismi ed entrati a far parte delle loro strutture biologiche, interagiscono con i processi fisiologici di crescita, di mantenimento o di riproduzione e possono provocare effetti diretti sul metabolismo dell'individuo od indiretti sullo sviluppo o sopravvivenza della sua progenie. Sono di conseguenza ipotizzabili danni sia indiretti che diretti al successo riproduttivo. I danni indiretti si esplicherebbero attraverso una azione a livello somatico che si ripercuoterebbe poi sull'attività riproduttiva mentre danni diretti colpirebbero direttamente la linea riproduttiva (gameti, uova, embrioni e larve). Questa catena di eventi potrebbe provocare una limitazione importante nel reclutamento annuale degli individui giovani, cosicché la perdita degli adulti, dovuta alla mortalità naturale e/o alla pesca, non sarebbe adeguatamente compensata. Il risultato sarebbe un lento declino delle popolazioni. L'uso del condizionale è dovuto alla scarsità di indagini sinora portate a termine in questa direzione nella Laguna di Venezia mentre altrove, soprattutto all'estero, si vanno consolidando evidenze sperimentali comprovanti l'esistenza di tale impatto. Possiamo scomporre il processo in momenti diversi (Fig. 5.1):

1. Esposizione degli individui ai POP;
2. assunzione dei POP da parte di individui;
3. accumulo nei tessuti;
4. trasferimento biologico degli inquinanti:
  - (a) Trasferimento intraspecifico a gameti, embrioni e larve;
  - (b) Trasferimento interspecifico a livelli trofici più elevati con amplificazione degli effetti lungo la catena trofica.

Un esempio di azione indiretta sulla riproduzione evidenziato in Laguna di Venezia [Livingstone et al., 1995; Pipe et al., 2000; Pulsford et al., 2000], è l'impatto negativo che alcuni POP hanno sul sistema immunitario sia di mitili (*Mytilus galloprovincialis*) che di ghiozzi (*Zosterisessor ophiocephalus*) inducendo una debilitazione generalizzata degli organismi maggiormente esposti. PCB, diossine e furani espletano poi un'azione diretta di disturbo sul sistema riproduttivo a cominciare dalle funzioni endocrine e sono per questo

## 5. I POP possono ridurre il successo riproduttivo degli organismi lagunari?

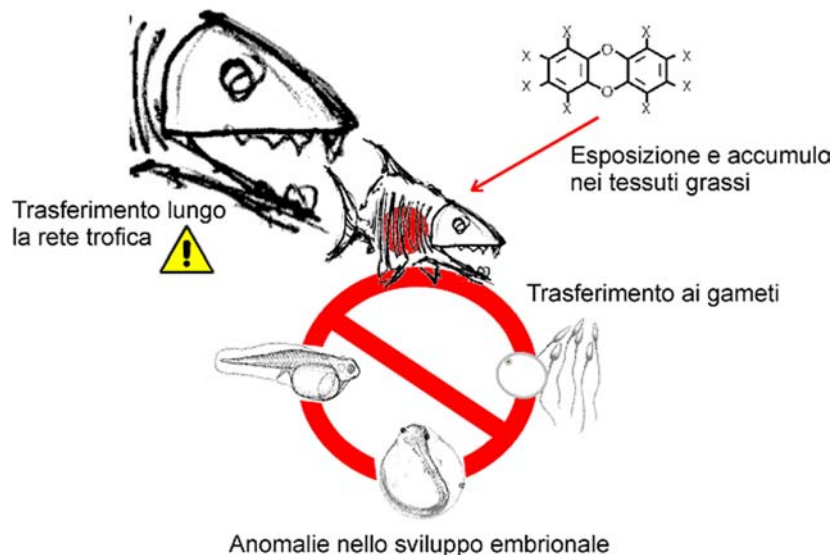


Figura 5.1: Trasferimento intraspecifico ed interspecifico dei POP.

motivo catalogati tra gli Endocrine Disruptors (EDs). Tali sostanze svolgono, anche a concentrazioni molto basse, un'attività ormono-simile le cui conseguenze sul corretto sviluppo e funzionamento delle gonadi possono essere profonde, giungendo fino alla femminizzazione dei maschi o alla mascolinizzazione delle femmine [US-EPA, 1997]. Questi effetti possono combinarsi con quelli di altri EDs diffusi nell'ambiente, come ad esempio lo stagno tributile (Tri-Buthyl Tin, TBT) [Axiak *et al.*, 2003].

In un'altra ricerca effettuata in laguna di Venezia [Nasci *et al.*, 1998] si sottolinea come l'accumulo degli inquinanti organici nei mitili (Fig. 5.2) sia coincidente con il momento di maggior contenuto in grassi negli organismi e cioè durante il periodo riproduttivo. I lipidi infatti, sono abbondantemente presenti nel corpo degli animali durante tale periodo perché servono come fonte di energia in questo delicato momento, essendo tra i costituenti fondamentali degli organi della riproduzione, [Pazos *et al.*, 1997] e perché costituiranno l'alimento (il tuorlo) che permetterà lo sviluppo delle uova e delle larve [Holland, 1978]. I lipidi costituiscono un'alta percentuale, attorno al 15-20%, del peso delle uova di invertebrati e pesci e gli inquinanti organici quindi possono finire direttamente negli oociti ed esercitare la loro azione tossica pregiudicando la fecondazione e la schiusa delle uova, il corretto sviluppo degli embrioni e la vitalità delle larve [Hummel *et al.*, 1990; Monosson *et al.*, 1994; Chu *et al.*, 2000]. Specie diverse sono influenzate in maniera diversa dai meccanismi sopra esposti a seconda della loro fisiologia ed ecologia [Gray, 2002]. È però sufficiente

## 5. I POP possono ridurre il successo riproduttivo degli organismi lagunari?

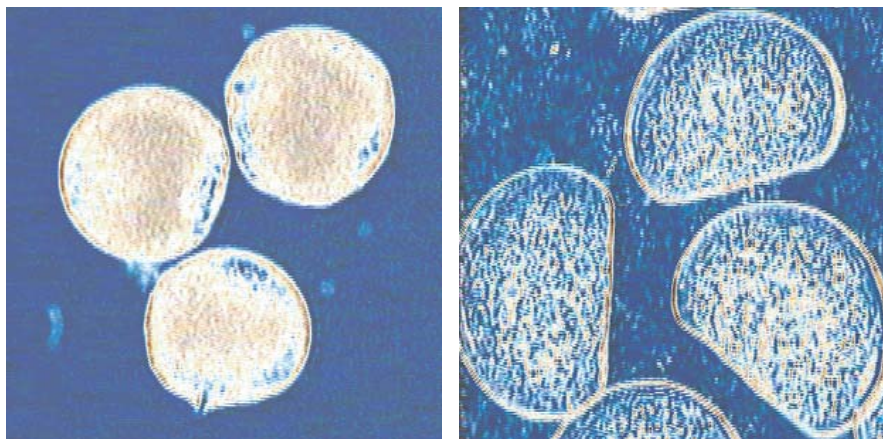


Figura 5.2: Uova (a sinistra) e larve (a destra) di *Mytilus galloprovincialis* (Foto di Chiara Fosso).

che il successo riproduttivo sia ridotto anche di poco, ma in maniera continua, affinché si assista ad un lento regredire delle popolazioni. Raggiunti però certi livelli critici si verificherebbero degli scompensi nei rapporti tra le specie e tra queste ed il loro habitat, con effetti amplificati a livello di ecosistema. Questi effetti potrebbero concretizzarsi in un crollo repentino di alcune specie accompagnate, anche paradossalmente, da un altrettanto repentino aumento dei loro competitori. Le specie più vulnerabili sarebbero quindi quelle caratterizzate da un'alta percentuale di tessuti grassi, da una lunga durata della vita, da uova relativamente poche e grandi, magari accompagnate da cura della prole, come nel caso del ghiozzo (*Zosterisessor ophiocephalus*), mentre le specie avvantaggiate potrebbero essere quelle dotate di caratteristiche opposte. La complessità ed il numero dei rapporti tra le specie potrebbe rendere instabile il sistema biologico con fluttuazioni caotiche fino al raggiungimento di un nuovo equilibrio. A complicare la faccenda si aggiungono gli effetti degli altri contaminanti [Matthiessen & Law, 2002] e degli stress ambientali sopra ricordati che si combinano con quelli dei POP in maniera tutt'altro che lineare.

Da ultimo, vorremmo sottolineare come l'integrità dell'ambiente nel quale si svolgono gli eventi legati alla riproduzione sia di fondamentale importanza. Anche qui i POP possono portare il loro contributo negativo: l'effetto degli erbicidi sulle fanerogame marine, vere e proprie erbe lagunari che costituiscono un ambiente importantissimo per la riproduzione di moltissime specie (tanto da essere definito "nursery", "asilo nido" dagli specialisti del settore), non è ancora stato valutato in Laguna di Venezia come è invece stato fatto altrove [Scarlett *et al.*, 1999; Haynes *et al.*, 2000]. Per verificare l'ipotesi sopra esposta andrebbero approntati opportuni programmi di studio e monitoraggio di:

- contaminanti in gonadi, uova e larve;

5. I POP possono ridurre il successo riproduttivo degli organismi lagunari?

- tasso di schiusa delle uova;
- modalità di sviluppo embrionale;
- sopravvivenza degli embrioni;
- malformazioni;
- mortalità all'inizio dell'alimentazione autonoma.

Questi studi dovrebbero essere abbinati a programmi di valutazione sperimentale, in laboratorio ed in mesocosmo, della sopravvivenza e della vitalità di embrioni, larve e juvenili di animali lagunari esposti a singoli contaminanti e a miscele. Sarebbe auspicabile che tali programmi fossero pianificati in maniera integrata ed eseguiti dalla comunità scientifica veneziana e nazionale.

5. I POP possono ridurre il successo riproduttivo degli organismi lagunari?

## Capitolo 6

# Le discariche di rifiuti industriali tossico-nocivi presenti nella gronda lagunare di Venezia

**Alberto Spoladori**

*Comandante della Stazione del Corpo Forestale di Ve-Mestre*

### 6.1 Introduzione

Dal 1993, data di insediamento del Comando Stazione del Corpo Forestale dello Stato di Venezia-Mestre, si è intrapresa una costante attività di indagine, sia di iniziativa sia delegata dall'Autorità Giudiziaria, relativamente al ciclo dei rifiuti e alle attività illecite ad esso connesse. Ci si è infatti trovati ad operare in un ambiente geo-morfologico e biologico particolarmente complesso, quale può essere la laguna, non solo fortemente antropizzata da molteplici insediamenti umani risalenti storicamente e successivamente espansi, ma messa a rischio nel suo delicatissimo equilibrio anche da un massivo intervento di industrializzazione, operato sin dagli anni '50, che ha fatto di Porto Marghera, nel cuore stesso della Laguna veneziana, uno dei poli più grandi e ad alto rischio dell'industria petrolchimica europea.

Fin dall'inizio si è cercato di individuare le situazioni di maggiore emergenza ambientale (rifiuti prodotti ed inquinamento) non solamente per perseguire e porre fine agli illeciti rilevati, ma allo scopo di creare una mappatura cognitiva dello stato dell'habitat. Si sono al proposito già censiti nella provincia di Venezia 200 ricettacoli abusivi di rifiuti, di cui 60 vere e proprie discariche con la presenza di rifiuti industriali ad alto rischio per l'ambiente e per la salute



umana. In Figura 6.1 sono indicate le discariche più significative della zona industriale di Porto Marghera.

## 6.2 Censimento discariche

Il 3° censimento delle discariche abusive condotto a livello nazionale dal Corpo Forestale dello Stato ([www.corpoforestale.it](http://www.corpoforestale.it)), oltre a quantificare il numero dei ricettacoli censiti, ovvero 4866 siti per un totale nazionale di quasi 20 milioni di metri quadri, fa emergere, tra tutte, sia dal punto di vista dell'estensione sia dal punto di vista di rapporto tra superficie totale ed il numero delle discariche, la situazione del Veneto, che assieme alla Puglia (quasi 4 milioni di metri quadri), supera notevolmente le altre regioni, attestate su valori che raramente superano il milione di metri quadri di superficie totale delle discariche (Fig. 6.2).

Ma mentre nel caso della Puglia la notevole superficie totale regionale può essere considerata proporzionale all'elevato numero di discariche, per il Veneto va invocata invece la straordinaria estensione delle discariche censite nell'area di Venezia-Porto Marghera. Infatti, mentre le dimensioni medie delle discariche in quasi tutte le regioni si aggirano su qualche migliaio di metri quadri, nel solo Veneto assumono estensioni notevolmente più elevate, intorno ai 30 mila metri quadri.

La zona di Venezia Porto Marghera è in pratica colonizzata da significativi nuclei di grosse discariche abusive, caratterizzate dal fatto di essere costituite prevalentemente da rifiuti pericolosi (tossico-nocivi) provenienti dalle industrie, in particolare chimiche, presenti nella zona. Negli ultimi anni ne hanno interessato le sorti importanti procedimenti giudiziari, nel corso dei quali il Comando Stazione del Corpo Forestale di Venezia Mestre ha potuto, attraverso accertamenti di polizia giudiziaria, acquisire in dettaglio dati, finora ignoti, in particolare all'interno di insediamenti produttivi del polo industriale, che sono venuti a costituire parte rilevante del censimento.

Dall'indagine geognostica condotta dal Corpo Forestale dello Stato di Venezia - Mestre per conto della Procura della Repubblica di Venezia, è così emersa una situazione di grave e irreparabile inquinamento del suolo e del sottosuolo e delle falde acquifere a causa proprio della presenza di ricettacoli di rifiuti industriali (figure 6.3 e 6.4). In particolare nell'area interna della zona industriale di Porto Marghera, al di sotto del piano campagna, da 1 metro fino a profondità di 6-7 metri, sono frequentemente presenti rifiuti di natura industriale, ricoperti da materiale di riporto e terreno vegetale. I rifiuti industriali individuati hanno colore generalmente nerastro, aspetto plastico e presentano una bassa consistenza, che tendenzialmente aumenta verso il basso. Al rinvenimento dei rifiuti, si è registrato talvolta un forte odore aromatico. L'analisi delle stratigrafie relative ai sondaggi e la redazione delle sezioni idrogeologiche rilevano come questi materiali si appoggino sul fondo del bacino e si livellino, in sommità, ad una quota costante. Ciò confermerebbe la presenza di un

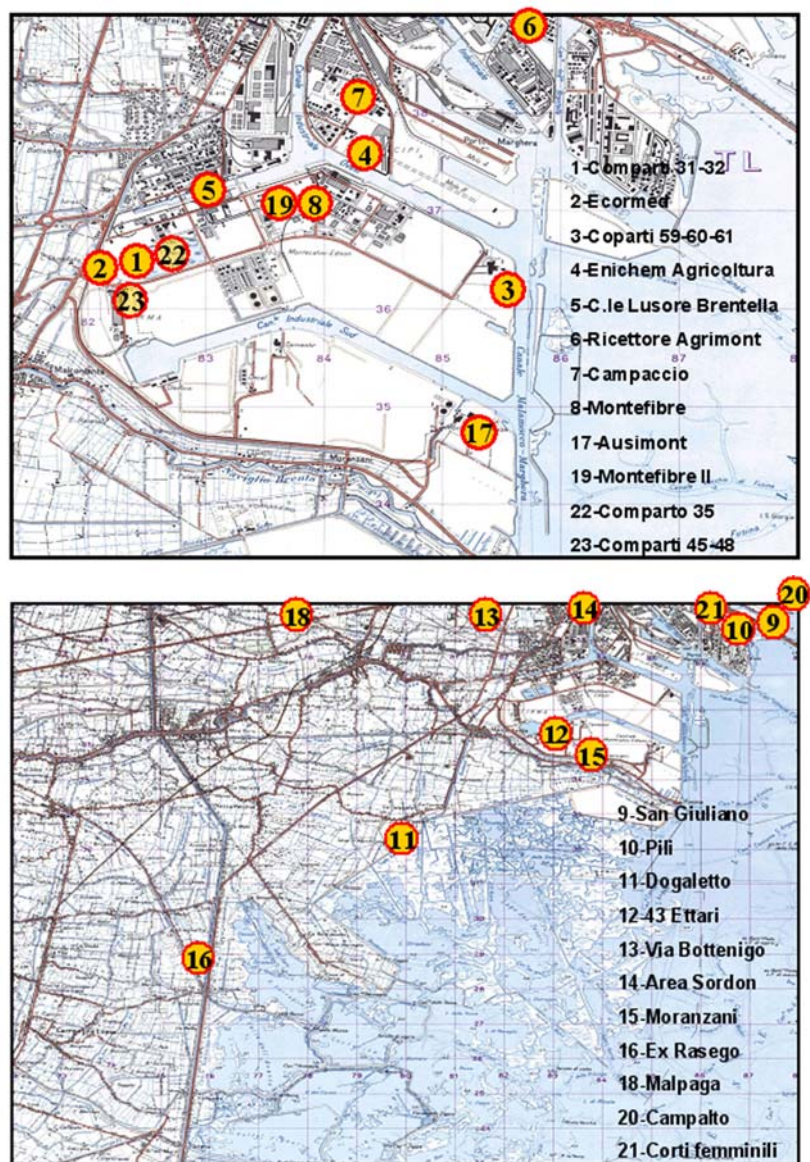


Figura 6.1: Discariche più significative all'interno della zona industriale di Porto Marghera e nella gronda lagunare veneziana.

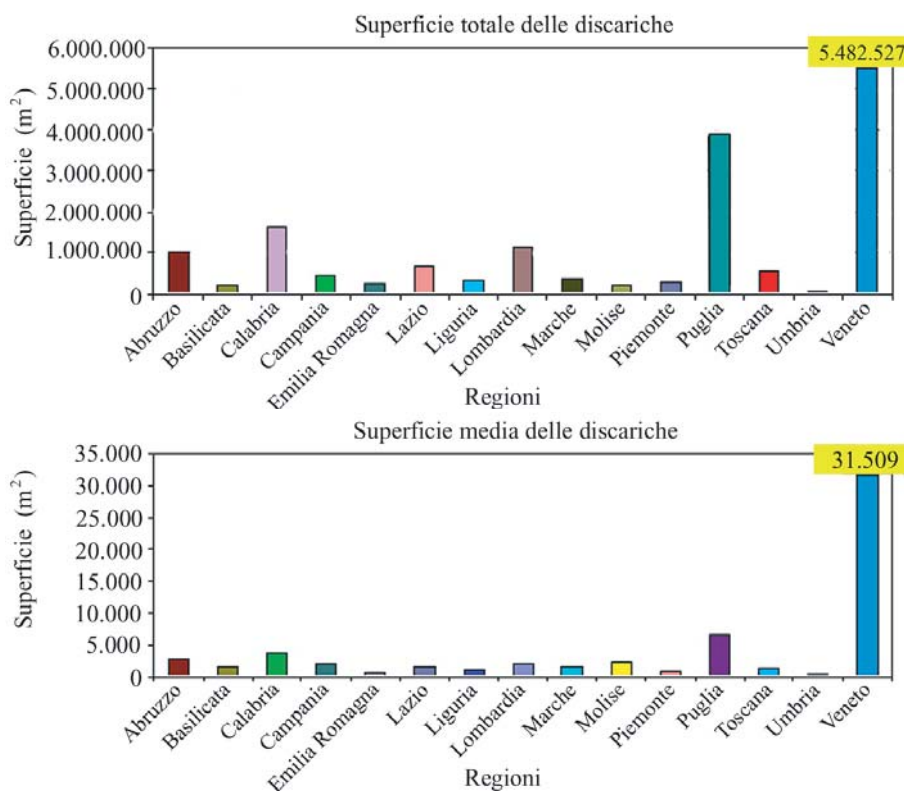


Figura 6.2: 3° Censimento nazionale effettuato dal Corpo Forestale dello Stato nel 2002. Superficie totale (in alto) e media (in basso) delle discariche per regione.

originario bacino di scarico e lo stato fluido o semi-fluido dei rifiuti depositi o, comunque, lo scarico degli stessi direttamente in acqua dal bordo del bacino.

I risultati delle analisi sui campioni di terreno e di rifiuto prelevati evidenziano la presenza nell'area di una generale contaminazione del terreno, dovuta ad elementi quali: piombo, zinco, cadmio, arsenico e mercurio. Diffusa appare anche la presenza di olii minerali e fenoli. Inoltre è stata individuata la presenza di ammine aromatiche, solventi clorurati, idrocarburi aromatici ed ammoniaca (Tab. 6.1).

Non meno grave appare l'inquinamento prodotto da questi ricettacoli sulle acque di falda sia superficiali che profonde. L'ammoniaca è diffusa anche a profondità superiori ai 15 metri. I solventi clorurati si ritrovano nelle acque anche oltre i 20 metri, così come concentrazioni elevate di ammine aromatiche. Inoltre nelle acque sono presenti solventi aromatici ed arsenico. Questi dati vengono riassunti nella tabella 6.2.

Una analoga situazione si ritrova in alcune discariche presenti nella gronda

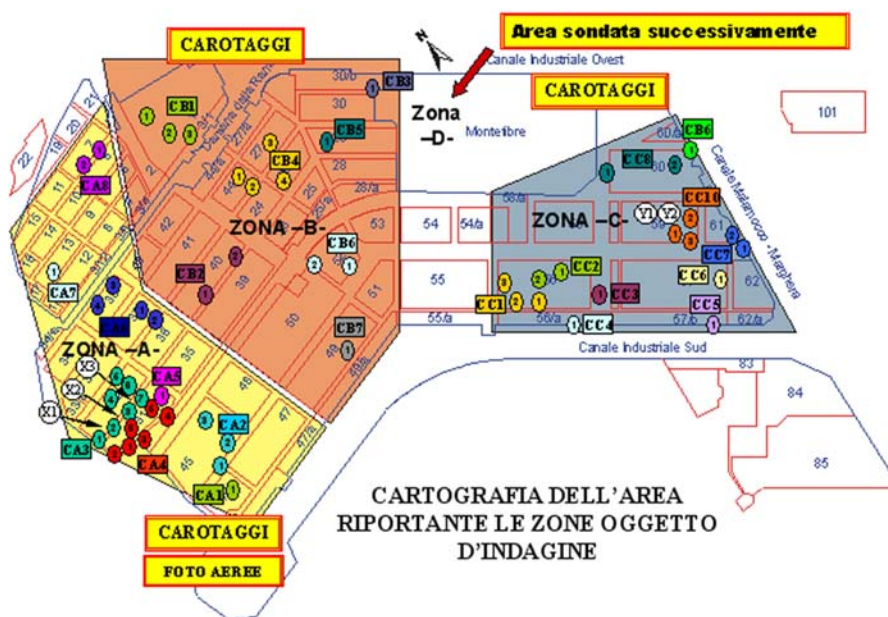


Figura 6.3: Il Petrolchimico di Porto Marghera: aree sottoposte ad indagini geognostiche.

lagunare, nelle quali, per di più, si è riscontrato un valore di radioattività superiore anche a 10 volte il fondo naturale. Massivo è l'inquinamento presente anche nei canali prospicienti l'area industriale, nei quali vennero scaricate per anni acque reflue provenienti dalle attività produttive: uno per tutti il Canale Lusore-Brentella (Fig. 6.5). Nel suo fondo sono tuttora presenti 15.000 m<sup>3</sup> di sedimenti, costituiti da limo e sabbia, che presentano concentrazioni fino a 150 mg/kg di mercurio e fino a 10.000 mg/kg di idrocarburi clorurati.

### 6.2.1 Lo smaltimento dei rifiuti

Già con la preliminare ricostruzione storica ricavata dall'escussione di oltre 200 persone informate sui fatti e dallo studio della voluminosa documentazione sequestrata, si delineava una situazione ambientale grave, confermata poi inequivocabilmente dalle indagini geognostiche, i campionamenti di sedimenti ed ittiofauna e la comunicazione di oltre 135 *notitiae criminis*. Dal quadro complessivo emergeva che, fino agli anni '70, l'industria chimica aveva risolto il problema dello smaltimento dei rifiuti in modo sbrigativo, scaricandoli tramite le fognature, smaltendoli con autobotti in destinazioni "ignote", infustandoli ed interrando i fusti all'interno dello stabilimento o bruciandoli in rudimentali





Figura 6.4: Fase di realizzazione di una discarica all'interno dell'area del Petrolchimico di Porto Marghera.

combustori senza alcun controllo delle emissioni. Liquami, peci, code di distillazione, solidi contaminati e residui di lavorazioni chimiche contenenti sostanze tossiche e nocive venivano dispersi in tutti i comparti ambientali (aria, acqua e suolo) attorno al Petrolchimico. Successivamente agli anni '70 i rifiuti industriali di Porto Marghera cominciarono ad essere scaricati nelle aree interne, quindi irraggiati nelle immediate vicinanze e nelle cave dismesse del territorio lagunare, sversati nel mare Adriatico e infine trasferiti in alcuni Paesi europei e del Terzo Mondo.

In pratica la laguna, l'Adriatico e la terraferma veneziana funzionavano da veri e propri bacini di discarica. In mare, poco fuori del Lido di Venezia, sono finiti 80 milioni di tonnellate di fanghi. Gli scarti industriali sono stati utilizzati per vere e proprie opere di imbonimento degli arenili. Molte strutture delle attuali zone industriali sono state edificate su una base di rifiuti, che i processi di erosione mettono in circolo nelle acque lagunari. Cinque milioni di  $m^3$  di sostanze tossico-nocive sono andate a riempire progressivamente le aree interne agli stabilimenti. I dati, riportati in tabella 6.3, dei residui inquinanti e tossici prodotti dalle aziende e immessi nell'ecosistema lagunare certamente riproducono ancora più chiaramente l'evidenza affermata.

Si è determinato quindi un gravissimo stato di inquinamento ambientale e

## 6.2. Censimento discariche

<b>FOSFOGESSI</b>		
Fertimon Agrimont — produzione dell'acido fosforico (fertilizzanti)		
<b>SOLVENTI CLORURATI</b>		
Impianto CVM - TR - TS - DL2 (impianto di Tetracloruro di carbonio) come prodotti e come residui di produzione (peci clorurate)		
<b>AMMINE AROMATICHE</b>		
Produzione del TDI (Toluene di Isocianato). Processo di nitratozione del toluene per ottenere il dinitrotoluene. Successivamente dalla riduzione ottengono la toluendiammina. Fatta reagire con l'ossido di carbonio ottengono il TDI		
<b>PCB</b>		
Fluido elettrico nei trasformatori (impianti e spurghi trasformatori)		
<b>PCDD</b>		
CVM, ma anche da altre produzioni di cloro alifatici (TR - TS - DL2) e di cloro aromatici (cloruro di benzile e cloruro di benzale) BC1		
<b>METALLI PESANTI</b>		
piombo	Pb	Stabilizzazione del PVC. Usato sotto forma di fosfito bibasico di piombo ed stearato di piombo
mercurio	Hg	Impianto cloro-soda. Il cloruro di mercurio era usato come catalizzatore nella produzione di dicloretano (DCE) CVM e nella produzione di acetati
ferro	Fe	Cloruro ferrico — catalizzatore dell'impianto TS (trielina) e dell'impianto TR (tetracloroetilene)
rame	Cu	Catalizzatore Cloruro di Rame usato nel TD2 (produzione di ossido di carbonio)
arsenico	As	Presente nelle ceneri di pirite, produzione acido fosforico ed Enichem Agricoltura (Fertimon, Agrimont) soluzioni arsenito sodico (detta "soluzione Gianmarco" per depurare l'ammoniaca di sintesi)

Tabella 6.1: *Caratteristiche e provenienza dei rifiuti rinvenuti nelle discariche.*

di potenziale pericolo per il ciclo alimentare lagunare e per l'uomo, che ha comportato l'intervento del legislatore, il quale ha incluso le aree qui considerate tra i siti ad alto rischio ambientale, per cui sono previsti finanziamenti statali per opere di bonifica. Interessante a questo punto sollecitare una riflessione sulle attività di bonifica. In base all'esperienza acquisita sul campo investigativo dallo stesso Comando Forestale di Venezia—Mestre molto spesso, infatti, queste operazioni nascondono situazioni di gravi illeciti e speculazioni. Recente l'indagine che ha portato alla luce come circa 500 tonnellate di rifiuti tossico nocivi, rimossi dall'area oggetto di bonifica, siano stati abusivamente avviati al recupero presso alcuni cementifici o utilizzati come sottofondo stradale, attraverso la sistematica falsificazione dei documenti di accompagnamento e

	a/b/c						
SOLVENTI CLORURATI	0,02/	PZ37	<b>4033</b> <sub>a,b,c</sub>	PZTDI	<b>10</b> <sub>a,b,c</sub>	PZ63	<b>0,12</b> <sub>a,c</sub>
	1,00/	PZ56	<b>289</b> <sub>a,b,c</sub>	PZ15	<b>9</b> <sub>a,b,c</sub>	PZ64	<b>0,07</b> <sub>a,c</sub>
	0,03	PZ16	<b>46</b> <sub>a,b,c</sub>	PZ50	<b>0,2</b> <sub>a,c</sub>	PZ73	<b>0,07</b> <sub>a,c</sub>
		PZ55	<b>20</b> <sub>a,b,c</sub>	PZ43	<b>9</b> <sub>a,b,c</sub>	PA2	<b>1,29</b> <sub>a,b,c</sub>
		PZ66	<b>554</b> <sub>a,b,c</sub>	PZ27	<b>0,4</b> <sub>a,c</sub>	P18	<b>1,15</b> <sub>a,b,c</sub>
		PZS1	<b>76</b> <sub>a,b,c</sub>	PZ67	<b>3</b> <sub>a,b,c</sub>	P15	<b>4,4</b> <sub>a,b,c</sub>
SOLVENTI AROMATICI	0,01/	P4(TA)	<b>0,1</b> <sub>a,c</sub>				
	0,02/ 0,05	P1	<b>0,07</b> <sub>c</sub>				
AMMINE AROMA- TICHE	0,01/	P1	<b>2</b> <sub>a</sub>	PA3	<b>0,13</b> <sub>a</sub>		
	N.L./	P15	<b>3,4</b> <sub>a</sub>				
	N.L.	P18	<b>15,9</b> <sub>a</sub>				
COD	80/	PZ53	<b>171</b> <sub>a,b,c</sub>	P1	<b>965</b> <sub>a,b,c</sub>	P13	<b>250</b> <sub>a,b,c</sub>
	160/	PZ45	<b>183</b> <sub>a,b,c</sub>	PA2	<b>428</b> <sub>a,b,c</sub>	P15	<b>210</b> <sub>a,b,c</sub>
	5	PZ1	<b>736</b> <sub>a,b,c</sub>	PA5	<b>138</b> <sub>a,c</sub>	P18	<b>418</b> <sub>a,b,c</sub>
AMMONI- ACA	2/	PZ75	<b>1972</b> <sub>a,b,c</sub>	PZ46	<b>40</b> <sub>a,b,c</sub>	P13	<b>132,7</b> <sub>a,b,c</sub>
	10/	PM2	<b>312</b> <sub>a,b,c</sub>	PZ64	<b>28,9</b> <sub>a,b,c</sub>	P18	<b>300</b> <sub>a,b,c</sub>
	0,05	PZ39	<b>41</b> <sub>a,b,c</sub>	P1	<b>774</b> <sub>a,b,c</sub>	PA2	<b>116</b> <sub>a,b,c</sub>
					PA5	<b>127</b> <sub>a,b,c</sub>	
ARSENICO	0,02/ 0,05/ 0,05	PZ71	<b>0,45</b> <sub>a,c</sub>				
		PZ73	<b>0,38</b> <sub>a,c</sub>				
MERCURIO	0,005/ 0,005/ 0,001	PZ30	<b>0,014</b> <sub>a,b,c</sub>				
PIOMBO	0,01/	P4(TA)	<b>0,1</b> <sub>a,c</sub>				
	0,02/ 0,05	P1	<b>0,07</b> <sub>c</sub>				
ZINCO	0,05/	PZ25	<b>4,8</b> <sub>a,b,c</sub>				
	0,05/ 3	PZ63	<b>0,6</b> <sub>a,b</sub>				

Tabella 6.2: Piezometri nei quali sono superate le concentrazioni stabilite dai limiti di legge: la sigla PZx indica il piezometro, il numero in grassetto indica la concentrazione in mg/l, a pedice si indicano quali limiti di legge sono stati superati dal singolo piezometro: a) D.P.R. 962/73, b) L. 319/76, c) D.P.R. 236/88; nella seconda colonna sono indicati per ciascuna sostanza i valori limite di legge. N.L. = nessun limite.

delle dichiarazioni di avvenuto smaltimento, nonché attraverso la commissione di truffe in danno di enti pubblici, ai quali erano stati fatturati costi di smaltimento mai sostenuti. Il settore delle bonifiche è appetibile alle organizzazioni criminose, soprattutto per le esigue pene inflitte dalla normativa di settore e per i facili e cospicui profitti ottenibili. Il ciclo dei rifiuti e la realizzazione delle infrastrutture impiantistiche e la gestione del traffico è pertanto in buona parte controllato da tali organizzazioni.



Figura 6.5: Il canale Lusore-Brentella interno al Petrochimico di Porto Marghera.

### 6.3 Conclusioni

Alla luce di tutte le indagini condotte e del lavoro tecnico di continuo monitoraggio e controllo che compete al CFS, si può realisticamente affermare che l'emergenza ambientale per l'intero habitat della gronda lagunare veneziana è giunta ormai al suo punto di crisi, qualora non si intervenga in maniera radicale sulla situazione. Se si vuole salvare questo delicatissimo ecosistema, già gravemente compromesso per tanti aspetti, e salvaguardare la stessa salute umana, non vi è altra soluzione che ridurre drasticamente la fonte degli inquinanti ancor oggi immessi in laguna, in particolare bloccando quelli rilasciati dalle discariche abusive, attraverso una bonifica seria e non di facciata. Non servono emanazioni di limiti tabellari di controllo, basta una diluizione dei rifiuti per eluderli. Serve invece operare in maniera metodica un serio studio preliminare sulle conseguenze dello scarico sul ricettore. Serve una coscientizzazione da parte di tutti sul fatto che ogni azione produce un determinato effetto. Serve in sostanza una reale volontà di superare il profitto contingente a beneficio di un vantaggio maggiore, praticando una costante salvaguardia dell'ambiente in cui viviamo e in cui dovrebbero continuare a vivere anche le generazioni future. Il legislatore potrebbe certo favorire tutto ciò inasprendo la norma, nell'elevare cioè determinati reati contravvenzionali in delitti, affinché un maggior deterrente scoraggi il delinquere nel settore.



<b>RIFIUTI SOLIDI PRODOTTI ANNUALMENTE ED IRRAGGIATI NEL TERRITORIO LAGUNARE INTORNO ALLA METÀ DEGLI ANNI '70</b>	
<b>PRODOTTO</b>	<b>TONN / ANNO</b>
Code di distillazione e peci da TDI ed altri impianti	9.000
Residui clorurati	11.000
Ceneri di pirite	7.000
Gessi da acido fluoridrico	400.000
<b>ALCUNI INQUINANTI PRESENTI NELLE ACQUEE REFLUE INDUSTRIALI SVERSALE IN LAGUNA ALLA FINE DEGLI ANNI '70</b>	
<b>PRODOTTO</b>	<b>TONN / ANNO</b>
Azoto ammoniacale	4.300
Azoto nitroso	87
Fosfati	540
Solidi sospesi	10.080
Cianuri	0,170
Cromo	0,670
Mercurio	2,048
Zinco	8
Solventi clorurati	1.000
Olii minerali	920
Cloro	176
Rame	20
<b>ALCUNI INQUINANTI EMESSI IN ATMOSFERA DALLE INDUSTRIE DEL POLO CHIMICO DI PORTOMARGHERA INTORNO AGLI ANNI '89 — '90</b>	
<b>PRODOTTO</b>	<b>TONN / ANNO</b>
Acetato di vinile monomero	186,940
Acetilene	199,360
Acido cloridrico	54,600
Ammoniaca	7.150,000
Anidride solforosa	43.490,000
Cloro	37,000
Cloruro di vinile monomero	1.684,790
Benzotricloruro	1.269,408
Idrocarburi	51,600
Cianuro	26,964
Ossido di azoto	7.000,000
Ossido di carbonio	2.900,000
Plastificanti	2,412
Polveri varie	4.500,000
Tetracloruroetano	7,491

Tabella 6.3: Rifiuti solidi prodotti annualmente ed irraggiati nel territorio lagunare intorno alla metà degli anni '70.

## Capitolo 7

# Piano di monitoraggio delle diossine e PCB negli alimenti prodotti in Veneto

**Paolo Camerotto**

*Regione Veneto, Direzione per la Prevenzione Servizio Veterinario*

Con la *Delibera regionale n. 4783 del 28 dicembre 1999*, la Regione Veneto ha stanziato la somma di lire 280.000.000 (144 mila euro circa) per l'effettuazione di un monitoraggio sulle produzioni e sugli alimenti di origine animale per la ricerca di diossine e PCB, incaricando la competente Direzione Regionale per la Prevenzione dell'attuazione della delibera e commissionando gli accertamenti analitici ai laboratori del Consorzio Interuniversitario Nazionale “*La Chimica per l'ambiente*” INCA di Marghera. Su tale base è stato approntato un programma di campionamento che ha avuto inizio nel dicembre del 2000 e si è concluso nell'estate del 2001. Il programma ha coinvolto i servizi veterinari delle Aziende U.L.S.S. per l'espletamento delle attività di prelievo e l'Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Venezie per la ricezione e gestione dei campioni e la raccolta dei dati analitici. L'attività di analisi statistica e di elaborazione su base epidemiologica dei dati è stata condotta dalla Direzione per la Prevenzione (per ulteriori informazioni si rimanda alla consultazione del sito della Regione Veneto alla pagina: [www.regione.veneto.it/prevenzione](http://www.regione.veneto.it/prevenzione)).

### 7.1 Il campione

Sono stati analizzati complessivamente 100 campioni alimentari comprendenti carne bovina, suina, di pollo e coniglio, latte, uova, pesci e molluschi prelevati

in allevamento, macello e nei centri di raccolta. Il monitoraggio è stato istituito in funzione di:

- verificare per la prima volta nella regione Veneto i livelli medi di contaminazione;
- integrare la banca dati nazionale e comunitaria relativamente alle contaminazioni da diossine e PCB nel territorio della Regione Veneto;
- accertare il livello di rischio dovuto al consumo di alimenti animali prodotti in Regione Veneto;
- valutare la presenza di fattori di rischio dovuti ad attività produttive o di trasformazione insistenti sul territorio.

## 7.2 Il piano di controllo

In Italia non esiste un controllo sistematico e periodico di questo tipo di contaminanti. I pochi controlli finora effettuati nel nostro paese, hanno riguardato un numero limitato di prodotti e sono stati fatti soltanto in conseguenza di situazioni d'emergenza. I controlli sulla popolazione, escluso il "gruppo di controllo su Seveso" risultano praticamente assenti. Altrettanto carente è l'inventario nazionale delle emissioni, nonostante le annose richieste della Comunità Europea. In altri Paesi della UE sono state fatte analisi periodiche delle produzioni per PCB e diossine: in Germania, nei paesi nordici ed in Inghilterra dove il MAFF (*Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries*) ha condotto dei monitoraggi annuali sul latte a partire dal 1989. Questo tipo di controlli in Italia non ha mai avuto carattere di sistematicità.

Il piano di controllo sulle produzioni di alimenti di origine animale prodotti in Veneto è stato elaborato mediante:

- lo studio e la valutazione del sistema filiere di produzione di alimenti di origine animale del Veneto;
- l'identificazione del numero di campioni adeguati alla qualità del rilevamento stabiliti in 100 unità divise per diverse categorie;
- l'identificazione di zone ambientali a maggior rischio e la predisposizione di un piano di monitoraggio;
- la definizione delle matrici da campionare e le relative metodiche di campionamento.

Per le carni bovine si è trattato di animali prevalentemente allevati in cicli industriali che utilizzano mangimi prodotti in azienda, con integrazioni di mangimi complementari a base di minerali e vitamine acquistate in commercio.

I polli e i conigli sono stati scelti in allevamenti di tipo industriale che utilizzano mangimi completi prefabbricati e in allevamenti rurali alimentati con

razioni miste, formate da mangimi del commercio e materie prime acquistate a livello locale.

I campioni di pesce sono stati prelevati in impianti di acquacoltura situati nella terraferma e pescati in laguna.

I molluschi provengono da zona non sottoposta a divieti di pesca inseriti nella laguna veneta.

Per il latte si è deciso di prelevare 16 campioni in zone a maggior rischio di contaminazione, per la presenza di inceneritori e discariche per rifiuti nel raggio di 5 km ed in vicinanza di arterie ad alto traffico veicolare e di zone industriali. Tre campioni di latte sono stati prelevati in aree a minore industrializzazione nei distretti a nord della regione (Feltre e Belluno).

Al prelievo dei campioni hanno provveduto i veterinari delle Aziende U.L.S.S. nel periodo marzo-settembre 2001. Tutti i campioni sono stati consegnati all'Istituto Zooprofilattico Sperimentale di Legnaro per la codifica e la successiva trasmissione al laboratorio del Consorzio Interuniversitario Nazionale “*La chimica per l’Ambiente*” INCA con sede a Marghera (VE) che ha effettuato le analisi.

I dati sono stati elaborati presso il Dipartimento di Prevenzione della Regione Veneto.

## 7.3 Risultati

Tutte le matrici sono state esaminate per 17 congeneri di PCDD/F, per i congeneri PCB “diossina simili” (secondo la nomenclatura internazionale IUPAC 81-77-123-118-114-105-126-167-156-157-169-189) e per i “marker PCB” (IUPAC 28-52-101-138-153-180-170). Tutte le matrici esaminate presentano valori al di sotto delle soglie fissate dal *Reg. CE 2374/01 del 29 novembre 2001*.

Per quello che riguarda il prodotto intero, i valori più elevati di concentrazione, relativi alla somma PCDD/F e PCB “diossina simili”, sono stati riscontrati nei pesci e nei molluschi, con valori medi inferiori a 2 pg WHO-TE/g di prodotto edibile. Se si considera solo il contributo di PCDD/F la concentrazione di pesci e molluschi è confrontabile con quella delle vongole pescate nelle zone autorizzate della laguna (0,2 — 0,4 pg WHO-TE, vedi tab. 4.3 del cap. 4).

L’uso di dati riferiti alla percentuale di grasso dei diversi alimenti analizzati permette un confronto migliore. Infatti dalla tabella 7.1 è possibile notare come la somma di PCDD/F e PCB “diossina simili” riferiti al grasso sia notevolmente superiore in pesci e molluschi (anguille, mitili, orate, branzini e trote) rispetto alle carni di bovini, polli, conigli e suini.

Gli stessi risultati sono riportati nella figura 7.1, che mostra il contributo relativo di PCB e PCDD/F che contribuiscono alla tossicità totale, dove si può notare come le PCDD/F contribuiscano in media per il 25%.

Il consumo di cibi contaminati da diossine e PCB è la fonte principale di accumulo nel nostro organismo. Sia negli animali, che nell’uomo la diossina si accumula e viene trattenuta nel tessuto adiposo. Alcuni gruppi di popolazione

$\Sigma$ PCDD/F e PCB “diossina simili”	
Anguille	24,28
Mitili	33,45
Orate e Branzini	29,05
Trote	30,11
Bovini	1,16
Pollo e Coniglio	0,57
Suini	0,05
Latte	1,47
Uova	1,26

Tabella 7.1: Somma di PCDD/F e PCB “diossina simili” in WHO-TE pg/g grasso.

come i neonati lattanti o i consumatori di diete ad alto contenuto di grassi nelle zone altamente contaminate dal rilascio ambientale sono maggiormente esposti ad alti tassi di diossina. Nella figura 7.2 vengono presentati alcuni dati relativi al latte vaccino, dove si nota una certa variabilità tra i diversi campioni (media 1,2 pg WHO-TE/g ; range 0,4-3,8).

### 7.3.1 Dati relativi ai prodotti della pesca

Visto l’elevato consumo di prodotti ittici in laguna di Venezia, si è ritenuto opportuno focalizzare maggiormente l’attenzione su questo tipo di alimento, piuttosto che sulle carni. Analizzando, fra pesci e molluschi, 5 campioni di anguille, 2 di mitili, 12 di orate e branzini e 10 di trote, sono stati ottenuti i risultati riportati in figura 7.3 per quanto riguarda la somma di PCDD/F e PCB “diossina simili”. I valori, calcolati sul prodotto intero vanno da  $\sim 0,2$  pg WHO-TE/g in alcuni pesci, sia di mare che di fiume, a  $\sim 12$  pg WHO-TE/g in un campione di anguilla. Si noti come le diossine non superano mai i livelli di guardia, e di conseguenza nemmeno il limite massimo di 4 pg WHO-TE/g del Regolamento UE, mentre per i PCB si rilevano concentrazioni maggiori. Questa situazione è chiaramente visibile nella figura 7.3, che evidenzia il contributo dei PCB “diossina simili” (in ocra) rispetto al contributo di PCDD/F (in blu). Se il regolamento UE introducesse anche il controllo dei PCB “diossina simili”, 4 campioni su 5 di anguilla supererebbero il limite attualmente in vigore per le diossine, mentre gli altri campioni risulterebbero ancora al di sotto.

Considerando nuovamente le percentuali di PCDD/F e PCB “diossina simili” si sono ottenuti i risultati riportati in figura 7.4, dove si vede che il contributo dei PCB alla tossicità totale varia notevolmente, da circa il 20% a oltre il 70%.

Se riferiti al grasso contenuto nei diversi pesci, che abbiamo visto essere un metodo migliore per il confronto, la somma di PCDD/F e PCB “diossina simili” nei pesci e molluschi ha dato valori medi compresi tra 24 pg WHO-TE/g grasso per le anguille a circa 33 pg WHO-TE/g grasso nei mitili (Tab. 7.5), con notevoli differenze tra un campione e l’altro, come si può vedere dalla figura 7.5.

### 7.3. Risultati

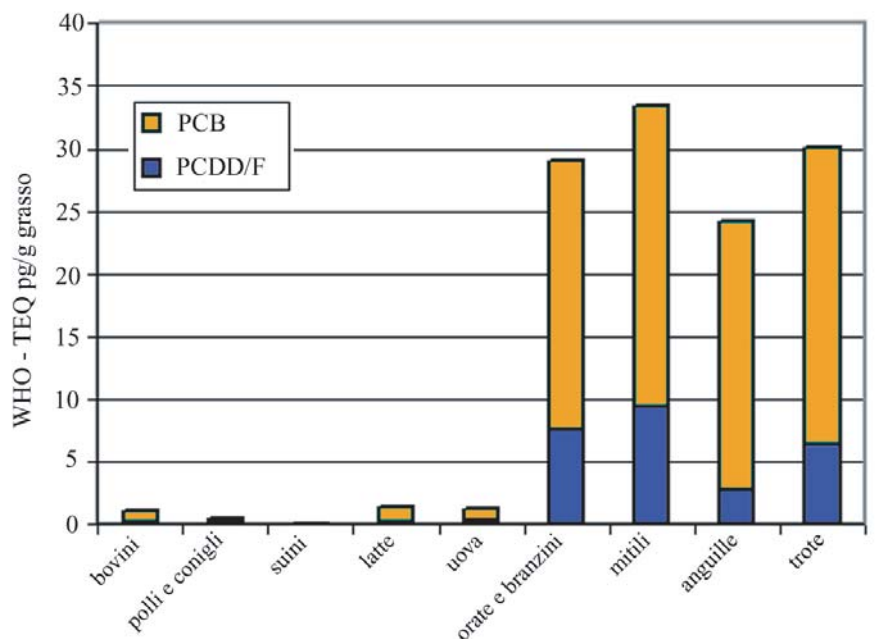


Figura 7.1: Somma di PCDD/F e PCB “diossina simili”, calcolati in WHO-TEQ pg/g grasso, in pesci e molluschi e carni varie.

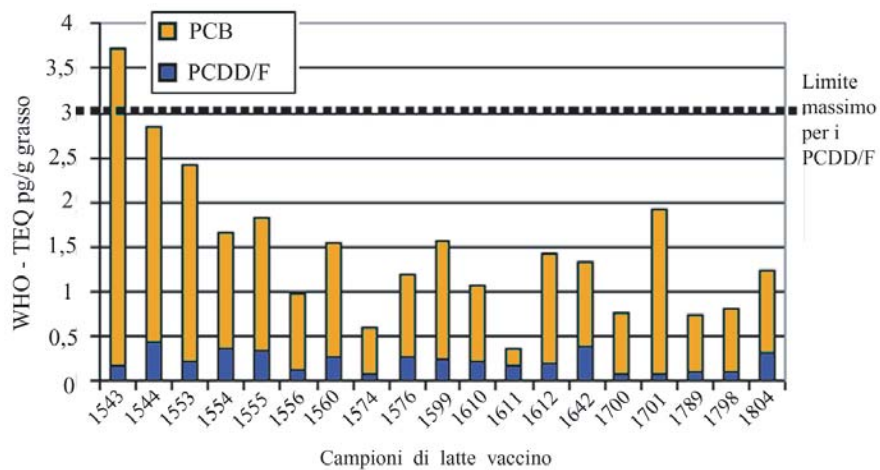


Figura 7.2: Somma di PCDD/F e PCB “diossina simili” in campioni di latte vaccino.

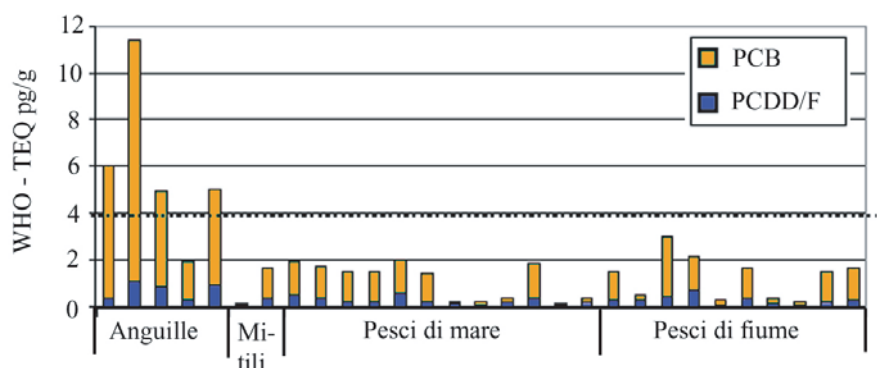


Figura 7.3: Somma di PCDD/F e PCB “diossina simili” in WHO-TEQ pg/g prodotto intero nei singoli campioni.

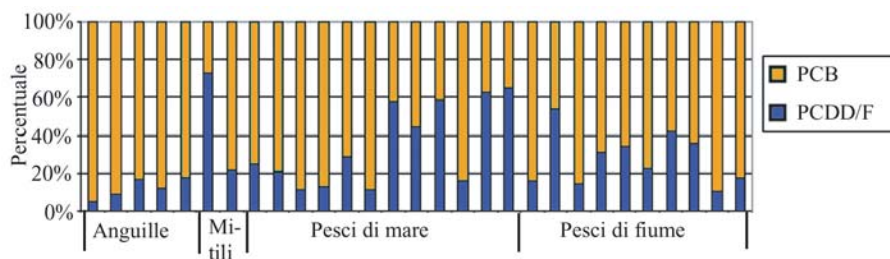


Figura 7.4: Percentuale di PCB “diossina simili” e PCDD/F in ogni singolo campione.

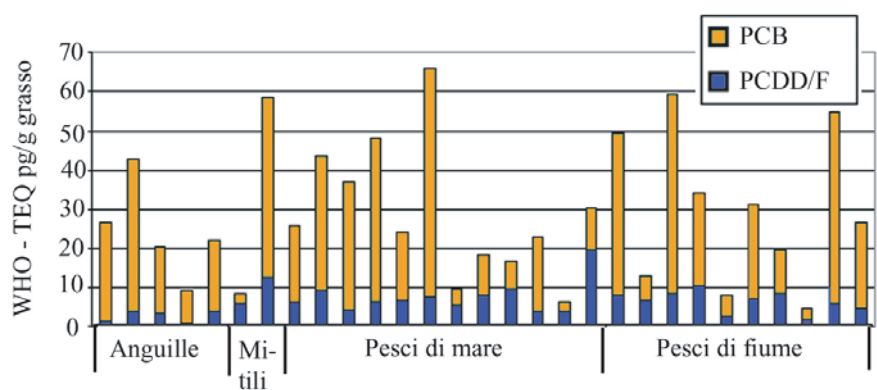


Figura 7.5: Somma di PCDD/F e PCB “diossina simili” nei vari campioni, riferite al grasso contenuto negli organismi.

## 7.4 Considerazioni

Dall'analisi statistica emerge una tendenza, seppure lieve, di maggiore contaminazione per PCDD/F dei campioni prelevati nelle zone "a rischio" rispetto ai campioni prelevati in zone "neutre". In particolare i campioni di carni avicole (5 campioni su 9 prelievi) prelevati nelle zone a rischio presentano tenori di PCDD/F più alti di quelli allevati con sistemi industriali. Situazione inversa si ha per la contaminazione da PCB "diossina simili" (6 campioni su 22 prelievi sopra la media di 0,43 pg WHO-TEQ/g grasso).

I valori rilevati sul monitoraggio del latte sono presumibilmente superiori a quelli rilevabili mediante un campionamento convenzionale sul latte posto in vendita, in quanto il monitoraggio ha interessato essenzialmente zone ad alta industrializzazione. Questo dato è comunque da confermare, non essendo stato condotto un monitoraggio sistematico e continuativo del latte veneto destinato al consumo.

I valori riscontrati sul pesce ed i molluschi, pur essendo tutti sotto il limite massimo per PCDD/F di 4 WHO-TEQ pg/g prodotto intero previsto dal recente Regolamento 2374/2001 CE del 29 novembre 2001, sono in assoluto, se paragonati alle altre matrici campionate, i più alti. Sono stati calcolati anche i valori di WHO-TEQ pg/g grasso, quelli relativi a PCB "diossina simili" sempre in WHO-TEQ pg/g grasso e la somma dei due valori (PCDD/F-PCB). In questi casi animali che non supererebbero il limite con le sole diossine (es. anguille) lo superano con il contributo della tossicità dei PCB "diossina simili".

Alla luce dei risultati del monitoraggio sulle produzioni venete emerge la necessità di dare continuità all'iniziativa, sia per quanto riguarda l'analisi di alimenti per l'uomo che per gli alimenti per animali, in linea con quanto previsto dagli organismi internazionali FAO-OMS e comunitari. I controlli sistemici e periodici, che devono essere specifici e mirati, visto l'alto costo delle analisi, permettono innanzitutto di dare garanzie ai consumatori e di tutelare la qualità delle produzioni. La Comunità Europea ha invitato gli Stati Membri, con il citato Regolamento 2374/01, con il Regolamento 178/02 e con le Raccomandazioni C1541 del 5 giugno 2001 e 66/2002 del 25 gennaio 2002, ad attuare programmi coordinati ufficiali di controllo per queste specifiche sostanze.





## Capitolo 8

# POP: rapporto tra indagine scientifica e informazione

**Patrizia Bidinotto<sup>1</sup>**  
CNR - ISMAR, Venezia

*...“nella zona industriale troveranno posto prevalentemente quegli impianti che diffondono nell’aria fumo, polveri o esalazioni dannose alla vita umana, che scaricano nell’acqua sostanze velenose, che producono vibrazioni e rumori”...*

[Art. 15 comma 3 delle norme urbanistico edilizie del Piano Regolatore Generale del Comune di Venezia approvato ed esecutivo dal 17 dicembre 1962]

La laguna di Venezia, ecosistema estremamente fragile per le sue caratteristiche fisiche, è stata negli ultimi anni al centro di mille polemiche per quanto riguarda l’inquinamento. La laguna veneziana “ospita” dagli inizi del secolo scorso un vasto complesso industriale, Porto Marghera, con il quale ha dovuto condividere tristi vicende di danni ambientali e alla salute dei cittadini. Da materie prime povere, legate alla produzione metallurgica, di concimi, di vetro (come la bauxite, il carbone ed i fosfati), sbarcate nelle banchine della prima zona industriale, si è passati alle materie prime ed ai semilavorati legati ai cicli chimici della seconda zona industriale. Purtroppo l’affermazione delle due zone

---

<sup>1</sup>Il problema della comunicabilità dei dati scientifici è stato recentemente trattato in una tesi di laurea che ha per titolo: “*L’inquinamento da diossine nei sedimenti della laguna di Venezia: tra indagine scientifica e comunicazione di massa*”, dove si è tentato di analizzare il rapporto esistente tra i dati scientifici, limitati allo studio dell’inquinamento dei sedimenti, e la relativa comunicazione di massa, includendo in questo modo il rapporto tra scienza ed opinione pubblica.

industriali di Porto Marghera ha fatto sì che si verificassero dei cambiamenti in laguna, non solo dal punto di vista morfologico, ma soprattutto per quanto riguarda le condizioni ambientali, con particolare riferimento al problema dell'inquinamento.

Il 2 novembre 2001 si è concluso (con una sentenza di assoluzione) il processo di procedura penale che ha visto sul banco degli imputati i dirigenti di Enichem e Montedison, colossi della chimica in Italia, che negli anni hanno prodotto il PVC (cloruro di polivinile) e composti organo clorurati a Porto Marghera. Accanto alle fonti di origine urbana, le lavorazioni del cloro e le attività di numerose altre aziende situate nel polo industriale veneziano, hanno contribuito al degrado dell'ecosistema lagunare. Nel 1995 l'allarmante dossier di Greenpeace denuncia per la prima volta la presenza di diossine in laguna. I giornali si scatenano gettando la popolazione veneziana nel panico. Gli "esperti" chiedono il rigore scientifico dell'informazione e così si dà il via agli accertamenti, commissionando nuove analisi. La denuncia di Greenpeace arriva un anno dopo quella di Gabriele Bortolozzo, operaio in pensione dell'Enichem: viene presentato un esposto al Pubblico Ministero Felice Casson, in cui si denunciano numerosi casi di cancro tra i lavoratori addetti alla sintesi del PVC. Si apre un'indagine e nel marzo del 1998 viene avviato il processo di procedura penale, che si concluderà, appunto, nel novembre del 2001.

L'uso indiscriminato dell'ambiente come fonte di risorse e purtroppo come ricettacolo delle scorie delle attività umane ha portato alla perdita delle capacità di autocontrollo e di autoregolazione di molti ecosistemi. Le lagune sono tra gli ambienti maggiormente soggetti a tali alterazioni data la loro peculiare caratteristica di bacini semichiusi a lento ricambio idrico. Nella laguna di Venezia il problema dell'inquinamento delle acque è un fenomeno molto complesso dovuto alla molteplicità delle fonti inquinanti e alla peculiarità dell'ambiente. Nell'ultimo decennio, negli studi sull'inquinamento lagunare hanno assunto particolare rilevanza i microinquinanti organici, chimicamente stabili e difficilmente degradabili, i cosiddetti POP, che sono alla base delle maggiori preoccupazioni insieme ad alcuni metalli, tra cui il mercurio, estremamente instabile, ma anche potenzialmente molto tossico sul piano biologico [WWF, 2001].

Nel lavoro proposto sono state trattate in modo particolare le DIOSSINE, la cui presenza nella laguna di Venezia ha suscitato un particolare e comprensibile clamore, soprattutto a seguito della denuncia di Greenpeace nel 1995. Analizzando il rapporto tra l'indagine scientifica e la relativa comunicazione di massa in merito a quanto accaduto a Venezia, si è visto come siano soprattutto le sorgenti di origine industriale ad avere un impatto comunicativo molto forte; infatti la zona industriale è risultata essere al centro di molti dibattiti e polemiche, suscitando così l'interesse dell'opinione pubblica, basti ricordare il processo al Petrolchimico o il caso delle "vongole alla diossina". La denuncia di Greenpeace scosse notevolmente l'opinione pubblica, soprattutto perché ciò richiamava alla memoria l'incidente di Seveso avvenuto nel 1976. Infatti l'ultima volta in cui il pubblico italiano è stato coinvolto dal problema diossine

risale proprio a quel lontano 1976; da allora, il problema in Italia ha lambito la comunità scientifica, è stato oggetto di un interesse molto circoscritto da parte di qualche regione (soprattutto Lombardia) ed è stato complessivamente rimosso dall'attenzione collettiva. Così si è avviato un ciclo di polemiche, inchieste, discussioni all'interno del quale l'opinione pubblica, opportunamente veicolata dai mezzi d'informazione, ha individuato il Petrolchimico come unica sorgente responsabile dello stato di degrado della laguna di Venezia. In modo particolare sono state letteralmente processate le lavorazioni del ciclo del cloro (che effettivamente rappresentano una seria fonte di diossine) soprattutto per essere causa di insorgenza di gravi malattie (una rara forma di cancro in primis) in più di un centinaio di operai addetti alla lavorazione del CVM (cloruro di vinile monomero) per la produzione del PVC (materia plastica) oltre che per aver inquinato la laguna di Venezia. Questo ha fatto e farà riflettere su quali siano effettivamente i ruoli dell'industria e degli amministratori locali nella gestione della comunicazione dei rischi alla popolazione; infatti è sicuramente riduttivo credere che il dialogo con la popolazione avvenga solo attraverso i mass media, soprattutto perché la comunicazione in merito a tematiche di tutela ambientale rappresenta uno dei palcoscenici più complessi dal punto di vista degli attori e delle loro responsabilità .

## 8.1 Difficoltà della comunicazione di dati scientifici

Nessuno oggi può dire di avere conoscenze esaustive e risposte certe su questioni quali ad esempio: l'inquinamento chimico e radioattivo, gli incidenti industriali, la produzione di scorie e rifiuti, il cambiamento climatico, la desertificazione. E certezze mancano perfino sulle origini e le possibili conseguenze di fenomeni ed eventi che hanno accompagnato l'umanità fin dalle sue origini, come i terremoti, le alluvioni, le eruzioni vulcaniche e così via. Questo per sottolineare il fatto che non possiamo appellarci ad una conoscenza scientifica in grado di scoprire le verità su cui fondare le decisioni politiche in materia di rischio e sicurezza. Quella della scienza è una voce, pur importantissima, fra tante, che si esprime in un dibattito pubblico ed è chiamata alla trasparenza su risultati, metodi e procedure. "Un nuovo contratto deve ora assicurare che la conoscenza scientifica sia socialmente robusta e che la sua produzione sia vista dalla società come trasparente e partecipata allo stesso tempo" [Gibbons, 1999]. A causa dei vari tipi di incertezza e dei giudizi di valore che inevitabilmente entrano nelle decisioni sui rischi, l'analisi scientifica deve essere affiancata da altri tipi di considerazioni [De Marchi e Ravetz, 1999]. Costante, di fronte ad un tema ambientale, è il ricorso ad esperti, spesso ricercatori di un settore in qualche modo implicati nel tema, o divulgatori scientifici. È qui che si manifesta un'ulteriore, grave difficoltà della nostra epoca: la conoscenza scientifica, pur nelle difficoltà prodotte dalla sua frammentazione disciplinare, è spesso in grado di padroneggiare intellettualmente e tecnicamente le questioni ambientali,

ma sa comunicare la sua sapienza solo facendo ricorso al suo tipico linguaggio scientifico che difficilmente è utile per la comunicazione con l'opinione pubblica. Questo fa apparire lo "scenziato" come un esperto che tende ad eludere le domande del pubblico. Parrebbe che alla scienza non restasse altra via, per connettersi ed essere utile alla pubblica opinione, che volgarizzarsi, adottando un linguaggio comune, semplice. Ma spesso questa strada si rivela pericolosa: veicolata dal linguaggio ordinario, la conoscenza scientifica si dissolve (almeno in parte), diventa imprecisa [Marcomini et al., 1997].

## 8.2 Ruolo della comunicazione nella scienza

Fino a non molti anni fa era filosofia comune pensare che l'informazione scientifica dovesse circolare solamente all'interno di determinati "forum", una sorta di "per gli addetti ai lavori"; negli ultimi anni, invece, l'informazione scientifica ha iniziato a diffondersi in maniera più ampia coinvolgendo via via un pubblico sempre più vasto. I cambiamenti della società, la differenza nei comportamenti sono sotto gli occhi di tutti e proprio il 20° secolo è stato caratterizzato, rispetto a tutti quelli che lo hanno preceduto, dalla rapidità del cambiamento. Ciò è dovuto alle scoperte scientifiche, alla tecnologia applicata ai vari comparti della nostra vita. Tuttavia un fattore determinante delle trasformazioni è stata sicuramente la comunicazione: la possibilità di trasmettere dati, di avvicinare le persone, di comunicare loro i propri problemi, i propri desideri, le proprie decisioni, ha cambiato il mondo. Passato il periodo dell'euforia per le scoperte spaziali e per i progressi tecnologici che ha accompagnato l'intero arco degli anni '70 e gran parte degli anni '80, sulle pagine dei giornali, nelle trasmissioni radiotelevisive, nei siti di informazione disseminati nella grande "rete", la cronaca e le informazioni che riguardano la scienza e la tecnologia hanno assunto sempre più le caratteristiche di materiale angosciante per i temi trattati. Non più pagine e trasmissioni sullo sbarco sulla luna o sugli avanzamenti nella ricerca sulla materia, ma notizie e informazioni sull'inquinamento, sulla mucca pazza, sugli organismi geneticamente modificati: dalle certezze ai dubbi, dalla fiducia alle paure.

Oggi in Italia, tutti i mezzi di informazione che si occupano di tematiche scientifiche stanno vivendo un momento molto favorevole. Il motivo? È forse, e finalmente, cambiato il modo di presentare questi argomenti al pubblico e, tranne qualche raro caso, è scomparsa la figura antiquata e distante del "divulgatore", sia intesa come persona fisica, sia come giornale o televisione. In realtà negli ultimi venti anni è cambiata la scienza, è cambiato il concetto di scienza, sono cambiate le conoscenze da parte del pubblico e soprattutto sono cambiate le sue aspettative nei confronti di ciò che viene "sfornato dai laboratori". In passato la scienza era considerata un argomento per pochi; oggi invece si può essere vicini al pubblico con un approccio del tipo "andiamo a vedere insieme cosa si fa e quali problemi ci sono" piuttosto che "ora vi spieghiamo come e cosa si fa" [Media Duemila, 2002].

Per quanto riguarda la realtà veneziana, le problematiche ambientali sono state per molto tempo escluse dai sistemi di informazione; solo con l'inizio del processo all'Enichem è stata fatta una sorta di "comunicazione forte". Gli eventi scatenanti per il sistema informativo si riflettono proprio nei dossier di Greenpeace e di Gabriele Bortolozzo. Questo modo di comunicare solo attraverso denunce, senza che da parte degli attori preposti ci sia informazione preventiva, contribuisce a far sì che la gente comune non creda più a ciò che essi promettono perché teme che da un momento all'altro possa accadere qualcosa di cui non si era informati. Il messaggio che le aziende intendevano trasmettere doveva essere efficace ai loro fini, mentre per Greenpeace non era importante la correttezza dell'informazione perché bisognava urlare ciò che stavolta era efficace ai fini della tutela ambientale (cosa analoga per il dossier di Bortolozzo). Strategicamente è efficace, ma nel caso delle industrie la scelta di omettere i rischi comporta, nell'eventualità di un incidente o quant'altro, un conseguente impatto comunicativo molto forte. La laguna di Venezia e Porto Marghera sono finite in questo modo nell'arena pubblica, non potendo più negare ciò che stava accadendo.

Il modello scientifico che ha guidato la conquista del mondo e il controllo della natura ha bisogno di una profonda revisione. E non soltanto il modello ha bisogno di essere rivisto, ma la stessa scienza che lo ha generato [Funtowicz e Ravetz, 1992]. Alla scienza si continuano a chiedere risposte certe per l'identificazione dei problemi rilevanti e per la loro soluzione, anche quando la si interroga su fenomeni nuovi, altamente complessi e variabili, spesso ancora non adeguatamente compresi. A differenza del passato, oggi non si ha la sicurezza che l'applicazione del metodo scientifico garantirà l'affermazione delle teorie corrette su quelle sbagliate e, conseguentemente, l'adozione di scelte decisionali "giuste", da cui deriverà il "bene" della società. Per la società in generale, operare in condizioni di incertezza significa rinunciare alla sicurezza derivata dal possesso di una informazione scientificamente certa e corretta. L'obiettivo è imparare a operare in condizioni di incertezza, con il dialogo e la partecipazione; per gli scienziati questo significa accettare la natura parziale e temporanea dei propri risultati, adottando in questo modo un nuovo tipo di metodo scientifico, che abbia come caratteristica prima la multidisciplinarietà [Funtowicz, 1995].

Di fatto è possibile trovare, intorno ad un argomento, esperti diversi che esprimono pareri diversi. Questo è però un aspetto positivo, poiché può rappresentare la base per una discussione; è semmai l'omogeneità scientifica ad essere sempre stata una fantasia o un mito. Il fatto è che i diversi pareri scientifici si esprimono in pubblico. Nei secoli passati tali opinioni erano espresse in privato, in ambienti scientifici e di ricerca. Ora non più. Per quale motivo tali discussioni vengono condotte in pubblico? Quale ruolo hanno oggi gli scienziati in un contesto pubblico? La risposta non deriva soltanto dall'osservare che oggi esistono mezzi di comunicazione di massa un tempo impensabili; ben più importante è invece il fatto che siano mutati il ruolo e la posizione dell'esperto nel contesto di sviluppo. Quindi, si potrebbe quasi parlare di

complessità ambientale, dove l'idea di complessità richiama l'idea della molteplicità di attori, di prospettive ed anche di interazioni dei diversi aspetti che compongono l'ambiente.

Nel caso specifico, l'emergenza che ha colpito la realtà veneziana è una diretta conseguenza delle omissioni o dello scarso interesse da parte delle istituzioni nei confronti della tutela ambientale e purtroppo anche della salute dei cittadini. Ora si assiste ad una sorta di cambiamento di "rotta" visto che le autorità, sia pubbliche che private, stanno assumendo un po' alla volta un atteggiamento più responsabile; tutto ciò si traduce in una maggiore consapevolezza e, di conseguenza, impegno nella gestione delle problematiche ambientali. Si inizia a parlare di bonifica, di monitoraggio, di indagine epidemiologica, ecc., ma è chiaro come siano progetti di non facile realizzazione, sia in termini di applicazione che di costi. L'informazione oggi non manca, basta sfogliare un quotidiano locale per rendersene conto, ma la cosa più importante è sicuramente acquisire la consapevolezza che c'è ancora molto da fare e che anche il contributo del singolo può aiutare alla creazione di un futuro che sia realmente possibile. Tuttavia l'aspetto più difficile da gestire è la comunicazione con il pubblico. Troppa leggerezza o troppo allarmismo non sono le strategie adatte; a cominciare dalle istituzioni fino a scendere al singolo cittadino, la migliore forma di "educazione" sembra essere proprio la responsabilizzazione. È giusto quindi che ognuno mantenga il proprio ruolo, ma che si diriga allo stesso tempo verso una maggiore collaborazione. Solo attraverso una maggiore comunicazione, anche tra singoli e non necessariamente veicolata dai mass media, si potranno fare gli interessi della collettività presente e futura. È necessario prendere coscienza del fatto che ciascuna questione ambientale è diversa da qualsiasi altra per molti aspetti (contesto geografico, comparto ambientale, tipo di inquinamento, ecc.) e che proprio per questo motivo non è possibile trovare soluzioni univoche. Coloro che sono chiamati a decidere devono poter disporre di una maggiore libertà d'azione, naturalmente nel rispetto della legislazione, in modo tale che si possa trovare una soluzione che sia la più adatta alla realtà ambientale che si presenta. Inoltre, un'altra cosa fondamentale da non dimenticare è che ciascuna realtà ambientale si trova in un contesto politico, sociale, economico e culturale diverso che deve essere tenuto in debita considerazione. Quindi le cause che non permettono una facile soluzione delle problematiche ambientali, consistono principalmente in una assoluta confusione a livello legislativo accanto a forme di cultura che non sempre sono indirizzate alla tutela degli interessi ambientali.

*“Una notizia che dà l'allarme, a fronte di una situazione di reale crisi ambientale, potrebbe essere deontologicamente corretta. E se ciò genera una paura positiva per attivare un impegno indirizzato a rimuoverne le cause, non c'è dubbio che è stata attivata una paura a fin di bene. Non si deve aver paura di dare il dato, ma si deve saperlo trasmettere con chiarezza in modo che il rischio risulti ben precisato”.*

La citazione di G. Moriani [ARPAV, 1999] ci serve a chiarire che la gene-

## *8.2. Ruolo della comunicazione nella scienza*

---

rica presenza di diossine in laguna, come in qualsiasi altro comparto ambientale, non può più fare notizia, tantomeno “scoop”, ma viceversa richiede un commento approfondito sulla sua possibile rilevanza (ambientale, ecotossicologica, igienico-sanitaria, ecc.). A tal proposito è indispensabile che i mezzi di comunicazione forniscano informazioni scientificamente qualificate.





## Capitolo 9

# Conclusioni

### 9.1 I POP in laguna: una ripetitività sorprendente

Dai capitoli precedenti emerge una coerenza dei dati ambientali abbastanza sorprendente. In tutte le matrici esaminate (aria, acqua, sedimenti, organismi) si nota un andamento geografico molto simile e ripetitivo. La zona attorno al Petrolchimico ha sempre i valori massimi di POP (specialmente PCDD/F e HCB), mentre i minimi si trovano nelle stazioni ai margini della laguna. Valori intermedi molto spesso si trovano nel Centro Storico di Venezia e in gran parte delle stazioni interne alla laguna.

I valori massimi, nel caso delle diossine, possiedono sempre una caratteristica “impronta”, che persiste nel tempo e si ripete in tutti i casi, e cioè il rapporto OCDF/OCDD  $> 2$ . In tutti i campionamenti effettuati attorno all’area industriale di Porto Marghera il rapporto OCDF/OCDD è sempre superiore a 2 (con valori fino a 10), come si nota dalle Fig. 2.3 (acqua), 3.5 (aria), 4.2 (sedimenti) e 4.5 (vongole) nei capitoli precedenti. In tutti gli altri siti in laguna questo rapporto è sempre inferiore a 1 (compreso tra 0,1 e 1). Nelle stesse stazioni attorno all’area industriale anche l’Esaclorobenzene mostra valori sempre molto più alti del resto della laguna, come si può vedere in Fig. 2.8 (acqua) e 3.4 (aria), e in Tab. 4.3 (sedimenti) e 4.4 (vongole). In questo caso i valori molto alti sono più circoscritti.

Situazione leggermente diversa è quella dei PCB, che hanno quasi sempre i massimi attorno alla zona industriale, ma anche in Centro Storico, dove queste sostanze sono state utilizzate per decenni nelle attività cittadine (olio per trasformatori, inchiostri, plastificanti, ecc.).

Da un punto di vista ambientale queste osservazioni ci devono fare pensare che la sorgente di questo “segnale” è molto forte con caratteristiche persistenti nel tempo, e la maggior parte delle osservazioni legano queste caratteristiche al ciclo di lavorazione del cloro (DCE e CVM) e dei cloro-organici, molto svi-

luppato al Petrolchimico di Porto Marghera, sia attualmente che in passato. A determinare questa peculiarità è probabile che contribuisca un mix di “vecchia” contaminazione (anni '80 - '90), che viene ridistribuita attraverso il dilavamento delle discariche e la mobilizzazione di sedimenti contaminati, e il permanere di livelli ancora alti di emissioni, sia in acqua che in aria.

Forse questa è una delle spiegazioni della “persistenza” di questa impronta in matrici diverse, che danno informazioni ambientali molto differenti tra loro. Infatti le analisi dell'acqua e dell'aria si possono considerare quasi “istantanee”, cioè significative di variazioni da giornaliere a mensili, mentre i sedimenti e i molluschi integrano periodi di tempo più lunghi, che vanno da alcuni mesi (ciclo di vita degli organismi) fino ad arrivare a qualche anno (i sedimenti).

## 9.2 Le vie di trasferimento

I POP entrano nella catena alimentare attraverso vie diverse. Nel caso della laguna di Venezia ciò avviene principalmente con la contaminazione ambientale. Lo schema allegato illustra come le sostanze immesse in laguna (da scarichi, dal bacino sciolante, dal mare, dall'atmosfera) possano interagire con i sedimenti e le specie viventi, e da queste ultime trasferirsi all'uomo attraverso l'alimentazione (Fig. 9.1).

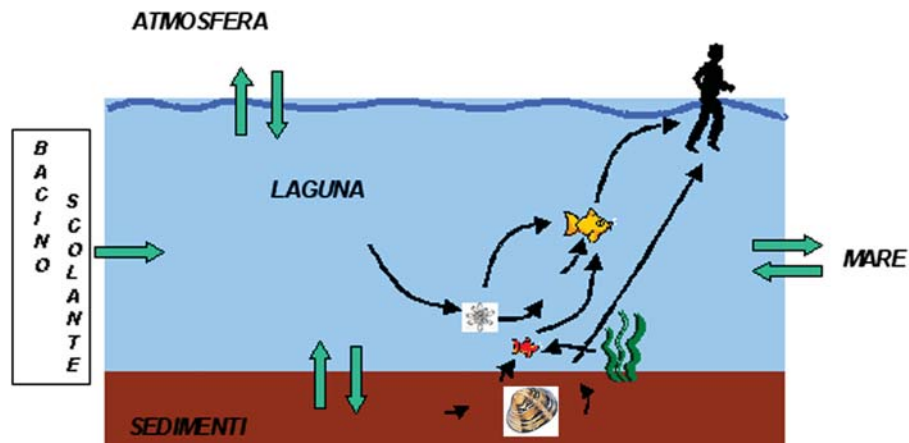


Figura 9.1: Schema delle vie di trasferimento dai sedimenti all'uomo.

Le diossine e i PCB “diossina simili” sono molecole scarsamente idrosolubili, ma trovano nell'acqua un'ottima via di diffusione una volta adsorbite sulle particelle minerali ed organiche che si trovano in sospensione. I POP rilasciati in aria possono venire trasportati sulla superficie marina e finiscono per concentrarsi lungo la catena alimentare acquatica. Il luogo di deposito naturale dei POP sulla terraferma è il suolo, il cui equivalente in laguna è il sedimento. La

## 9.2. Le vie di trasferimento

contaminazione può passare dai sedimenti agli organismi che vivono a contatto con essi, e -a parità di esposizione- più lunga è la vita dell'animale, più alto è l'accumulo di POP nel tessuto adiposo.

In alcuni paesi, in cui da anni vengono monitorati sistematicamente diossine e composti simili, sono state calcolate le vie di assunzione di queste sostanze. I due diagrammi di figura 9.2 mostrano come la dieta alimentare sia responsabile per oltre il 95% dell'assunzione di diossina e PCB "diossina simili".

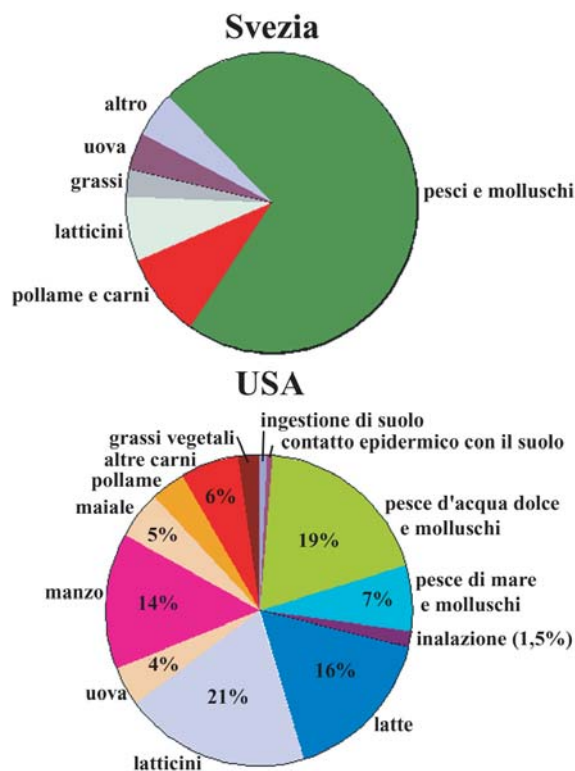


Figura 9.2: Assunzione giornaliera media in individui adulti di diossine e PCB "diossina simili" in Europa (Svezia, in alto) e in USA (in basso) [Niklas Johansson (Swedish Environmental Protection Agency and Karolinska Institutet), 1998].

Si nota inoltre che in Svezia circa il 65% dell'assunzione di diossine e composti simili avviene attraverso pesce e molluschi: un fatto da tenere presente considerata l'attività di pesca e molluschicoltura presente nella laguna di Venezia.

In generale è più esposto chi mangia molto pesce, carne grassa, formaggi grassi. Chi abita o lavora vicino a siti contaminati contenenti diossina, a inceneritori di rifiuti, o ad aziende che producono diossina come sottoprodotto

è inoltre sottoposto ad una esposizione aggiuntiva oltre alla dieta (per esempio Venezia).

La maggior parte dei POP ingeriti dagli animali -uomo incluso- sono fissati nei tessuti grassi dove, ad esempio, la diossina persiste per mesi e anni. La vita-media delle diossine (cioè il tempo che occorre al corpo per “liberarsi” di metà dell’inquinante) nell’essere umano è compresa tra 5 e 14 anni. Proprio per il fatto che i POP rimangono nel corpo per tanti anni, gli effetti dannosi si possono rivelare anche molti anni dopo che è finita l’esposizione.

### 9.3 Valutazione del rischio

Un esempio di valutazione del rischio per la salute umana è stato prodotto nell’ambito della linea E-C del Progetto 2023 [MAV - CVN, 2000c], secondo le procedure raccomandate a livello internazionale [Guidelines for Exposure Assessment, USEPA, 1996/FRL-24129-5], e definendo le principali vie di contatto tra l’uomo e gli inquinanti presenti nell’ambito della realtà veneziana. Lo studio ha utilizzato i dati disponibili e prodotti con varie finalità per realizzare un sistema di valutazione e stima della distribuzione dei contaminanti secondo un modello multicompartimentale con una quantificazione dei rischi per i vari bersagli (utilizzando i dati della tabella 9.1). A questo scopo sono state individuate le seguenti vie di esposizione:

- a) assunzione di inquinanti da prodotti ittici locali;
- b) inalazione di contaminanti atmosferici;
- c) assunzioni di contaminanti nel paniere alimentare.

L’accoppiamento tra diversi livelli di contaminanti negli alimenti e diversi livelli di consumi alimentari ha portato all’identificazione di tre scenari per la caratterizzazione del rischio cancerogenico:

- 1) rischio standard: consumatori medi e concentrazioni medie (media geometrica);
- 2) rischio alto: alti consumatori e concentrazioni medie (media geometrica);
- 3) rischio peggiore: alti consumatori e alte concentrazioni (80° percentile).

La stima del rischio per la popolazione è stata ottenuta accoppiando questi scenari a cinque classi di popolazione costruite sulla base del consumo dei prodotti ittici.

I risultati dello studio forniscono stime del rischio globale per la popolazione, sia cancerogenico che cronico non cancerogenico. Senza entrare nel dettaglio dei risultati, per quel che riguarda il rischio cancerogenico globale, lo studio mostra che l’arsenico, le diossine e i PCB “diossina simili” sono quelli che

### 9.3. Valutazione del rischio

maggiormente determinano il rischio. In particolare le diossine incidono per il 30% sul rischio globale, con 1,8 casi ogni 10.000 abitanti, nel caso peggiore. Di questa percentuale i 2/3 sono dovuti ai prodotti ittici e il restante 1/3 al paniere alimentare.

Lo studio fornisce anche degli scenari che possono rappresentare un pericolo per la popolazione o per specifici sottogruppi. Nello scenario 1 (standard) il rischio dovuto ai POP è pari a 3,7 casi ogni 10.000 abitanti e sale -nel caso 3 (rischio peggiore)- a 3,6 casi ogni 1000 abitanti. Questi sono valori da 300 a 3000 volte maggiori rispetto alle direttive proposte da EPA, pari ad un caso su centomila o un milione.

I casi peggiori sono stati calcolati utilizzando l'80° percentile (vedi Tab. 9.1). Confrontando alcuni di questi valori con quelli riportati nei capitoli precedenti per le aree più contaminate (es. attorno al Petrolchimico), si vede che -in alcuni casi- i valori sono simili, ma in altri anche molto inferiori. Quindi se si dovesse effettuare una stima di rischio, utilizzando i valori di POP delle zone più contaminate della laguna, si otterrebbe uno scenario ancora peggiore. L'individuazione della dieta a base di prodotti ittici locali quale via di esposizione principale richiederebbe un database più esteso per una maggiore comprensione dei consumi e delle provenienze dei prodotti locali.

	HCB	HCB (80°)	Σ TEQ-PCDD/F e PCB “diossina simili”	Σ TEQ-PCDD/F e PCB (80°)
Pesce	706	830	1,03	2,2
Vongole	766	3400	0,26	0,7
Mitili	321	2090	0,37	0,7
Crostacei	—	—	2,65	5,4

Tabella 9.1: Concentrazioni (pg/g prodotto intero) di HCB e somma di PCDD/F + PCB “diossina simili” (pgTEQ/g prodotto intero) nel biota lagunare utilizzato per l'analisi di rischio [MAV - CVN, 2000c]. Per ogni variabile la colonna di sinistra è la media geometrica e quella di destra è l'80° percentile.

	HCB <sup>1</sup>	HCB <sup>2</sup>	PCDD/F+PCB <sup>1</sup>	PCDD/F+PCB <sup>2</sup>
Pesce	830	—	2,2	3,0*
Vongole	3400	6900 <sup>^</sup>	0,7	1,6 <sup>^</sup>
Mitili	2090	—	0,7	0,9*

Tabella 9.2: Confronto tra i valori di concentrazione (pg/g prodotto intero) di HCB e somma di PCDD/F + PCB “diossina simili” (pgTEQ/g prodotto intero) nel biota lagunare [<sup>1</sup>: 80° percentile] e quelli di organismi raccolti nelle zone più contaminate della laguna [<sup>2</sup>: <sup>^</sup> Raccanelli, Tab. 4.3; \* MAV - CVN, 2000b, Cefalo-Gò].

Per una valutazione del rischio per l'ambiente (uomo compreso) e gli ecosistemi mancano ancora dei valori soglia di effetto di PCDD/F e PCB [Critto e Marcomini, 2001]. Ai fini di una completa analisi di rischio ecologico è quindi

evidente la necessità di ulteriori indagini in grado di chiarire le potenzialità di creare effetti avversi; questo soprattutto perché in laguna di Venezia le fonti di rischio sono -come abbiamo visto- molteplici, includendo oltre ai POP alcuni metalli pesanti come arsenico e mercurio.

## 9.4 La riduzione dell'esposizione da POP

### *La strategia della Comunità Europea*

Come abbiamo visto nella premessa, Il Comitato scientifico per gli Alimenti (SCF) ha analizzato il rischio crescente per la salute pubblica rappresentato dalla presenza di diossine e PCB "diossina simili" negli alimenti. Questa analisi comprende:

- il calcolo relativo all'introduzione con gli alimenti di diossine e PCB "diossina simili" nella popolazione comunitaria;
- l'identificazione delle fonti principali di esposizione.

Date le caratteristiche di persistenza di queste sostanze abbiamo visto che l'SCF ha stabilito un livello tollerabile di assunzione settimanale di 14 picogrammi tossico equivalenti (TEQ) per kg di peso corporeo per diossine e PCB "diossina simili". Questa dose massima tollerabile settimanale (Tolerable Weekly Intake, TWI) è proporzionale alla dose massima mensile (Provisional Monthly Intake, PMTI) di 70 pg/kg di peso corporeo/mese, stabilita nell'incontro della Commissione di Esperti di contaminanti negli alimenti della FAO/OMS, al 55° Meeting tenutosi a Roma dal 5 al 14 giugno del 2001, valore che è in linea anche con le previsioni di una dose tollerabile giornaliera (Tolerable daily intake, TDI) fissata in 1-4 pg WHO-TEQ/kg di peso corporeo, stabilita dall'OMS nella consultazione del 1998. Se confrontiamo le previsioni comunitarie con quelle degli altri organismi scientifici internazionali vediamo che la dose massima di 2 pg/kg peso corporeo/ giorno proposta dal SCF nel maggio 1998, è in linea con il valore di 2-3 pg/kg peso corporeo/ giorno suggerito dal comitato di esperti dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (JECFA-OMS) nel giugno 2001.

Nella Comunicazione 2001/C 322/02 pubblicata nella G.U.C.E. C 322/2 del 17.11.2001 è descritta la "Strategia comunitaria sulle diossine, furani e i bifenili policlorurati". In questo documento vengono descritti i problemi connessi all'esposizione di questi contaminanti, gli effetti sulla salute umana e sull'ambiente, i traguardi raggiunti nei vari campi per ridurre le emissioni e sono enunciati gli obiettivi fissati: da una parte la riduzione della presenza di diossine e PCB nel cibo e nei mangimi, e dall'altra la riduzione di questi stessi composti nell'ambiente. La prima parte di questa strategia è regolata principalmente da misure legislative che definiscono livelli massimi, limiti di attenzione e obiettivi a lungo termine per cibi e mangimi. La seconda invece propone la definizione di limiti alle emissioni dei diversi settori produttivi e industriali, assieme allo sviluppo di procedure per promuovere e migliorare la disponibilità di dati ambientali

### 9.5. Lo stato attuale: cosa scrivono i giornali?

---

(attendibili e confrontabili) riguardanti sia le emissioni che i diversi comparti ambientali<sup>1</sup>.

Nonostante il Comitato Scientifico per gli Alimenti sia arrivato alla conclusione che una parte considerevole della popolazione europea introduca una quantità di queste sostanze superiore al limite massimo giornaliero, si è arrivati alla conclusione che non necessariamente vi è un rischio apprezzabile per la salute del singolo individuo, dal momento che la dose tollerabile settimanale fissata (TWI) prevede un fattore di sicurezza. Tuttavia, il superamento del TWI, determina una progressiva perdita della protezione introdotta con il limite di sicurezza. Ricordiamo che l'introduzione con la dieta di questi contaminanti nella popolazione europea presenta un'ampia variabilità, a causa delle diverse abitudini alimentari e dei diversi tipi di approvvigionamento. Ad esempio, una dieta fatta principalmente di pesce proveniente da zone ad alta contaminazione del Mar Baltico, è attualmente molto più "a rischio" di quella variata del sud Europa, così come -forse- una dieta con prodotti ittici provenienti dalle zone autorizzate alla pesca dalla laguna di Venezia.

## 9.5 Lo stato attuale: cosa scrivono i giornali?

Si parla continuamente di lavoro in sicurezza, controlli più severi ecc. ma quanto effettivamente è stato fatto?

Non è questa la sede per un approfondito esame sul problema dei piani di emergenza, dell'applicazione della Seveso, e della destinazione e uso dei rifiuti, tutte questioni che andrebbero affrontate specificatamente. Qui vogliamo solo mettere in risalto alcuni esempi tratti dai giornali locali per evidenziare come queste questioni siano di grande attualità e destino perciò l'interesse dei media.

L'aspetto più preoccupante è che, nonostante tutto quel che si dica, continuano ad accadere disastri ambientali che vedono come bersaglio preferenziale proprio la salute dell'uomo. Non appena vengono organizzate efficienti campagne di studio e informazione su un determinato problema ambientale, ecco che accade qualcos'altro. La cosa strana è che in laguna di Venezia sembra far eco esclusivamente un inquinante: la diossina. Basta sfogliare un quotidiano e ci si rende conto di come questo composto organico sia sempre il primo della lista quando si verifica qualche fuga, sversamento, ecc.

I composti organici persistenti (POP) rappresentano ormai l'oggetto di studio forse più importante per la loro pericolosità e il conseguente rischio per la salute della popolazione. A livello comunitario sono stati prefissati dei limiti ben precisi, come è stato sottolineato anche in questo lavoro, proprio per ridurre, se non addirittura eliminare, le emissioni di questi composti. Anche in laguna di Venezia molti studiosi sono all'opera in questo campo (Fig. 9.3).

---

<sup>1</sup>2399th Council meeting - Environment - Brussels, 12 December 2001: *Dioxins, Furans and Polychlorinated Biphenyls (PCB) Conclusions*: <http://europa.eu.int/rapid/start/cgi/guesten.ksh?p-action.gettxt=gt&doc=PRES/01/459-0-AGED&lg=EN>.





Figura 9.3: (*La Nuova Venezia*, 25/3/2003).

Ma ciò sembra non bastare quando si è di fronte a coloro che fanno dell'inquinamento una vera e propria fonte di guadagno. Infatti, si è parlato moltissimo del caso delle vongole alla diossina: vongole pescate nei canali industriali, zona vietata, sigilli falsificati e quindi vendute al mercato del pesce per finire in questo modo sulle nostre tavole (Fig. 9.4).



Figura 9.4: (*Il Gazzettino*, 1/11/2002).

## 9.5. Lo stato attuale: cosa scrivono i giornali?

Come se non bastasse a Porto Marghera continuano a verificarsi fughe di composti tossici dal Petrolchimico e proprio lo scorso 28 novembre 2002 si è sfiorata la tragedia. “Poteva essere una seconda Bhopal” ha commentato a caldo un vigile del fuoco intervenuto sul posto. Si continua a parlare di messa in sicurezza degli impianti e ancora non esiste un vero e proprio piano d'emergenza con relativa informazione ai cittadini su rischi e comportamenti da tenere in caso di incidente (Fig. 9.5).



Figura 9.5: (La Nuova Venezia, 29/11/2002).

E cosa dire dell'ultimo scandalo? Pare che i fanghi provenienti dall'impianto biologico di trattamento di acque industriali e civili di Fusina, contenenti elevate concentrazioni di diossine PCB e IPA, siano finiti sui campi agricoli e così sulle nostre tavole potrebbero essere stati serviti addirittura ortaggi inquinati da diossina e altri POP (Fig. 9.6).

Sulla base di quanto accade non c'è molto da aggiungere, se non che è impressionante che a livello legislativo ci sia ancora tanta superficialità e confusione. Non appena succede qualcosa non si riesce ad individuare chi poteva evitarlo, o meglio, chi era tenuto a far sì che non accadesse. Non è ammissibile che ancora non vengano definiti in maniera precisa coloro che devono controllare, cosa e ogni quanto. Forse non è chiaro il fatto che lo scopo del controllo non è di trovare il colpevole del danno, una volta che questo viene fatto, ma è proprio quello di fare il possibile per evitarlo.

Esistono particolari analisi per misurare i livelli di diossina nel grasso corporeo, nel sangue, nel latte materno (Fig. 9.7), ma queste analisi sono molto costose e non sono di solito disponibili di routine per il pubblico.

VENEZIA. Allarmanti particolari dall'inchiesta sugli scarichi tossici mentre scoppia la guerra su chi doveva controllare

# Montagne di veleni nei campi

## Usate come fertilizzanti 96.000 tonnellate di diossina



I controlli del Corpo Forestale sugli scarichi dei fanghi tossici a Fusina

### COSA FA MALE

#### PER FAVORE PARLATE CHIARO

di Andrea Iannuzzi

Una teoria della comunicazione di massa sostiene che più grossa la spara, meno possibilità hai di essere creduto. Questo succede soprattutto per le cattive notizie, come la mitologica Cassandra insegna. Se qualcuno, prima dell'11 settembre, avesse detto: «Due aerei di linea butteranno giù le Twin Towers, ho le prove», lo avrebbero internato.

SEQUE A PAGINA 14

VENEZIA. Fanghi tossici: sono 96.000, secondo le Foreste, le tonnellate di diossina finite nei campi di mais. Intanto, per il pm, spettavano a Vesta i controlli sui fanghi alla diossina usciti dal depuratore di Fusina e rivenduti come fertilizzanti per l'agricoltura: questo perché la legge dice che l'utilizzo di fanghi è possibile «a condizione che non siano presenti sostanze tossico-nocive e dannose per l'uomo e l'ambiente». Quindi chi ha provocato l'utilizzo di fanghi tossici è colpevole. Ma Vesta, per bocca del suo presidente Lollì, si difende e dice che, fra le settanta analisi giornaliere a cui sono sottoposti i fanghi, non è previsto il controllo sulle diossine.

CERCHETTI E VITUCCI ALLE PAGINE 2 E 3

Figura 9.6: (La Nuova Venezia, 23/5/2003).

26 VENERDI' 14 novembre 2003

CRONACA DI VENEZIA

la Nuova

Risposta «tranquillante» all'interrogazione di Luana Zanella circa la presenza di sostanze pericolose

# Latte materno in Parlamento

## Il caso delle analisi effettuate 4 anni fa su alcune mamme

di Gianni Favarato

VENEZIA. Mercurio, cadmio, cobalto, rame, manganese, stagno, zinco, piombo, Ipa, Pcb, undici scorporati di diossine. Nel latte materno delle mamme veneziane c'è un po' di tutto, perfino il cesio risalente all'incidente di Chernobyl del 1986. E' quanto emerge dalla sommaria risposta del sottosegretario Cursi ad un'interrogazione di Luana Zanella sui prelievi di latte materno fatti nel 1999 a Venezia.

La denuncia di una mamma veneziana che 4 anni fa ha donato all'Asl 12 il suo latte materno per un'indagine sull'accumulo di diossine e altre sostanze tossiche e nocive trasferibili al figlio, il ministro della Salute s'è deciso a dire qualcosa sui risultati di quelle analisi. Lo ha fatto ieri il sottosegretario Cursi, rispondendo in Commissione Affari Sociali al question-time della deputata Luana Zanella. Una risposta parziale e fin troppo specialistica, che invece che tranquillizzare crea nuove apprensioni e inquietudini tra le 29 mamme veneziane che hanno donato il loro latte per l'indagine. Nella sua risposta il sottosegretario alla Sanità chiarisce che i risultati delle analisi su quei campioni di latte ci sono ma sono stati inglobati in una ricerca molto più ampia dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (Who) — che segue di dieci anni quella precedente realizzata in Italia solo a Firenze, Milano, Roma e Pavia (ma non a Venezia) — sulle «concentrazioni di sostanze tossiche nel latte materno per effettuare una stima del carico inquinante corporeo (body burden) e del rischio in relazione agli andamenti temporali». Per quanto riguarda l'area di Venezia, l'obiettivo primario era «il rilevamento dei microcontaminanti d'interesse nel latte materno di donatrici appartenenti a segmenti potenzialmente più esposti (forte prevalenza di prodotti ittici locali nella dieta) e non esposti della popolazione residente». Secondo quanto riferito dal sottosegretario «la diminuzione del body burden associato ai contaminanti d'interesse nelle aree considerate risulta nell'ordine del 50-80% con livelli delle sostanze dello stesso ordine di grandezza di quelli misurati i tempi recenti in diversi Paesi Europei». Difficile capire come si possa parlare di una diminuzione del «carico inquinante» bioaccumulato nell'organismo umano (in questo caso le pasperpe) quando a Venezia non erano mai state fatte in precedenza altre campagne analitiche del genere che permettano una comparazione. Il sottosegretario non ha nemmeno chiarito quali sono i pesi Europei presi in considerazione ma ammette che «sulla presenza di Pcb e diossina nel latte materno gli studi sono scarsi, in particolare in Italia». Per quanto riguarda le diossine (Pcb) la ricerca segnala che «salvo modeste variazioni della intensità relative — conclude il sottosegretario — i profili osservati sono ricorrenti in Canada, Europa e Usa». Infine, il sottosegretario alla Sanità ha fatto presente che «l'unico radionuclide d'origine artificiale presente nel latte materno analizzato è risultato essere il Cesio, associato alla contaminazione radiattiva dell'ambiente e degli alimenti determinata dall'incidente di Chernobyl nell'86 con valori del K in un intervallo d'attività ristretto».

Laurenza Zanella e una madre mentre allatta il suo bimbo

Figura 9.7: (La Nuova Venezia, 14/11/2003).

L'auspicio è quello di ridurre i livelli di contaminazione ambientale e degli alimenti per l'uomo in modo tale da assicurare un alto livello di protezione per la salute pubblica. A chi autorizza le emissioni, gli scarichi, lo smaltimento e il riutilizzo dei rifiuti si raccomanda di effettuare controlli più rigorosi, nella speranza che si arrivi presto ad uno scenario in cui non si debba temere di prendere una sana boccata d'aria o addirittura di sedersi a tavola!

# Bibliografia

- ARPAV, 1999, *Atti del Convegno Nazionale: Informare Educare Decidere*
- AXIAK V., MICALLEF D., MUSCAT J., VELLA A. AND MINTOFF B., 2003, *Imposex as a biomonitoring tool for marine pollution by tributyltin: some further observations*, *Environment International*, 28(8): 743-749
- BELLUCCI L. G., FRIGNANI M., RACCANELLI S., CARRARO C., 2000, *Poly-chlorinated Dibenzo-p-dioxins and Dibenzofurans in Surficial sediments of the Venice Lagoon*, *Marine Pollution Bulletin*, 40: 65-76.
- BIDINOTTO P., 2002. L'inquinamento da diossine nei sedimenti della Laguna di Venezia: tra indagine scientifica e comunicazione di massa. Tesi di Laurea, Facoltà di SS.MM.FF, Università Ca' Foscari, Venezia.
- CHU F.L.E., SOUDANT P., CRUZ-RODRÓ ÁGUEZ L.A., HALE R.C., 2000, *PCB uptake and accumulation by oysters (Crassostrea virginica) exposed via a contaminated algal diet*, *Marine Environmental Research* 50 : 217-221
- CRITTO A., MARCOMINI A., 2001. Rischio ecologico ed inquinamento chimico lagunare, Libreria Editrice Cafoscarina, Venezia.
- COMUNE DI VENEZIA - WWF (1995), Laguna conservazione di un ecosistema, *Arsenale Editrice*, Venezia, 119 pp.
- D'AMICO R., FERRARI G., POZZATO M., MATURI M., 1990, *Le competenze del Magistrato alle Acque per la tutela del suo territorio dagli inquinamenti delle acque*, *Rassegna dei lavori pubblici*, n° 9.
- DE FRÉ, R., CORNELIS, C., MENSINK, C., NOUWEN, J., SCHOETERS, G., ROEKENS, E., 2000. Proposed limit values for dioxin samples deposition in Flanders. *Organohalogen Compounds* 45, 324-327.
- DE MARCHI B., RAVETZ J.R., 1999. *Computers, citizens and climate change: the art of communicating technical issues. Developing principles of good practice in integrated environmental assessment*, *International Journal of Environment and Pollution*, volume 11 n.3.
- FERRARI G., 1996 *Relazione valutativa degli studi già effettuati sulla presenza di diossine nell'ambiente lagunare veneziano*. 28/9/96 Perizia CTU PPN, 3340/96 RNN
- FINGHERHUT M., HALPERIN W., MARLOW D., PIACITELLI L., HONCHAR P., SWEENEY M., GREIFE A., DILL P., STEENLAND K., SURUDA A., 1991. *Cancer mortality in workers exposed to 2,3,7,8- Tetrachlorodibenzo-p-dioxin*, *The New England Journal of Medicine*, volume 324 n.4, pp. 212-218.

- FINGERHUT M., STEENLAND K., SWEENEY M., HALPORIN W., PIACITELLI L., MARLOW D., 1992. *Old and new reflections on Dioxin*, Epidemiology, volume 3 n. 1, pp. 69-72.
- FUNTOWICZ S., RAVETZ J.R., 1992. *Three types of Risk Assessment and the Emergence of Post-Normal Science*, in S. Krimsky e D. Golding (a cura di), Social Theories of risk, Westport, Conn., Praeger, pp. 251-273.
- FUNTOWICZ S., 1995. *Il probabile è la realtà*, documenti per il Congresso Nazionale Legambiente, n. 5.
- GAZZETTA UFFICIALE DELLE COMUNITA' EUROPEE, 2001. *Comunicazione della Commissione al Consiglio, al Parlamento europeo e al comitato economico e sociale. Strategia comunitaria sulle diossine, i furani e i bifenili policlorurati*, 2001/C 322/02.
- GHETTI A. and PASSINO R. (Eds)- (1980), Ripristino conservazione ed uso dell'ecosistema lagunare veneziano, Comune di Venezia, Venezia 199 pp.
- GIBBONS M., 1999. *Science's New Social Contract with Society*, Nature, n. 402, C81-C84.
- GIORDANI SOIKA A., PERIN G. , 1974 - *L'inquinamento della Laguna di Venezia: studio delle modificazioni chimiche e del popolamento sottobasale dei sedimenti lagunari negli ultimi vent'anni*. Bollettino del Museo di Scienze Naturali, 26:25-68.
- GRAY, J.S., 2002, *Biomagnification in marine systems: the perspective of an ecologist*, Marine Pollution Bulletin, 45:46-52
- GREENPEACE, 1995. *Morte a Venezia* (<http://www.greenpeace.it/archivio/toxic/ven-res.htm>).
- HAYNES D., MÜLLER J. AND CARTER, S., 2000, *Pesticide and herbicide residues in sediments and seagrasses from the great barrier reef world heritage area and Queensland Coast*, Marine Pollution Bulletin, 41 :279-287.
- HOLLAND D.L., 1978, *Lipid reserves and energy metabolism in the larvae of benthic marine invertebrates*. In: D.C. Malins and J.R. Sargent Editors, Biochemical and Biophysical Perspectives in Marine Biology, Academic Press, New York, 4: 85123.
- HUMMEL, H., BOGAARDS, R. H., NIEUWENHUIZE, J., DE WOLF, L., VAN LIERE, J. M., 1990, *Spatial and seasonal differences in the PCB content of the mussel Mytilus Edulis*. Science of the Total Environment, 92:155-163.
- JOHANSSON N., 2002. *The Stockholm Convention on POPs and an Overview of Current Dioxin Risk Assessments*, Swedish Environmental Protection Agency and Karolinska Institutet, Workshop: "Controllo ambientale della diossina e dei contaminanti organici persistenti (POPs): esperienze europee e statunitensi", Venezia, 7-8 Novembre 2002.
- KOGEVINAS M., BECHER H., BENN T., BERTAZZI P.A., BOFFETTA P., BUENO DE MESQUITA H., COGGON D., COLIN D., FLESH-JANYNS D., FINGERHUT M., GREEN L., KAUPPINEN T., LITTORIN M., LYNGE E., MATHEWS J., NEUBERGER M., PEARCE N., SARACCI R., 1997. *Cancer mortality in workers exposed to phenoxy herbicides, chlorophenols and dioxin*, American Journal of Epidemiology, volume 145 n.12, pp 1061-1075.



### 9.5. Lo stato attuale: cosa scrivono i giornali?

---

- LIVINGSTONE D.R., LEMAIRE P., MATTHEWS A., PETERS L.D., PORTE C., FITZPATRICK P. J., FÖRLIN L., NASCI C., FOSSATO V., WOOTTON N. AND GOLDFARB P., 1995, *Assessment of the Impact of Organic Pollutants on Goby (Zosterisessor ophiocephalus) and Mussel (Mytilus galloprovincialis) from the Venice Lagoon, Italy: Biochemical Studies*, Marine Environmental Research, 39(1-4): 235-240.
- MAV - CVN (Magistrato alle Acque di Venezia - Consorzio Venezia Nuova), 1999. *Interventi per il recupero ambientale e morfologico della laguna di Venezia. Mappatura dell'inquinamento dei fondali lagunari, studi ed indagini. Relazione finale*, Luglio 1999.
- MAV - CVN (Magistrato alle Acque di Venezia - Consorzio Venezia Nuova), 2000a. *Programma generale delle attività di approfondimento del quadro conoscitivo di riferimento per gli interventi ambientali, "Progetto 2023"*, 6 linee di ricerca.
- MAV - CVN (Magistrato alle Acque di Venezia - Consorzio Venezia Nuova), 2000b. *Programma generale delle attività di approfondimento del quadro conoscitivo di riferimento per gli interventi ambientali. 1<sup>o</sup> stralcio attuativo (Progetto 2023, Attività F)*, Volume II, 98.T339-REL-T0.22-1, 520 pp.
- MAV - CVN (Magistrato alle Acque di Venezia - Consorzio Venezia Nuova), 2000c. *Valutazione del trasferimento della contaminazione nella catena trofica della laguna di Venezia e valutazione del rischio per la salute umana. Programma generale delle attività di approfondimento del quadro conoscitivo di riferimento per gli interventi ambientali, "Progetto 2023" linea E-C*, 74 pp.
- MARCOMINI A., ZANETTE M., D'ANDREA F., DELLA SALA S., 1997. *Diossine: ambiente e salute*, Arsenale Editrice, Venezia.
- MATTHIESSEN P. & LAW R. J., 2002, *Contaminants and their effects on estuarine and coastal organisms in the United Kingdom in the late twentieth century*, Environmental Pollution 120:739-757.
- MEDIA DUEMILA, 2002. *Scienza e mass media*, n. 3, Distributore esclusivo "Angelo Patuzzi", Milano
- MONOSSON E., FLEMING W.J. AND SULLIVAN C.V., 1994, *Effects of the planar PCB 3,3',4,4'-tetrachlorobiphenyl (TCB) on ovarian development, plasma levels of sex steroid hormones and vitellogenin, and progeny survival in the white perch (Morone americana)*, Aquatic Toxicology, 29 (1-2):1-19.
- MOORE M.R., VETTER W., GAUS C., SHAW G.R. AND MÜLLER J.F., 2002, *Trace organic compounds in the marine environment*, Marine Pollution Bulletin, 45 (1-12):62-68.
- NASCI,C., DA ROS,L., CAMPESAN,G., FOSSATO,V.U., 1998, *Assessment of the impact of chemical pollutants on mussel, Mytilus galloprovincialis, from the Venice Lagoon, Italy*, Marine Environmental Research, 46 (1-5):279-282.
- NATO CGMS - North Atlantic Treaty Organization. Committee on Challenges of Modern Society, 1988a, *International Toxicity Equivalency Factor (I-TEF) method of risk assessment for complex mixtures of dioxins and related compounds*, n° 176.
- NATO CGMS, 1988b, *Scientific basis for the development of International Toxicity Equivalency (I-TEQ) factor method of risk assessment for complex mixtures of dioxins and related compounds*, n° 178.

- ORIO A.A., DONAZZOLO R., 1987. *Specie tossiche ed eutrofizzanti nella Laguna e nel Golfo di Venezia*, Istituto Veneto Sci. Lett. Arti Rapp.ti e Studi, volume XI, pp. 149-215.
- PAZOS A. J., ROMÁN G., ACOSTA C. P., SÁNCHEZ J. L. AND ABAD M., 1997, *Lipid classes and fatty acid composition in the female gonad of Pecten maximus in relation to reproductive cycle and environmental variables*, *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, 117(3):393-402.
- PIPE R.K., COLES J. A. & THOMAS M.E., 2000, *Possible links between impaired immune function and contaminant levels in mussels (Mytilus galloprovincialis) sampled from the Venice Lagoon*, *The Venice Lagoon Ecosystem - Inputs and Interactions Between Land and Sea*, Lasserre P. and Marzollo A. (Eds.), UNESCO Man and Biosphere Series, Volume 25, Chapter 23: 397-407.
- PULSFORD A.L., THOMAS M.E., COLES J. A., LEMAIRE-GONY S. & PIPE R.K., 2000, *Immunomodulatory effects of contaminant exposure in sediment-dwelling Goby (Zosterisessor ophiocephalus)* *The Venice Lagoon Ecosystem - Inputs and Interactions Between Land and Sea*, Lasserre P. and Marzollo A. (Eds.), UNESCO Man and Biosphere Series, Volume 25, Chapter 24: 409-420.
- RABITTI P., 1998. *Cronache dalla chimica. Marghera e le altre*, CUEN Ecologia, Napoli.
- ROSSINI P., GUERZONI S., RAMPAZZO G., QUARANTOTTO G., GARIBBO E. and MOLINAROLI E. (2001) - *Atmospheric deposition of trace metals in North Adriatic sea*. In: *Mediterranean Ecosystem: Structures and Processes*, F.M. Faranda, L. Guglielmo, G. Spezie (eds.), Springer Verlag, 123-129.
- SANTAROSSA L. (a cura di), 1996. *La laguna di Venezia. Un patrimonio da riscoprire*, Filippi Editore, Venezia, 15-22, 25-30
- SCARLETT A., DONKIN P., FILEMAN T. W. , EVANS S. V. AND DONKIN, M. E. 1999, *Risk posed by the antifouling agent Irgarol 1051 to the seagrass, Zostera marina*, *Aquatic Toxicology*, 45, (2-3):159-170.
- SWEEDISH ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 1998, *Persistent Organic Pollutants*, Monitor n° 16.
- US-EPA, 1997, *Special Report on Environmental Endocrine Disruption: an Effects Assessment and Analysis*, EPA/630/R-96/012, 111 pp.
- VAN DER OOST R., BEYER J. AND VERMEULEN N. P. E., 2003, *Fish bioaccumulation and biomarkers in environmental risk assessment: a review*, *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 13 (2):57-149.
- VATOVA A., 1940, *Le zoocenosi della laguna veneta*. *Thalassia* 3,(10): 1-28.
- WENNING R., DODGE D., PECK B., SHEARER K., LUKSEMBURG W., DELLA SALA S., SCAZZOLA R., 2000. *Screening-level ecological risk assessment of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans in sediments and aquatic biota from the Venice Lagoon, Italy*, *Chemosphere* 40, 1179-1187.
- UNEP/MAP/WMO, 2001. *Atmospheric input of persistent organic pollutants to the Mediterranean Sea*. MAP Technical Report Series, 130, UNEP/MAP, Athens.

9.5. *Lo stato attuale: cosa scrivono i giornali?*

---

- WWF, 2001. *Venezia capace di futuro*, Allegato "Attenzione", Edicomp, n. 11.
- ZANOTTO E., ALCOCK R.E., DELLA SALA S., D'ANDREA F., GREEN N., JONES K., MARCOMINI A., SWEETMAN A., WOOD J., 1999. *PCDD/Fs in Venetian foods and a quantitative assessment of dietary intake*, *Organohalogen Compounds*, 44, 13-16.



Questa rassegna di studi cerca di colmare una lacuna particolarmente sentita nella nostra città. Con una pubblicazione sintetica i curatori forniscono un'esposizione rigorosa dello "stato dell'arte" delle ricerche scientifiche in un campo molto delicato e controverso. Per la prima volta vengono presentati, in maniera semplice, i risultati di svariati studi effettuati da diverse Istituzioni (pubbliche e private) riguardanti il contenuto di inquinanti organici persistenti (POP) nell'ambiente (aria, acqua, sedimenti, terreni, fauna ittica) e negli alimenti a Venezia.

È noto che diossine, PCB, composti clorurati e microinquinanti in genere evocano i peggiori disastri industriali cui l'umanità è stata sottoposta nei decenni scorsi: Seveso e Bhopal tra tutti. Ma a rovinare i sonni degli abitanti esposti al "rischio chimico" non sono solo le "fughe", i "fuori servizio", gli "spandimenti", le esplosioni e gli incendi più o meno repentini e casuali che periodicamente si verificano; ancora più ansia provoca il timore di essere sottoposti agli effetti di un rilascio silenzioso in atmosfera o nelle acque, impercettibile ma continuato, di sostanze nocive che assimilate sia pure in dosi omeopatiche possono comunque accumularsi, persistere nel tempo e avvelenare i nostri corpi.

Dalla lettura dei diversi capitoli emerge chiaramente la necessità di una continua opera di monitoraggio della laguna di Venezia affinché questo ecosistema fragile, che riesce a convivere da più di un millennio con l'uomo, possa rimarginare le ferite causate dall'attività antropica, ed essere salvaguardato dalla minaccia dell'inquinamento. Il monitoraggio risulta indispensabile anche ai fini di una corretta opera di informazione sui rischi per la salute umana.

Viene ribadita l'attualità del problema rischio (per l'ecosistema e la salute umana), recentemente segnalata anche dalla Commissione Europea che ha adottato nell'Ottobre del 2001 una strategia comunitaria per diossine e PCB, nella quale viene confermato che controllare l'inquinamento nell'ambiente è uno dei modi più efficaci per ridurre i livelli di assunzione attraverso la catena alimentare.

Hanno curato il volume:

**Stefano Guerzoni**, biologo, ricercatore all'Istituto di Scienze Marine del Consiglio Nazionale delle Ricerche di Venezia. Email: stefano.guerzoni@ismar.cnr.it

**Stefano Raccanelli**, chimico ambientale, direttore del Laboratorio Microinquinanti Organici di Marghera del Consorzio Interuniversitario Nazionale la Chimica per l'Ambiente. Email: sraccanelli@vegapark.ve.it

Hanno contribuito ai diversi capitoli:

**Patrizia Bidinotto**, laureata in Scienze Ambientali a Venezia, attualmente presso il Consorzio Venezia Nuova; **Paolo Camerotto**, veterinario, Direzione per la Prevenzione, della Regione Veneto; **Giorgio Ferrari**, chimico, responsabile della Sezione Antinquinamento del Magistrato alle Acque di Venezia; **Emanuela Molinaroli**, geologa, docente di Sedimentologia all'Università Ca' Foscari di Venezia; **Paolo Rossini**, biologo, ricercatore presso il Centro Studi Ambientali di Rimini; **Alberto Spoladori**, esperto di reati ambientali, Ispettore Capo del Corpo Forestale dello Stato, responsabile della sezione di Polizia Giudiziaria della Procura della Repubblica di Bassano del Grappa (VI); **Davide Tagliapietra**, ecologo, ricercatore all'Istituto di Scienze Marine del CNR di Venezia.

€ 10,00

