

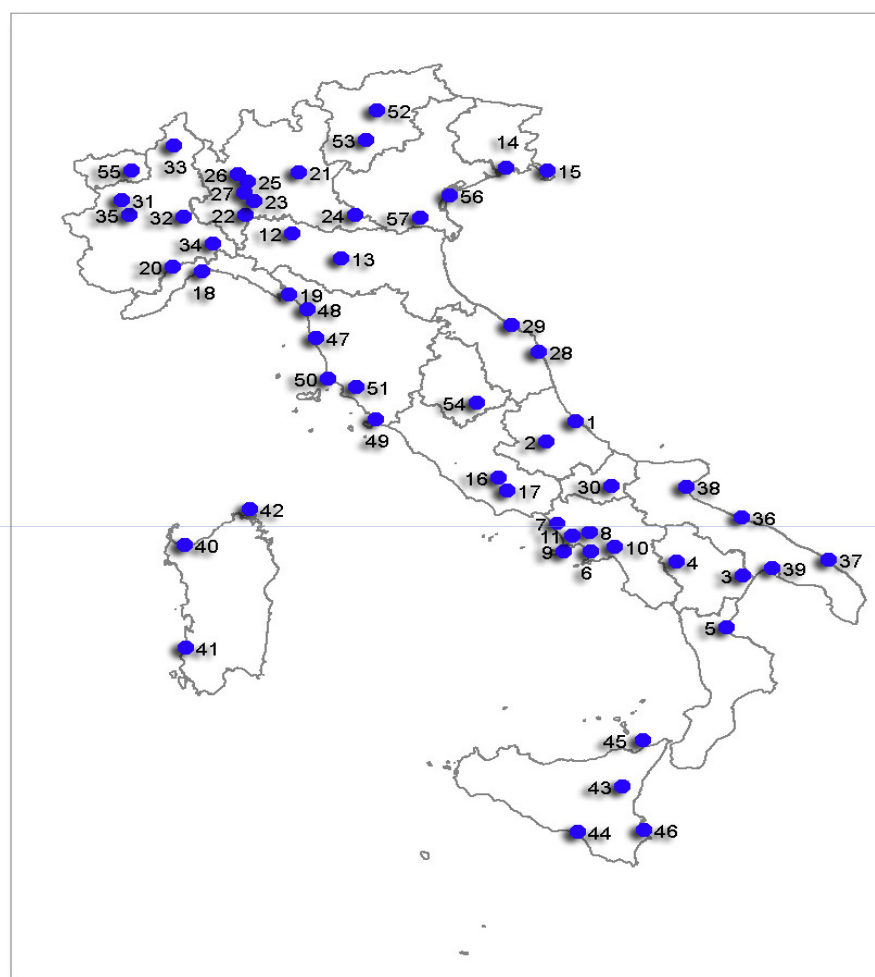
LA CONTAMINAZIONE AMBIENTALE E RISCHIO SANITARIO

Loredana Musmeci

Istituto Superiore di Sanità
Dipartimento Ambiente e Connessa Prevenzione Primaria



57 Siti di Bonifica di Interesse Nazionale (SIN)



Attualmente 18 SIN sono diventati di interesse regionale in base al DM 11 Gennaio 2013 (G.U. - N.60 del 12/03/2013)

	Sito	Regione	Aree a terra	Aree a mare	Tipologie principali
1	Fiumi Saline e Alento	Abruzzo	1137 ha	778 ha	Manufatturiero; Discariche; Rifiuti
2	Bussi sul Tirino	Abruzzo	234 ha	-	Chimico; Discariche; Rifiuti
3	Area industriale della Val Basento	Basilicata	3330 ha	-	Chimico; Amianto
4	Tito	Basilicata	315 ha	-	Amianto; Rifiuti
5	Crotone - Cassano - Cerchiara	Calabria	868 ha	1452 ha	Chimico; Siderurgico; Discariche
6	Aree del Litorale Vesuviano (*)	Campania	9615 ha	6698 ha	Discariche; Rifiuti
7	Litorale Domizio Flegreo e Agro A.	Campania	157025 ha	22412 ha	Discariche; Rifiuti
8	Napoli Orientale	Campania	834 ha	1433 ha	Petrochimico; Raffineria; Stocc. Idroc.
9	Napoli Bagnoli - Coroglio	Campania	945 ha	1494 ha	Siderurgico
10	Bacino Idrografico del fiume Sarn	Campania	42664 ha	-	Manufatturiero; Rifiuti
11	Pianura	Campania	156 ha	-	Discariche; Rifiuti
12	Fidenza	Emilia Romagna	25 ha	-	Chimico
13	Sassuolo - Scandiano	Emilia Romagna	23 località	-	Manufatturiero; ;
14	Laguna di Grado e Marano	Friuli Ven. Giulia	4198 ha	6831 ha	Petrochimico; Siderurgico; Discariche
15	Trieste	Friuli Ven. Giulia	502 ha	1196 ha	Siderurgico; Raffineria; Discariche
16	Bacino del fiume Sacco	Lazio	117086 ha	-	Chimico; Manufatturiero
17	Frosinone	Lazio	119 disc.	-	Discariche
18	Cogoleto - Stoppani	Liguria	46 ha	168 ha	Chimico
19	Pitelli	Liguria	338 ha	1571 ha	Discariche; Rifiuti; Cantieristica
20	Cengio e Saliceto	Liguria-Piemonte	22387 ha	-	Chimico; Rifiuti;
21	Brescia - Caffaro	Lombardia	263 ha	-	Chimico; Discariche
22	Broni	Lombardia	14 ha	-	Amianto
23	Cerro al Lambro	Lombardia	6 ha	-	Discariche; Rifiuti
24	Laghi di Mantova e polo chimico	Lombardia	1030 ha	-	Petrochimico; Raffineria; Chimico
25	Pioltello - Rodano	Lombardia	85 ha	-	Chimico; Discariche
26	Sesto San Giovanni	Lombardia	256 ha	-	Siderurgico
27	Milano - Bovisa	Lombardia	43 ha	-	ex Produzione gas; Stocc. Idrocarburi
28	Basso bacino del fiume Chienti	Marche	2641 ha	1191 ha	Manufatturiero
29	Falconara Marittima	Marche	108 ha	1164 ha	Raffineria
30	Campobasso - Guglionesi II	Molise	4 ha	-	Rifiuti
31	Balangero	Piemonte	317 ha	-	Amianto
32	Casal Monferrato	Piemonte	74325 ha	-	Amianto
33	Pieve Vergonte	Piemonte	15242 ha	-	Chimico
34	Serravalle Scrivia	Piemonte	74 ha	-	Chimico; Discariche; Rifiuti
35	Basse di Stura (Torino)	Piemonte	163 ha	-	Siderurgico; Discariche
36	Bari - Fibroneit	Puglia	15 ha	-	Amianto
37	Brindisi	Puglia	5733 ha	5590 ha	Petrochimico; Elettrico
38	Manfredonia	Puglia	304 ha	853 ha	Chimico; Discariche
39	Taranto	Puglia	4383 ha	6991 ha	Siderurgico; Manufatturiero; Raffineria
40	Aree industriali di Porto Torres	Sardegna	1844 ha	2762 ha	Petrochimico; Siderurgico; Elettrico
41	Sulcis - Iglesiente - Guspinese	Sardegna	61918 ha	89121 ha	Petrochimico; Chimico; Elettrico
42	La Maddalena	Sardegna	-	-	
43	Biancavilla	Sicilia	330 ha	-	Amianto
44	Gela	Sicilia	795 ha	4563 ha	Petrochimico; Discariche
45	Milazzo	Sicilia	549 ha	2190 ha	Petrochimico; Raffineria; Discariche
46	Priolo	Sicilia	5815 ha	10085 ha	Petrochimico; Raffineria; Elettrico
47	Livorno	Toscana	656 ha	1423 ha	Elettrico; Raffineria; Stocc. Idrocarburi
48	Massa e Carrara	Toscana	1648 ha	1891 ha	Siderurgico; Amianto; Discariche
49	Orbetello (area ex SITOCO)	Toscana	64 ha	2646 ha	Chimico
50	Piombino	Toscana	931 ha	2120 ha	Siderurgico; Discariche
51	Strillale	Toscana	53 ha	-	Discariche; Rifiuti
52	Bolzano	Trentino	26 ha	-	Chimico
53	Trento nord	Trentino	24 ha	-	Chimico
54	Terni Papigno	Umbria	655 ha	-	Siderurgico; Discariche
55	Emarese	Valle D'Aosta	15 ha	-	Amianto
56	Venezia (Porto Marghera)	Veneto	3221 ha	2566 ha	Petrochimico; Chimico; Elettrico
57	Mardimago - Ceregnano	Veneto	57 ha	-	Manufatturiero; Discariche

Il rischio che i contaminanti presenti nelle aree d'interesse entrano nella catena alimentare è elevato, quindi:



Valutazione di rischio (Fasi Metodologiche)

- Identificazione del Pericolo (classificazione sostanze pericolose-frasi di rischio)
- Caratterizzazione del Pericolo (valutazione dose-risposta-elaborazione dose tollerabile giornaliera)
- Valutazione dell'Esposizione (dati su matrici ambientali, alimentari, uso modelli, biomonitoraggio umano)
- Caratterizzazione del Rischio (valutazione dei potenziali effetti associati a determinate esposizioni)

Valutazione dell'esposizione

- Fonti Inquinamento (fonti diffuse/puntiformi)-
selezione inquinanti indice
- Dati su matrici ambientali (biota, sedimenti, colonna
acqua, suolo, aria)
- Dati su matrici alimentari
- Dati su consumi alimentari, dieta.
- Biomonitoraggio Umano (anche biomarker)
- Uso modelli

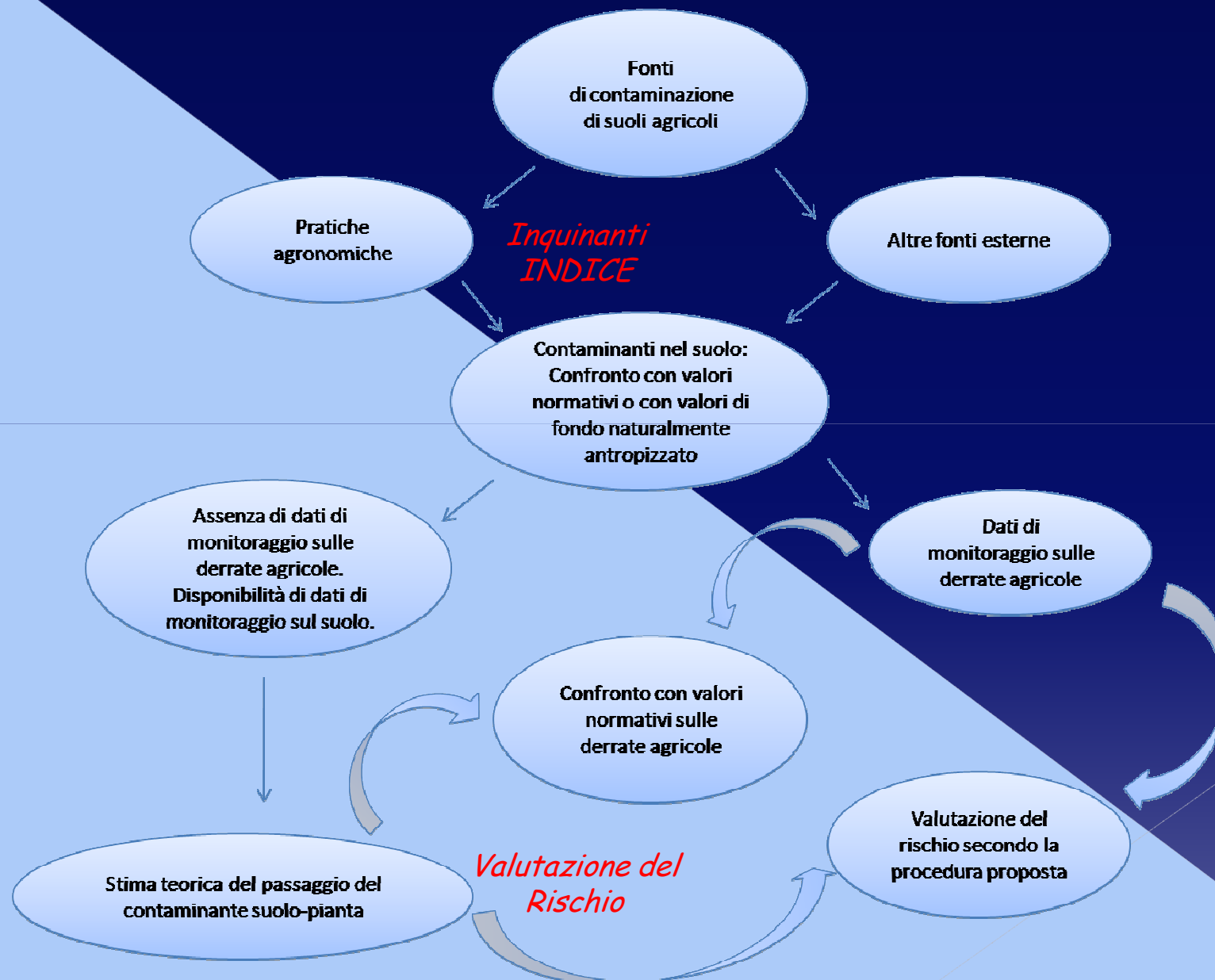
Vie di esposizione e utilizzo dei dati raccolti

Generalmente nei SIN vi sono carenze di dati, in particolare in relazione a:

- Ingestione via alimenti (dati prodotti ittici, dati vegetali, prodotti zootecnici..)
- Ingestione via acqua potabile (dati acqua potabile, dati acque superficiali)
- Inalazione via aerea (dati monitoraggio aria, dati biomonitoraggio ambientale: licheni, aghi di pino).

Aree Agricole

Approccio di valutazione del rischio sanitario



Stima teorica del passaggio del contaminante suolo-pianta

$$C_{veg} = C_{soil} \times FT$$

dove: C_{veg} = concentrazione del contaminante nei vegetali
[mg contaminante/Kg vegetale]

C_{soil} = concentrazione del contaminante nel suolo [mg/Kg]

FT = fattore di trasferimento suolo-pianta
[mg contaminante/ Kg vegetale per mg contaminante/ Kg suolo]

FT

Per contaminanti organici: $f(K_{ow})^*$

** Trevis, C.C. Arms A.D. 1988 Bioconcentration of organics in beef, milk and vegetation
Environmental Science and Technology 22:271-274*

Per contaminanti inorganici: studi in campo per diversi
analiti e per diversi vegetali**

***A Review and Analysis of Parameters for Assessing Transport of Environmentally Released Radionuclides
Through Agriculture C.F. Baes III et al 1984 – Oak Ridge National Laboratory ORNL - 5786*

Calcolo del rischio mediante confronto della dose media giornaliera assunta con idonei parametri tossicologici: Approccio EU

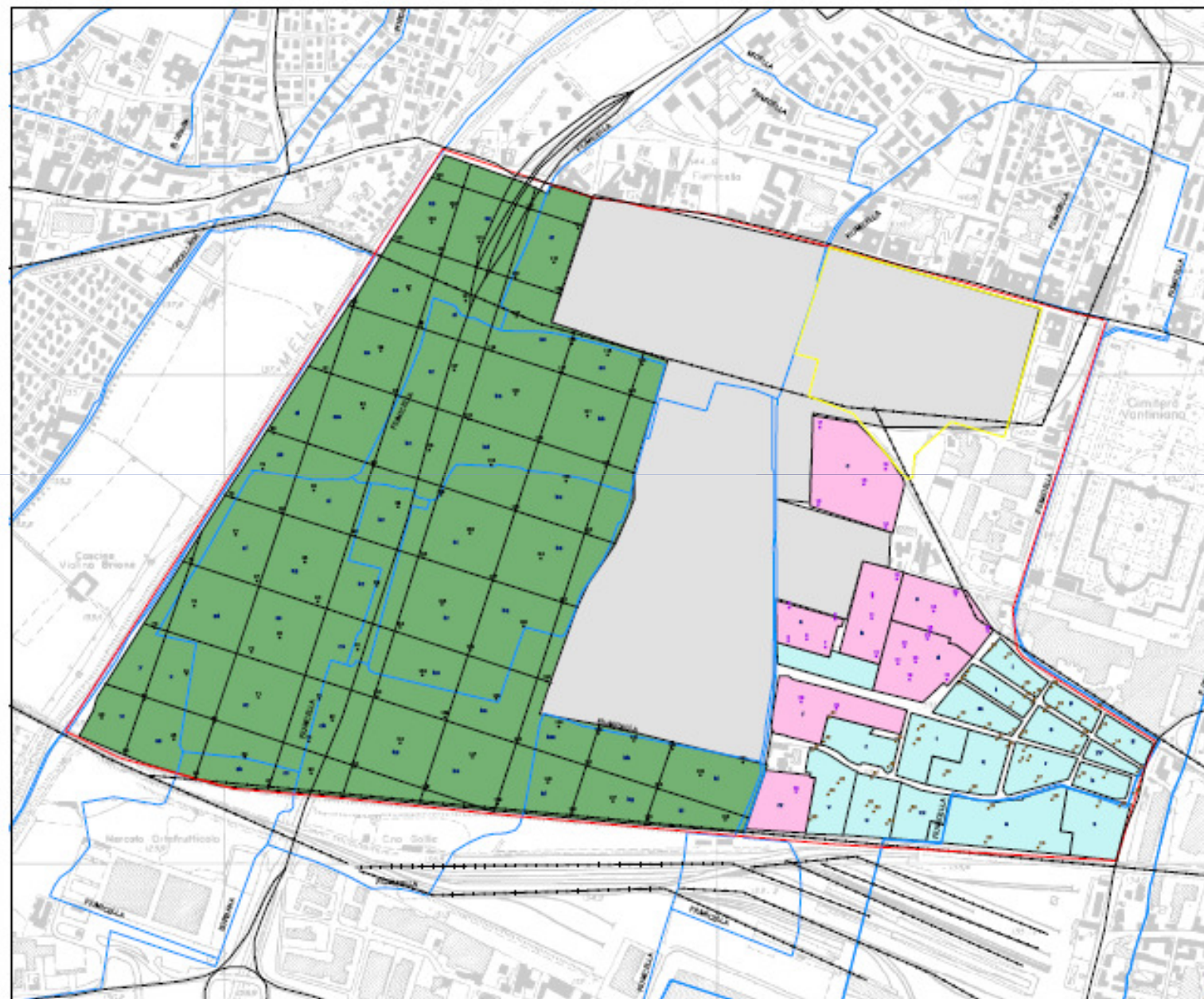
Secondo l'approccio EU, il calcolo del rischio viene effettuato mediante il confronto tra la stima della dose media giornaliera assunta $\Sigma_i(C \times IR)_i$ ed il valore relativo alla dose tollerabile giornaliera e/o settimanale stabilita da enti internazionali (es. OMS, EFSA, SCF ecc.)

PTWI - Provisional Tolerable Weekly Intake
quantità massima di contaminante tollerabile settimanalmente in
funzione del peso corporeo dell'individuo

PTMDI - Provisional Maximum Tolerable Daily Intake
TDI - Tolerable Daily Intake
quantità massime di contaminante tollerabili giornalmente in
funzione del peso corporeo dell'individuo

*Valutazione del rischio igienico sanitario per
i suoli agricoli all'interno del SIN
Brescia-Caffaro*

Mappa Campionamento Suoli



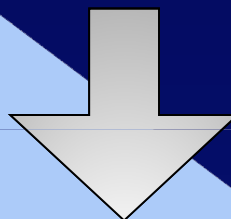
Legenda

- Siti Comune Privati
- Siti Comune Misti
- Siti Comune Agricoli
- Griglia Agricoli
- Caffaro
- Vie Principali
- Ordinanza
- Ferrovie Principali
- Corsi Acqua
- Zona Mista
- Zona Industriale
- Zona Agricola
- Zona Abitativa



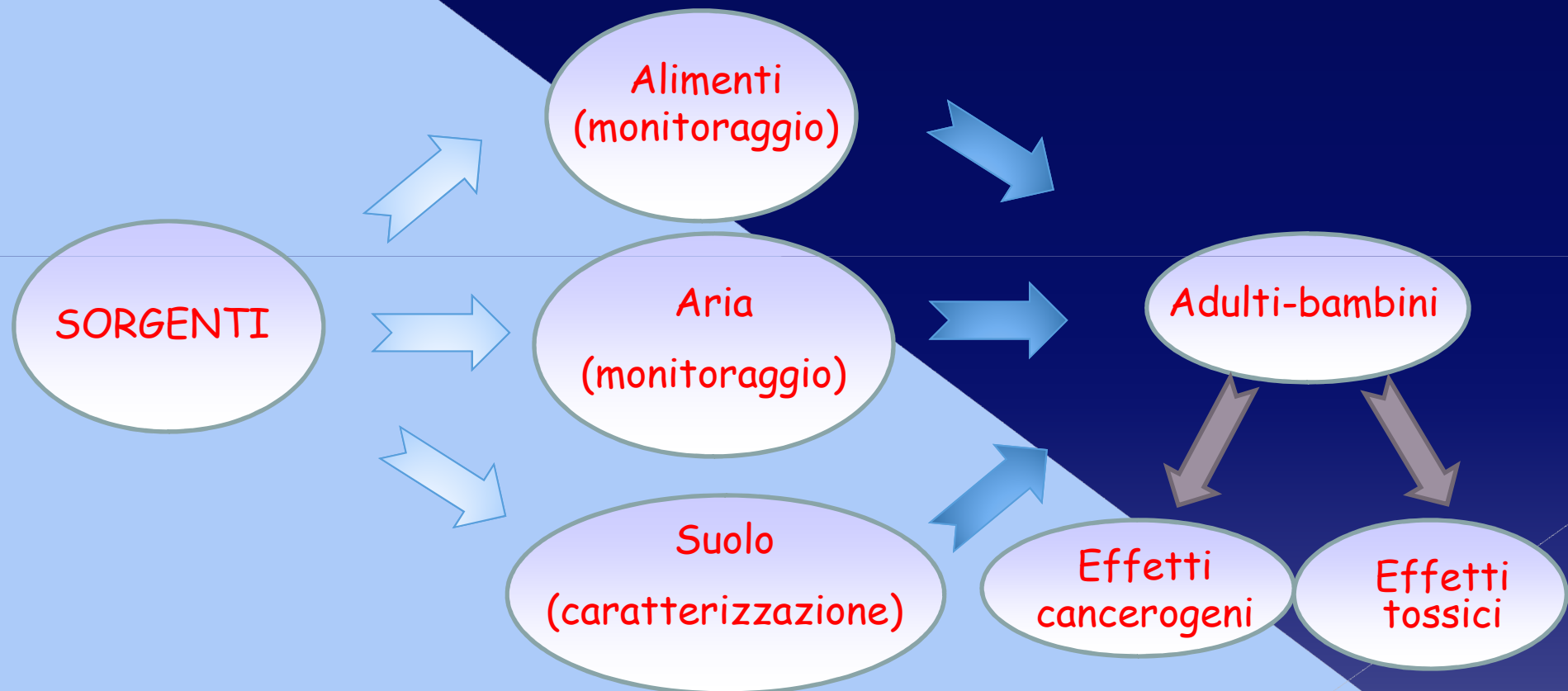
05	
04	
03	
02	
01	Prima Emissione
DATA	19/10/02
PROGETTO	Lussignoli
REDAZIONE	Capretti
TITOLO	Mappa Campionamento Suoli

Valutazione del rischio



Gli inquinanti presi in considerazione sono:
Arsenico, mercurio, PCB, PCDD/PCDF

SCENARI DI ESPOSIZIONE



ALIMENTI



Alimenti di origine
vegetale



Alimenti di origine
animale



PCB

Procedura per la valutazione del Rischio cancerogeno e tossico

Valutazione dell' Intake Alimentare procapite (Intake Rate IR)

Stima dell'Intake medio giornaliero (ADD/LADD)

Calcolo del rischio: intake integrato con i parametri tossicologici (RfD) e (SF) caratteristici delle sostanze

Valutazione dell'Intake alimentare procapite

- Raccolta e selezione di dati (ASL-ARPA-ISS-IZS...)
- Elaborazione e suddivisione dei dati secondo i criteri definiti dall'Istituto Nazionale di Ricerca per gli alimenti e la Nutrizione (INRAN) che ha stimato, nella popolazione italiana di riferimento, il consumo medio procapite al giorno dei principali gruppi alimentari (studio INN-CA 1994/96)

ORIGINE VEGETALE		ORIGINE ANIMALE	
Ortaggi	Aglione, carote, cetrioli, cipolle melanzane, patate, peperoni, pomodoro, porri, rapanelli, zucchine	uova	
verdure	Barbabietole, cavoli, coste argentate, lattuga, radicchio, tarasacco, altre insalate	latte	
legumi	Cometti, fagioli, piselli	carne	Pollame, bovini, coniglio
Frutta fresca	Susine, fichi, uva, melograno, prugne, cachi		
Frutta secca e/o guscio	Fichi secchi, mandorle, noci		
spezie	Alloro, origano, prezzemolo, rosmarino, salvia		

Stima dell' INTAKE Medio Giornaliero $\Sigma (C \times IR)$

- Elaborazione statistica della concentrazione degli inquinanti nelle singole classi di matrici individuate (media, mediana, calcolo dell'UCL ecc.)
- Calcolo della quantità media giornaliera di contaminante assunta mediante ciascuna matrice (concentrazione statisticamente rappresentativa per intake alimentare procapite giornaliero)
- Somma delle quantità medie giornaliere di contaminante assunte per tutte le classi di matrici individuate

Valori di rischio accettabili

Rischio Tossico

$HI < 1$ rischio accettabile

Rischio Cancerogeno

Singola sostanza 1×10^{-6}

Cumulato 1×10^{-5}

RISULTATI RELATIVI ALLO SCENARIO DI ESPOSIZIONE "INGESTIONE DI ALIMENTI"

PRODOTTI DI ORIGINE VEGETALE

	Adulti	Bambini
R - PCB _{tot}	3.51E-05	2.46E-05
R - PCB _{dl}	1.54E-04	1.08E-04
HI - PCB _{tot}	1.54	7.17
HI - PCB _{dl}	0.45	2.09

CONFRONTO TRA INTAKE SETTIMANALE E TWI

TWI [pg WHO-TEQ/Kg peso corporeo] Tolerable Weekly Intake proposto dal SCF dell'UE	TWI [pgTEQ/procapite settimana] moltiplicato per i pesi corporei	Intake calcolato [pgTEQ/procapite settimana]
14	adulti (70 Kg) 980 bambini (15 Kg) 210	916

OSSERVAZIONI

E' opportuno osservare che le stime effettuate sono tutte di *tipo conservativo* in quanto:

- si è considerato che i bambini abbiano gli stessi consumi alimentari assunti per gli adulti;
- si è assunto che il consumo di prodotti vegetali analizzati provenga tutto dalla zona in studio;
- le valutazioni rispetto all'accettabilità o meno del rischio cancerogeno vengono fatte rispetto al criterio estremamente conservativo (1×10^{-6} per la sostanza singola e 1×10^{-5} per il rischio incrementale cumulato) proposto dall'Istituto Superiore di Sanità. E' da notare che l'OMS effettua stime di rischio sanitario basandosi su valori di accettabilità del rischio incrementale cancerogeno pari 1×10^{-4} - 1×10^{-5} .

CONSIDERAZIONI 1

Ciò premesso si formulano le seguenti prime considerazioni conclusive:

- Ove si accettasse il range di valori di accettabilità del rischio incrementale cancerogeno stabiliti dall'OMS per effettuare stime del rischio igienico-sanitarie, non sussisterebbero particolari situazioni di rischio, mentre con i valori di accettabilità del rischio incrementale cancerogeno proposti dall'Istituto Superiore di Sanità, e oggi riportato nel 2° correttivo del Dlgs. 152/06 sussisterebbe rischio in generale sia per i bambini che per gli adulti.
- Per quanto concerne il rischio per l'effetto tossico si ottengono valori inferiori all'unità unicamente per gli adulti quando o si eliminano le voci alimentari maggiormente contaminate, oppure si pone ipoteticamente la concentrazione di PCB pari al limite di rivelabilità ($4 \mu\text{g/Kg}$). Per i bambini sussiste rischio anche in tali casi.

CONSIDERAZIONI 2

- Il limite di rivelabilità più diffuso dichiarato dai laboratori che hanno effettuato le analisi è ritenibile piuttosto alto, pertanto adottando per le stime del rischio detto valore limite o la metà dello stesso, come concentrazione rappresentative del livello di contaminazione si è effettuata una stima molto conservativa. Inoltre sono molto scarse le analisi che precisano il contenuto di PCB_{dl}, congeneri più tossici tra i 209 conosciuti, pertanto nella stima del rischio effettuata si è tenuto conto sempre anche del rischio cancerogeno, ancorchè è presumibile che la presenza dei 12 congeneri PCB_{dl} è scarsa nel profilo della contaminazione da PCB caratteristica del sito di Brescia-Caffaro. E' noto infatti che in detto profilo è alta la presenza del congenere PCB 209, cioè di quello maggiormente prodotto dalla società Caffaro e dotato di minore tossicità.
- Ove si effettuasse una stima del rischio con il semplice confronto tra l'Intake settimanale procapite per i PCB_{dl} e il valore di Intake stabilito come accettabile dal SCF dell'UE si evince che la Tolerable Weekly Intake non viene superata per gli adulti, mentre risulta superata per i bambini. Si evidenzia che detta stima è stata effettuata solo per gli alimenti di origine vegetale per i quali erano disponibili un set di dati relativi ai PCB_{dl}.

CONSIDERAZIONI 3

In base allo studio di regressione effettuato sulle concentrazioni di PCB_{tot} nei vegetali e nel suolo si può desumere che:

- per concentrazioni di PCB_{tot} nei suoli fino a 0.06 mg/Kg (pari al limite di legge per i suoli ad uso verde pubblico/residenziale) sembra possibile effettuare anche attività agronomiche per uso alimentare umano, stante che la valutazione statistica effettuata a tale valore di PCB nei suoli è associato nella stragrande maggioranza dei prodotti vegetali una bassa concentrazione di PCB;
- per concentrazione di PCB_{tot} nei suoli comprese tra 0.06 mg/Kg e 0.4 mg/kg si possono ancora effettuare pratiche agricole per alimentazione umana, ma con alcune limitazioni, in quanto aumenta la probabilità di produrre dei vegetali contaminati. In particolare in base ai dati forniti dalla ASL relativi alla presenza di PCB_{tot} nei vegetali, è sconsigliabile la produzione di: alloro, carote, cavolo, insalata, porri, radicchio, salvia, spinaci, tarassaco, in quanto sono prodotti risultati, in alcuni casi, significativamente contaminati. In ogni caso non dovranno essere mai prodotti zucchine, rosmarino e fieno, in quanto sono quelli risultati sempre fortemente contaminati;
- sopra il valore di 0.4 mg/Kg di PCB nei suoli si sconsiglia la coltura per alimentazione umana e, soprattutto visto il fenomeno di bioaccumulo e biomagnificazione, per alimentazione animale.

RISULTATI RELATIVI ALLO SCENARIO DI ESPOSIZIONE "INGESTIONE DI ALIMENTI"

PRODOTTI DI ORIGINE ANIMALE (PCB_{tot}*)

	Adulti	Bambini
R - PCB _{tot}	8.91E-05	6.24E-05
HI - PCB _{tot}	3.90	18.19

* I dati pervenuti erano riferiti ai soli PCB totali

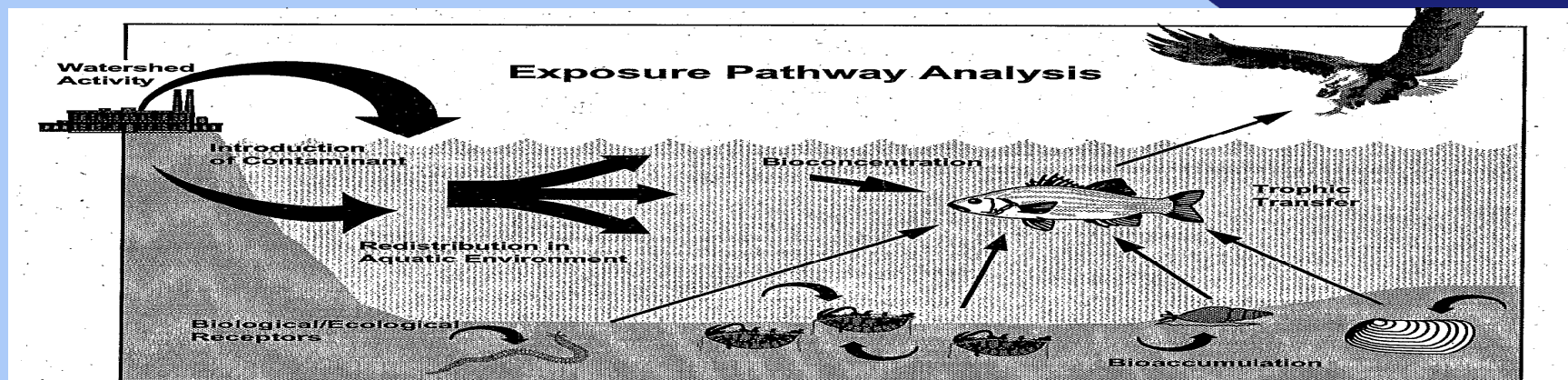
Per tali prodotti si è in presenza sempre di un rischio sia per effetti tossici che per effetti cancerogeni, sia per gli adulti che per i bambini. Soprattutto il pollame è tra i prodotti maggiormente contaminati e conseguentemente anche le relative uova.

Problematica

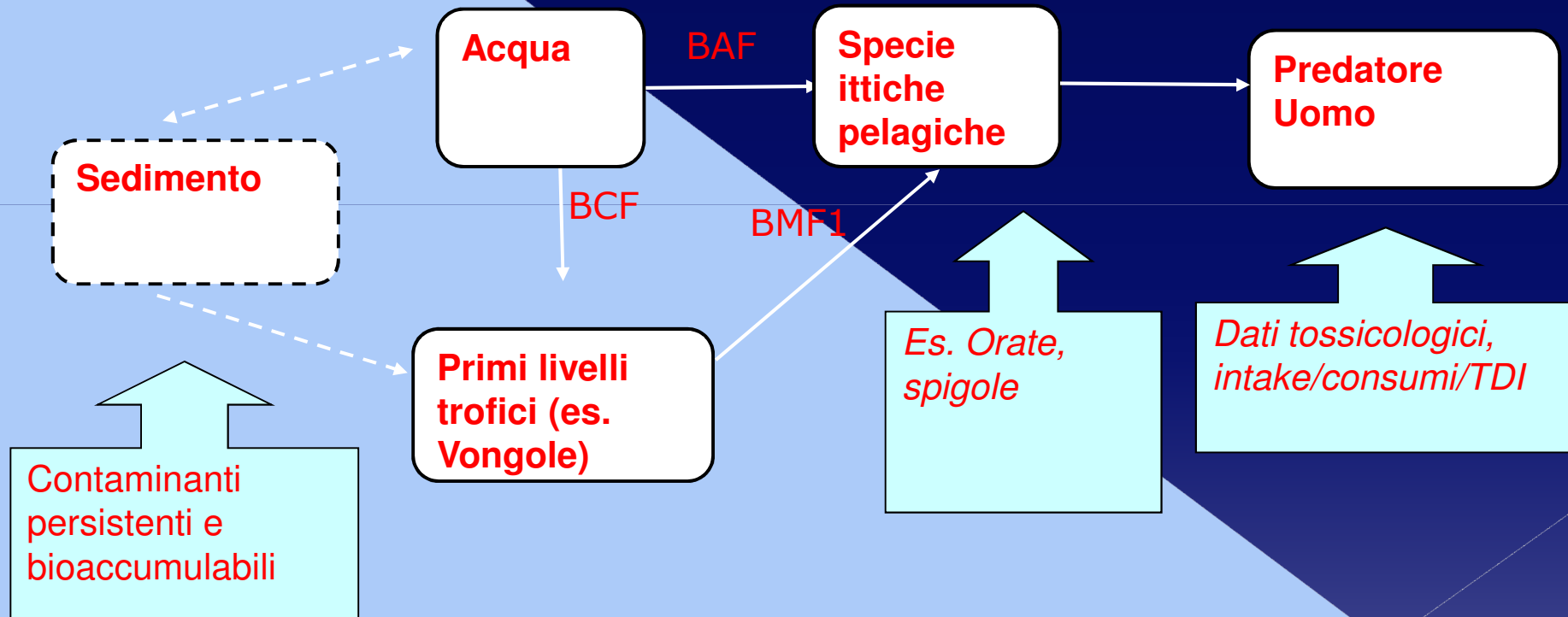
- Nell'ambito dei siti di bonifica di interesse nazionale sono inclusi corpi idrici in cui sono presenti importanti attività di acquacoltura estensiva, acquacoltura intensiva, molluschicoltura commerciale (anche presenza di banchi naturali), pesca sportiva e professionale.
- Necessità di valutare il rischio per la salute umana connesso al consumo di prodotti della pesca attraverso lo studio dell'esposizione.

Sedimenti e prodotti della pesca nei SIN

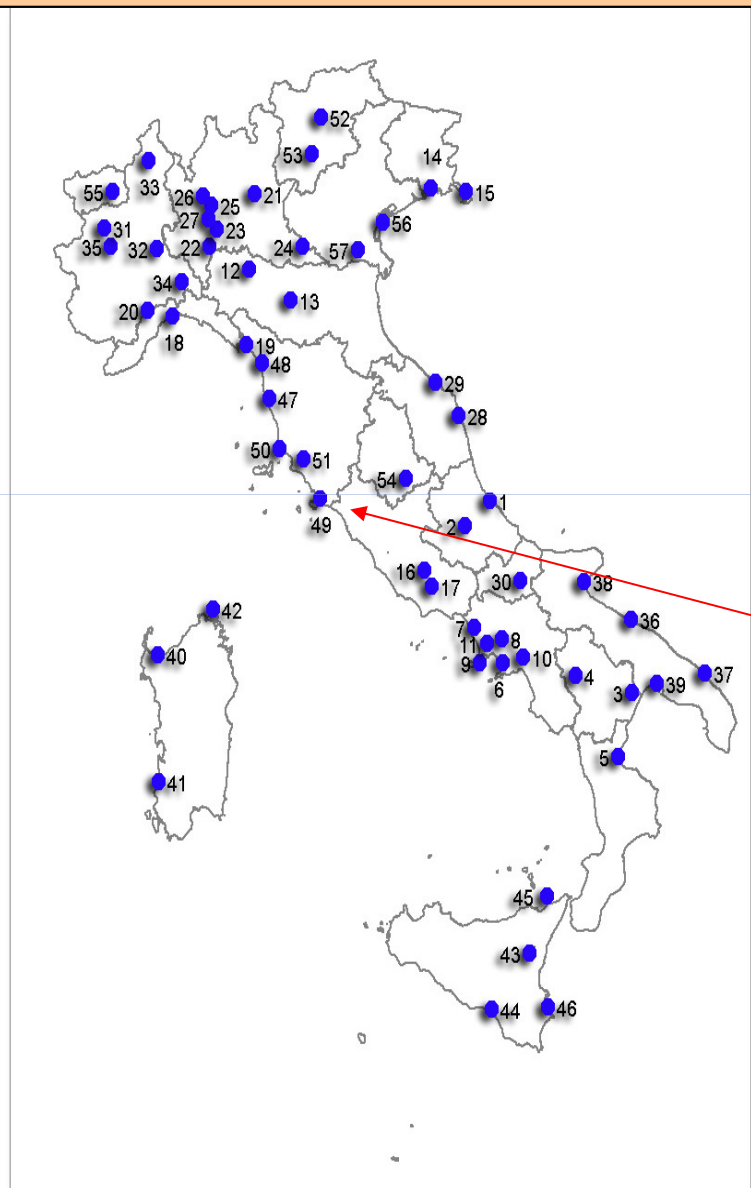
- Il sedimento rappresenta la matrice in cui la maggior parte delle specie presenti nei corpi idrici passano gran parte del loro ciclo vitale.
- Corpi idrici o parti di bacini idrografici possono essere caratterizzati da una forte contaminazione dei sedimenti contenenti sostanze persistenti e bioaccumulabili quali metalli pesanti, idrocarburi policiclici aromatici, PCB, "Diossine", pesticidi organoclorurati.
- In Italia oltre 25 SIN (siti di bonifica di interesse nazionale) sono caratterizzati da contaminazione dei sedimenti. Negli stessi siti presenza di importanti attività di acquacoltura, molluschicoltura, pesca sportiva e professionale.
- I contaminanti possono trasferirsi all'uomo sia attraverso il consumo diretto di organismi bentonici (ad esempio vongole), sia attraverso il consumo di specie ittiche (ad esempio orate, carpe, anguille, agoni).



Trasferimento Catena Alimentare



La Laguna di Orbetello è stata identificata come SIN (sito di bonifica di interesse nazionale) e perimetrata con Decreto 2 dicembre 2002 (pubblicato sulla G.U. del 27/3/2003), perimetrazione aggiornata con DM 26/11/2007



Laguna di Orbetello

- ❖ La Laguna di Orbetello rappresenta uno dei più importanti bacini salmastri italiani
- ❖ Nella Laguna sono presenti numerose specie ittiche, crostacei, molluschi, che rivestono un'importanza sia ecologica che commerciale.
- ❖ Attività tradizionali di pesca ed acquacoltura di specie ittiche importanti ai fini commerciali quali ad esempio orate e spigole, che trovano nella Laguna un habitat ideale per il loro ciclo vitale.
- ❖ la Laguna, è stata soggetta ad inquinamento derivante da numerosi fonti di tipo diffuso e puntiforme sia nella laguna di ponente (presenza dell'industria chimica ex sitoco) che di levante (es. presenza di attività minerarie) che hanno comportato un accumulo progressivo di contaminanti nei sedimenti della laguna, in particolare metalli pesanti.



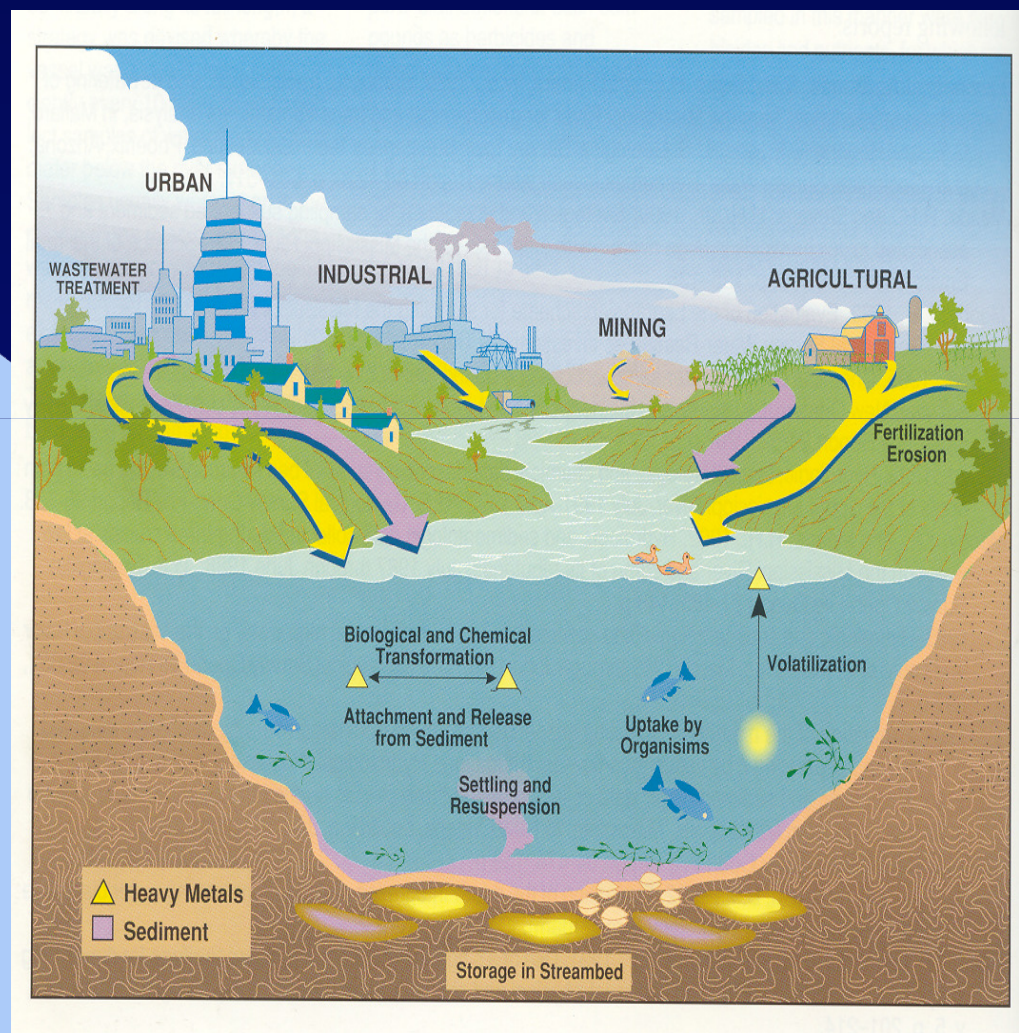
Laguna di Orbetello: Mercurio

- Superamenti di mercurio rispetto ai limiti sanitari previsti dal Regolamento Europeo 1881/2006/CE e s.m.i., per specie ittiche di taglia grande appartenenti a livelli trofici elevati (spigole, orate)
- Elevati livelli di contaminazione di mercurio nei sedimenti in alcune aree specifiche (hot spots)
- Livello medio di contaminazione da mercurio nell'intera Laguna, in particolare nella Laguna di Levante.
- Necessità di valutare i rischi sanitari connessi alla contaminazione dei sedimenti.



Metilmercurio: bioaccumulo e bioconcentrazione

- ❖ BCF (fattore di bioconcentrazione) Pesci
1800-85700 (*oncorhyncus mykiss*)
- ❖ BCF Molluschi
24-3500 (*mytilus edulis*)
- ❖ BAF (fattori di bioaccumulo) Pesci
21700 (Sloof et al)
78000000 (Francia 2004)
120.000-27000000 (USEPA 2001)



Progetto ISS-Commissario Delegato al risanamento della Laguna di Orbetello

- Studio della relazione esistente tra mercurio e metilmercurio nei sedimenti e nel biota, al fine di:

- 1) Valutare i fattori di rischio igienico-sanitari dovuti alla contaminazione dei sedimenti
- 2) Individuare un criterio di qualità dei sedimenti protettivo per la salute umana.

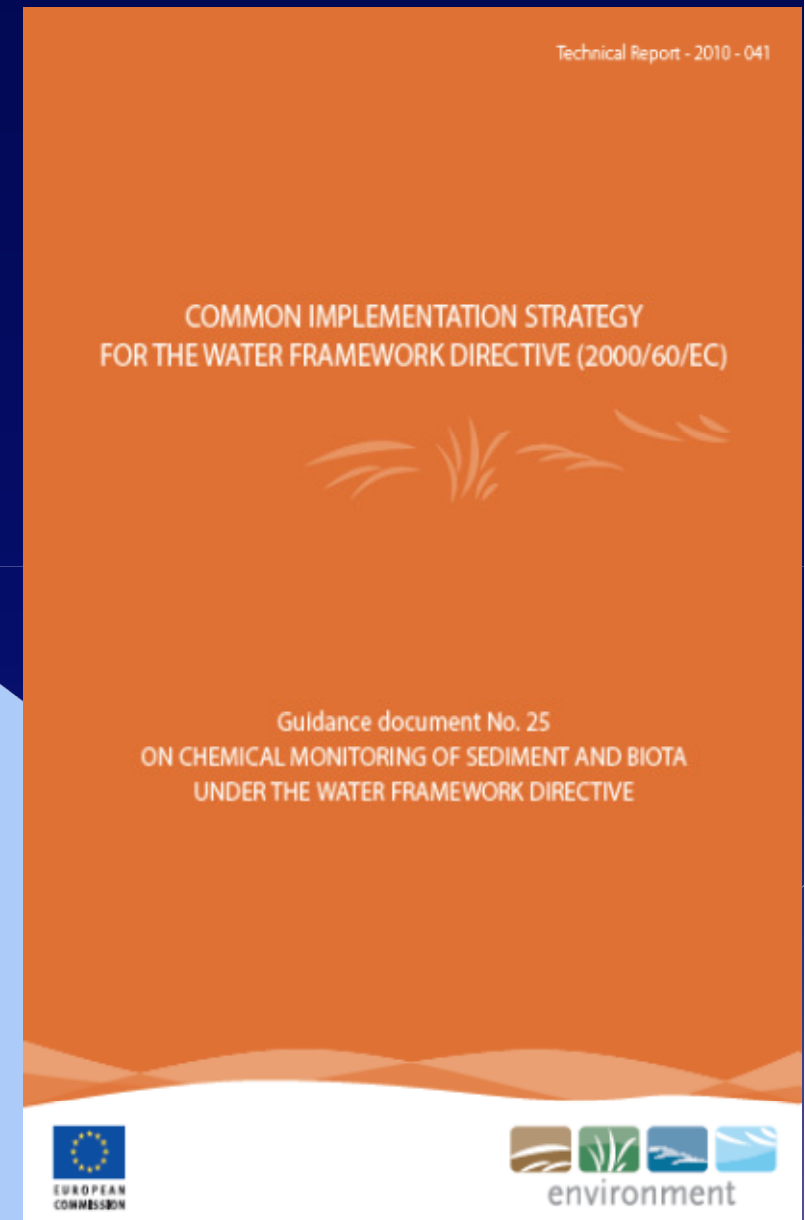
Scelta delle stazioni

- Sono state selezionate 4 macroaree con differenti livelli di mercurio totale nello strato superficiale del sedimento sulla base delle informazioni ottenute da studi di caratterizzazione effettuati da Ispra (ex Icram)



Progetto Orbetello-Parte sperimentale

- **Analisi di MeHg e Hg tot negli strati superficiali dei sedimenti nelle diverse macroaree.**
- **Analisi negli stessi siti e nello stesso periodo temporale del biota edule**
- **Sono stati trasferiti mitili nelle 4 macroaree per un periodo di tre mesi al fine di valutare il bioaccumulo**
- **Elaborazione della correlazione tra contaminazione del sedimento e del biota attraverso analisi statistiche e determinazione del BSAF (fattore di bioaccumulo sedimenti-biota)**
- **Determinazione del fattore di biomagnificazione (BMF)-rapporto tra concentrazioni di mercurio in orate e totidi**

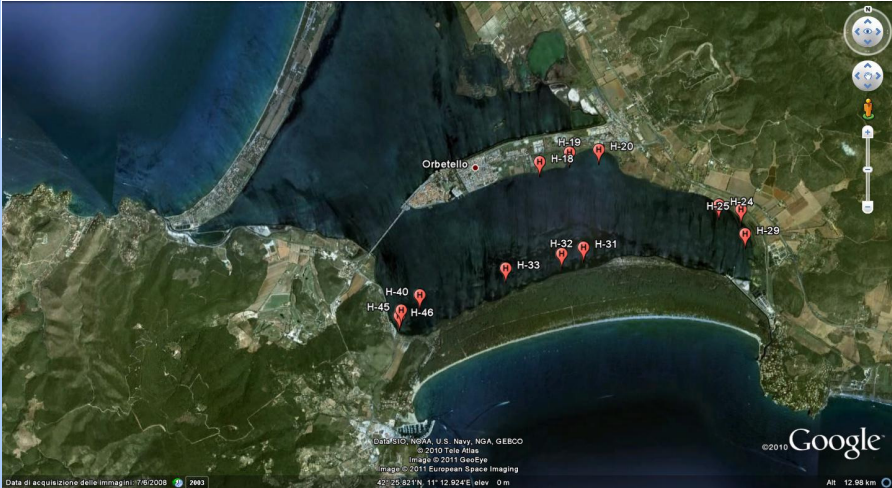


Obiettivi

- Valutazione fattori di rischio igienico-sanitari
- Elaborazione Criterio di qualità sedimenti protettivo per la salute umana



Mercurio Totale (macroaree) e BSAF

	SEDIMENTI (mg/kg s.s.)	MITILI trapiantati (mg/kg peso fresco)	BSAF
Macroarea 1 (media contaminazione)	0,59	0,12	0,20
Macroarea 2 (alta contaminazione)	7,82	0,25	0,032
Macroarea 3 (bassa contaminazione)	0,30	0,07	0,23
Macroarea 4 (alta contaminazione)	8,52	0,07	0,008
		0,019 (mitili controllo)	

Criterio di qualità dei sedimenti

- Attraverso l'uso dei BSAF è stato definito un range di criteri di qualità dei sedimenti protettivi per la salute umana in relazione al mercurio: 0,5-0,8 mg/kg ss.
- Il range è stato definito sulla base dei diversi organismi acquatici e livelli trofici presenti in laguna.
- Il criterio di qualità dei sedimenti può rappresentare un adeguato supporto al fine di progettare interventi di bonifica nell'area lagunare

Conclusioni pescato

- Il controllo diretto del contaminante negli organismi acquatici edibili, effettuato attraverso una corretta strategia di monitoraggio, ai sensi delle normative sanitarie in vigore è il criterio principale per valutare il rischio per la salute umana in relazione al pescato e per adottare adeguate misure di prevenzione (es. interdizione della pesca, divieto/limitazione di consumo per fasce vulnerabili della popolazione)
- Tuttavia il superamento dei limiti sanitari nel biota edibile nei SIN è in genere associato e causato dagli alti livelli di concentrazione delle sostanze chimiche presenti nelle matrici ambientali (es. sedimento) e quindi occorre anche individuare le misure più idonee di bonifica (es. dragaggio, capping, in-situ remediation) da effettuare sulla matrice ambientale.
- Il monitoraggio ambientale (sedimenti, biota anche non edibile, colonna acqua) rappresenta un elemento di supporto importante al fine di intraprendere corrette misure per la bonifica, di approfondire la conoscenza dei meccanismi di trasferimento delle sostanze nella catena alimentare, di valutare i trend della contaminazione.
- Il rilevamento di sostanze chimiche (es. sostanze prioritarie non incluse nei controlli sanitari) nelle matrici ambientali può essere considerato anche un indicatore precoce della possibile presenza in organismi acquatici edibili e di possibili rischi per la salute umana.
- In tale contesto l'integrazione (tramite anche uso di GIS) dei monitoraggi di tipo ambientale (ad esempio monitoraggi ai sensi della direttiva quadro acque) con quelli sanitari (es. controlli ai sensi della normativa molluschicoltura) risulta fondamentale.