

Caratterizzazione ambientale del reticolo idrografico afferente alla laguna di Boi Cerbus. Comune di Portoscuso (CI)

Nicoletta Calace, Maurizio Guerra, Fulvio Onorati

ISPRA

Dipartimento Difesa del Suolo/Servizio Geologico d'Italia

Dip. II- CRA15 - Prevenzione e Mitigazione Impatti



INDICE

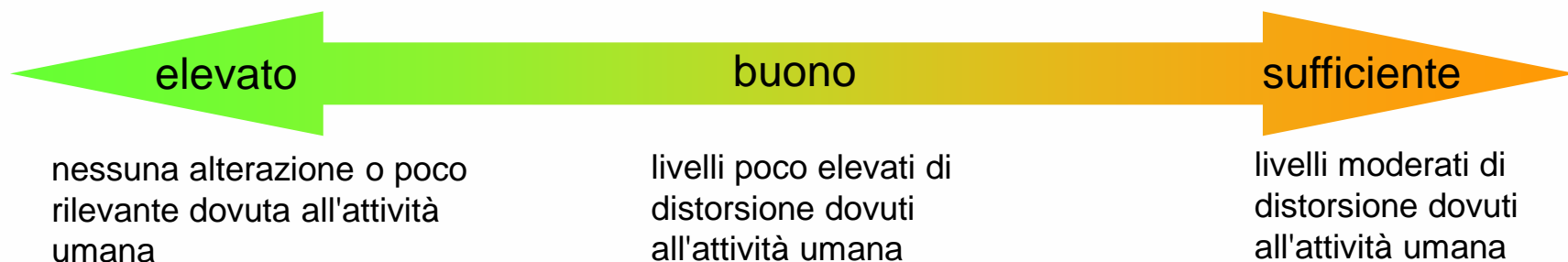
1. Premessa
 - Standard di qualità
 - Livelli chimici per la gestione dei sedimenti
2. Calcolo dell'indice integrato ecotossicologico
3. Applicazione al reticolo fluviale Boi Cerbus
 - Caratterizzazione
 - Derivazione dei livelli chimici associati al rischio ecotossicologico
4. Come “gestire” i sedimenti

OBIETTIVI di QUALITÀ sono fissati per le acque e sono definiti in funzione della capacità dei corpi idrici di mantenere i processi naturali di autodepurazione e di supportare comunità di animali e vegetali ampie e ben diversificate (DM n. 56 del 14 aprile 2009, Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici - Articolo 75, Dlgs 152/2006).

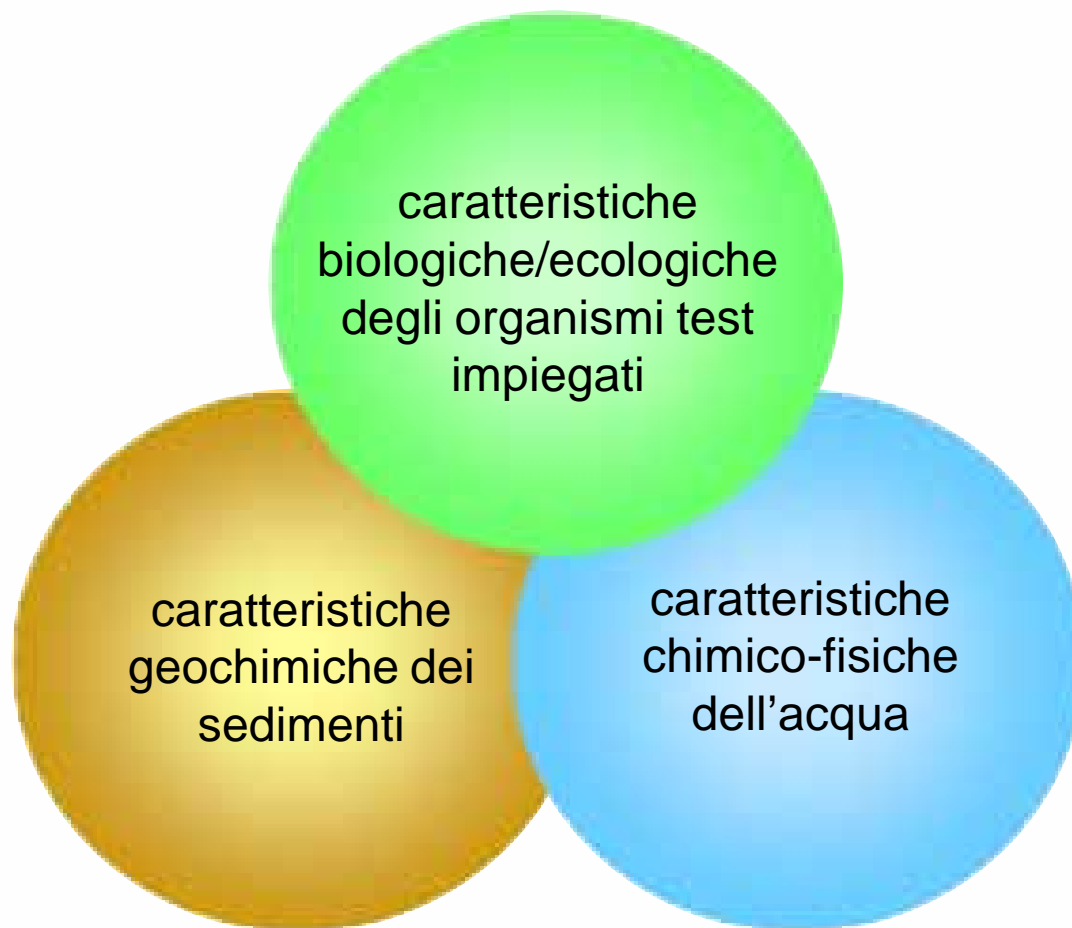
La valutazione degli obiettivi di qualità è basata sulla definizione dello STATO ECOLOGICO e dello STATO CHIMICO del corpo idrico

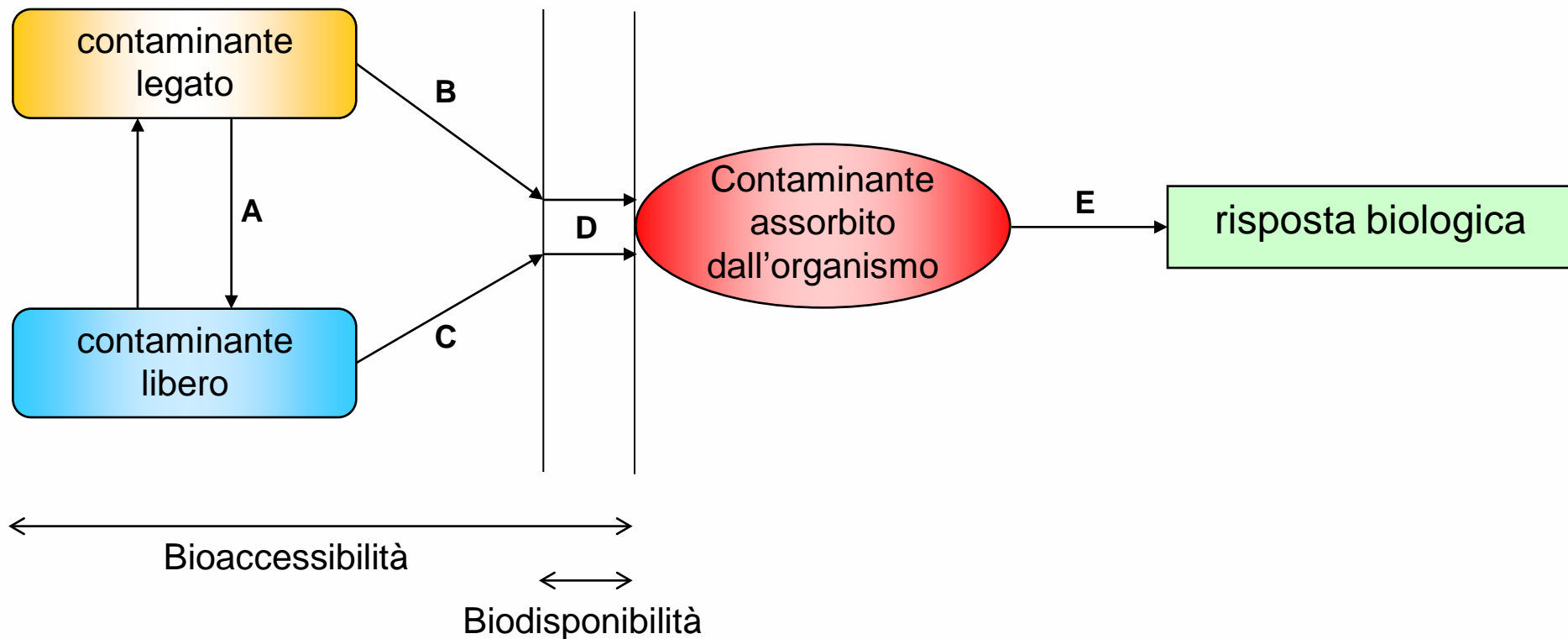
STATO ECOLOGICO viene valutato sulla base di elementi biologici (flora acquatica, macroinvertebrati bentonici, fauna ittica), elementi idromorfologici a sostegno degli elementi biologici (regime idrologico, continuità fluviale, condizioni morfologiche), ed elementi chimico-fisici a sostegno degli elementi biologici (temperatura, ossigeno, salinità, inquinanti specifici di sintesi e non)

STATO CHIMICO è definito in base alla media aritmetica annuale delle concentrazioni di sostanze pericolose nelle acque superficiali derivanti dal monitoraggio



Sediment Quality Guidelines (SQG) sono basati su un approccio integrato chimico ed ecotossicologico ma gli SQG disponibili a livello internazionale conducono a livelli chimici di riferimento molto diversi tra loro.





Bioaccessibilità è la somma dei processi A (passaggio dei contaminanti da forme legate stabilmente a forme labili), B (trasporto dei composti legati alle membrane biologiche), C (trasporto dei composti labili, solubili e/o disciolti alle membrane biologiche) e D (attraversamento delle membrane biologiche)

Biodisponibilità rappresenta il solo processo D ovvero rappresenta la capacità di un contaminante di attraversare le membrane biologiche.

STRUMENTO VALUTATIVO/GESTIONALE per aspetti di tipo ecologico/ambientale

Si propone di adottare il principio ecotossicologico, che associa il livello di contaminazione con l'eventuale effetto tossico nei confronti di organismi target rappresentativi del corpo idrico (batteria di saggi biologici).

Classi di pericolo
ecotossicologico



Livelli chimici

- o Creazione di set di dati chimici determinati dalle classi di pericolo ecotossicologico
- o Confronto tra i set di dati chimici per verificare la presenza o no di differenze statisticamente significative con un livello di confidenza del 95%
- o Determinazione degli indicatori statistici più rappresentativi delle distribuzioni di dati ottenute

Valutazione ecotossicologica - indice integrato di tossicità

integra le risposte di ciascun test ecotossicologico ai fini della valutazione del pericolo ecotossicologico associato alla matrice sedimento

MINIMO tre organismi da selezionare nell'ambito delle specie-test per le quali siano disponibili protocolli standardizzati, o comunque riconosciuti da enti nazionali e/o internazionali quali ISO, ASTM, APAT, IRSA-CNR, AFNOR, DIN, ecc.

Organismi appartenenti a livelli trofici diversi e a taxa filogeneticamente distanti, per ottenere la costruzione di una batteria di saggi biologici maggiormente rappresentativa dell'ecosistema di studio. In via prioritaria si raccomanda l'utilizzo di organismi indicatori quali batteri, crostacei, molluschi (es. bivalvi), anellidi (es. policheti) ed alghe.

Organismo	End-point	Matrice testata
<i>Vibrio fischeri</i> (batterio)	Inibizione bioluminescenza	Sedimento tal quale
<i>Selenastrum capricornutum</i> (alga)	Inibizione della crescita	elutriato
<i>Daphnia magna</i> (crostaceo cladocero)	immobilizzazione	elutriato

Calcolo dell'indice integrato

Manzo et al., Chemosphere (2008);

gruppo di lavoro “Metodi Biologici” gruppo ad hoc “Indici integrati e scale di tossicità” in ambito UNICHIM

ù determinazione di un punteggio per ciascun endpoint

SEi: Score test Endpoint

ù normalizzazione del punteggio ottenuto riferendolo ad una scala tra 0 e 100 (%SEi)

ù calcolo dell'indice integrato %TBI come sommatoria dei punteggi parziali ottenuti per ciascun test, da confrontare con una scala assoluta di ecotossicità definita dalla comunità scientifica

- L'effetto (E) rappresenta il grado della risposta dell'endpoint e viene espresso in percentuale rispetto alla media ottenuta dal controllo, indipendentemente dalla significatività statistica (es. 5 % mortalità, 45 % riduzione della bioluminescenza, ecc.). Quest'ultima rappresenta il livello di significatività cui le risposte del controllo e del campione possono considerarsi significativamente diverse.
- La matrice (M) è intesa come la fase su cui viene condotto il test (es. sedimento tal quale, acqua interstiziale, elutriato, estratto, ecc.).
- La severità (S) della risposta rappresenta la gravità della tipologia di effetto che viene misurato nel saggio biologico (es. mortalità, crescita, bioluminescenza, immobilizzazione ecc.).
- La rappresentatività dell'organismo (O) test utilizzato rispetto all'ambiente indagato è stato aggiunto nel caso specifico in esame.

Il punteggio dell'endpoint per ciascun campione (SE_i) :

$$SE_i = \%E * M * S * FCS * O$$

Gli SE_i calcolati possono essere riportati ad una scala relativa tra 0 e 100, utilizzando come fattore normalizzatore il rapporto:

$$\%E_{\max}/SE_{\max}$$

dove per %E_{max} si intende la percentuale massima di effetto ottenuta tra tutti gli endpoint per ciascun campione e con SE_{max} il prodotto fra tutti i punteggi massimi assegnati (compresa E_{max}) ai vari test.

$$\%SE_i = SE_i \frac{\%E_{\max}}{SE_{\max}}$$

Definiti i vari punteggi viene calcolato l'indice integrato per la batteria di test ecotossicologici (TBI) ovvero il rapporto tra la sommatoria dei punteggi degli endpoint percentuali (%SE_i) ed il numero di endpoint misurati

$$\% \text{TBI} = \frac{\sum \% \text{SE}_i}{N}$$

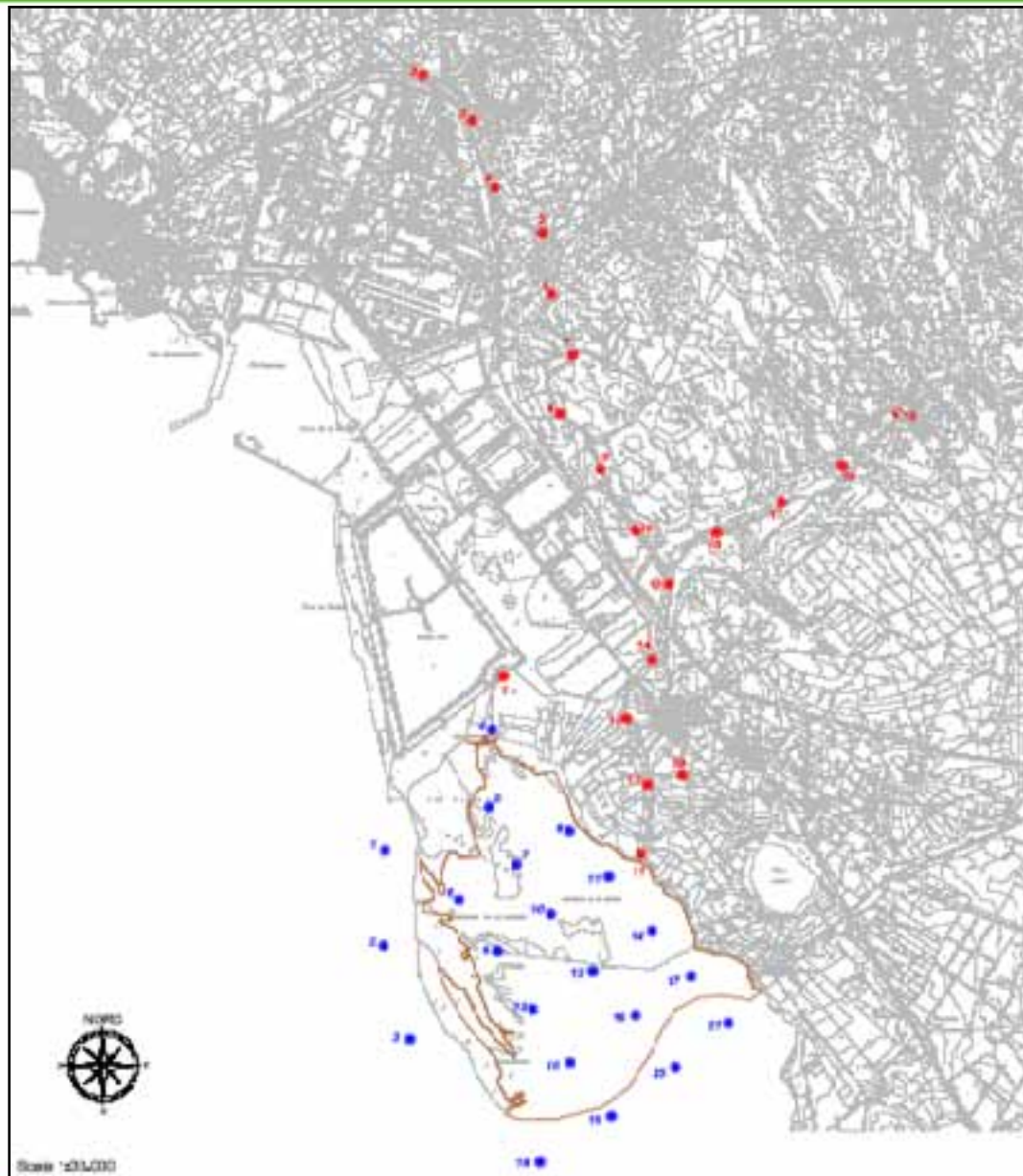
Scala di tossicità		Classe pericolo ecotossicologico
assente/trascurabile	$\text{TBI} \leq 5\%$	1
bassa/media	$5\% < \text{TBI} \leq 20\%$	2
alta	$20\% < \text{TBI} \leq 50\%$	3
molto alta	$\text{TBI} > 50\%$	4

Criticità

MODALITÀ DI ESECUZIONE E DI RESTITUZIONE DEI RISULTATI

Per ciascun test, infatti, dovrebbero essere effettuate almeno tre repliche, al fine di poter valutare in maniera rigorosa la rappresentatività statistica del campione rispetto al controllo. Tuttavia, alcuni protocolli standard prevedono la restituzione diretta di una ECx (*Effect Concentration*, la concentrazione che produce l'effetto X %, rispetto al controllo), tipicamente la EC50 che, nel caso del calcolo dell'indice integrato, deve essere accompagnato dai limiti fiduciali.

(le informazioni migliori per un'applicazione ottimale dell'indice consistono negli effetti prodotti sull'organismo a tutte le concentrazioni testate di tutte le repliche effettuate, inclusi i controlli).



Attività di caratterizzazione

Spessore campionato 0-20 cm
mediante benna

CHIMICA:

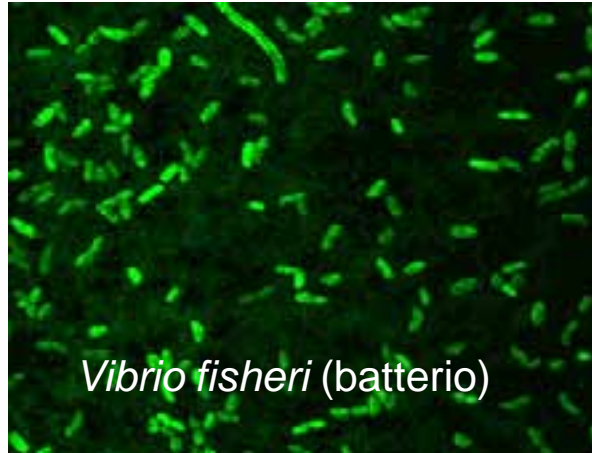
pH, pE, TOC, granulometria

metalli (As, Cd, Cr, Cr(VI), Hg, Ni, Pb, Cu, V, Zn, Ti, Be, Tl, Co, Se, Sn)

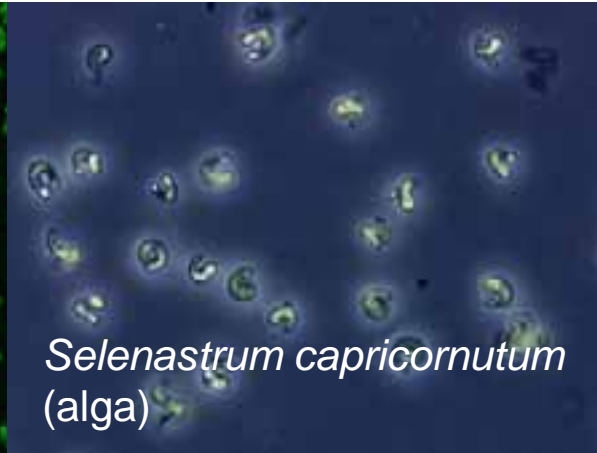
anioni (fluoruri, solfuri, solfati, cianuri)

organici (BTEXS, solventi alogenati, PCB, IPA, diossine e furani, C_{≤12}, C_{>12})

ECOTOSSICOLOGIA



Vibrio fisheri (batterio)



Selenastrum capricornutum
(alga)



Daphnia magna
(crostaceo)

Organismo	End-point	Matrice testata
<i>Vibrio fisheri</i>	Inibizione bioluminescenza	Sedimento tal quale
<i>Selenastrum capricornutum</i>	Inibizione della crescita	elutriato
<i>Daphnia magna</i>	immobilizzazione	elutriato

- In particolare i punteggi attribuiti sono:
- matrice (M): sedimento tal quale = 1; elutriato = 2 (per dare maggiore rilievo alle condizioni idrodinamiche dell'ambiente fluviale, caratterizzate da una movimentazione di sedimenti non trascurabile);
- tipologia effetto (S): bioluminescenza = 2; immobilizzazione = 3; crescita algale = 1;
- la rappresentatività dell'organismo rispetto all'ambiente indagato (O): 1 per *V. fischeri*, 1,5 per *D. magna*, 2 per *S. capricornutum*;
- fattore di correzione statistico (FCS): $p > 0,05 = 0,25$; $p < 0,05 = 1$; $p < 0,01 = 1,5$.
- Per la specifica batteria di saggi biologici impiegata, dopo aver assegnato i vari punteggi ed aver valutato che per tutti i campioni è $\%E_{max} = 100$, l' SE_{max} , risulta pari a:
- $100 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 1,5 = 1800$

$$SE_i = \%E * M * S * FCS * O$$

$$\%SE_i = SE_i \frac{\%E_{max}}{SE_{max}} \rightarrow \frac{100}{1800} \frac{\%SE_i}{\%E_{max}}$$

$$\%TBI = \frac{\sum \%SE_i}{N}$$

Scala di tossicità		Classe pericolo ecotossicologico
assente/trascurabile	$TBI \leq 5\%$	1
bassa/media	$5\% < TBI \leq 20\%$	2
alta	$20\% < TBI \leq 50\%$	3
molto alta	$TBI > 50\%$	4

Derivazione dei livelli chimici di pericolo ecotossicologico per i sedimenti fluviali

il **livello A**, ovvero il livello di pericolo ecotossicologico assente/trascurabile, è stato ottenuto calcolando il 75° percentile dei dati relativi a tutti i campioni caratterizzati da un indice integrato TBI $\leq 5\%$;

il **livello B**, ovvero il livello di pericolo ecotossicologico non trascurabile, è stato ottenuto calcolando il 75° percentile dei dati relativi a tutti i campioni caratterizzati da un indice integrato TBI compreso tra il 5% ed il 20%;

il **livello C**, ovvero il livello di pericolo ecotossicologico elevato, è stato ottenuto calcolando il 75° percentile dei dati relativi a tutti i campioni caratterizzati da un indice integrato TBI compreso tra il 20% ed il 50%.

La scelta del 75° percentile è stata motivata da una distribuzione non normale dei dati e da un principio cautelativo finalizzato alla esclusione dei valori più elevati sovrapposti con i dati del livello di pericolo successivo.

La scelta del 75° percentile è stata motivata da una distribuzione non normale dei dati e da un principio cautelativo finalizzato alla esclusione dei valori più elevati sovrapposti con i dati del livello di pericolo successivo



Parametro	A	B	C
As	7	20	29
Cd	0,8	5,6	37
Cr	10	20	40
Hg	0,21	0,5	1,2
Pb	112	290	452
V	16	30	86
Zn	195	635	885
Co	3,1	7,6	9
Sn	1	2,2	2,7

C < 12, solventi clorurati, PCB dioxins like sono risultati inferiori al limite di rilevabilità del metodo adottato;

Al, Cu, Ni, Se, Tl, Ti, C > 12, F⁻, SO₄²⁻, diossine e furani, IPA non hanno mostrato correlazione con l'indice integrato TBI.

Classe	Indice integrato	Categorie di azioni da intraprendere
1	$[X] \leq A$	Non sono necessari interventi di alcun tipo
2	$A < [X] \leq B$	Monitoraggi ambientali e/o azioni di approfondimento conoscitivo
3	$B < [X] \leq C$	Azioni conoscitive e interventi di messa in sicurezza temporanea, inclusi restrizioni d'uso del territorio.
4	$[X] \geq C$	Interventi di bonifica immediata

$A < [X] \leq B$	Monitoraggi ambientali e/o azioni di approfondimento conoscitivo
$B < [X] \leq C$	Azioni conoscitive e interventi di messa in sicurezza temporanea, inclusi restrizioni d'uso del territorio.

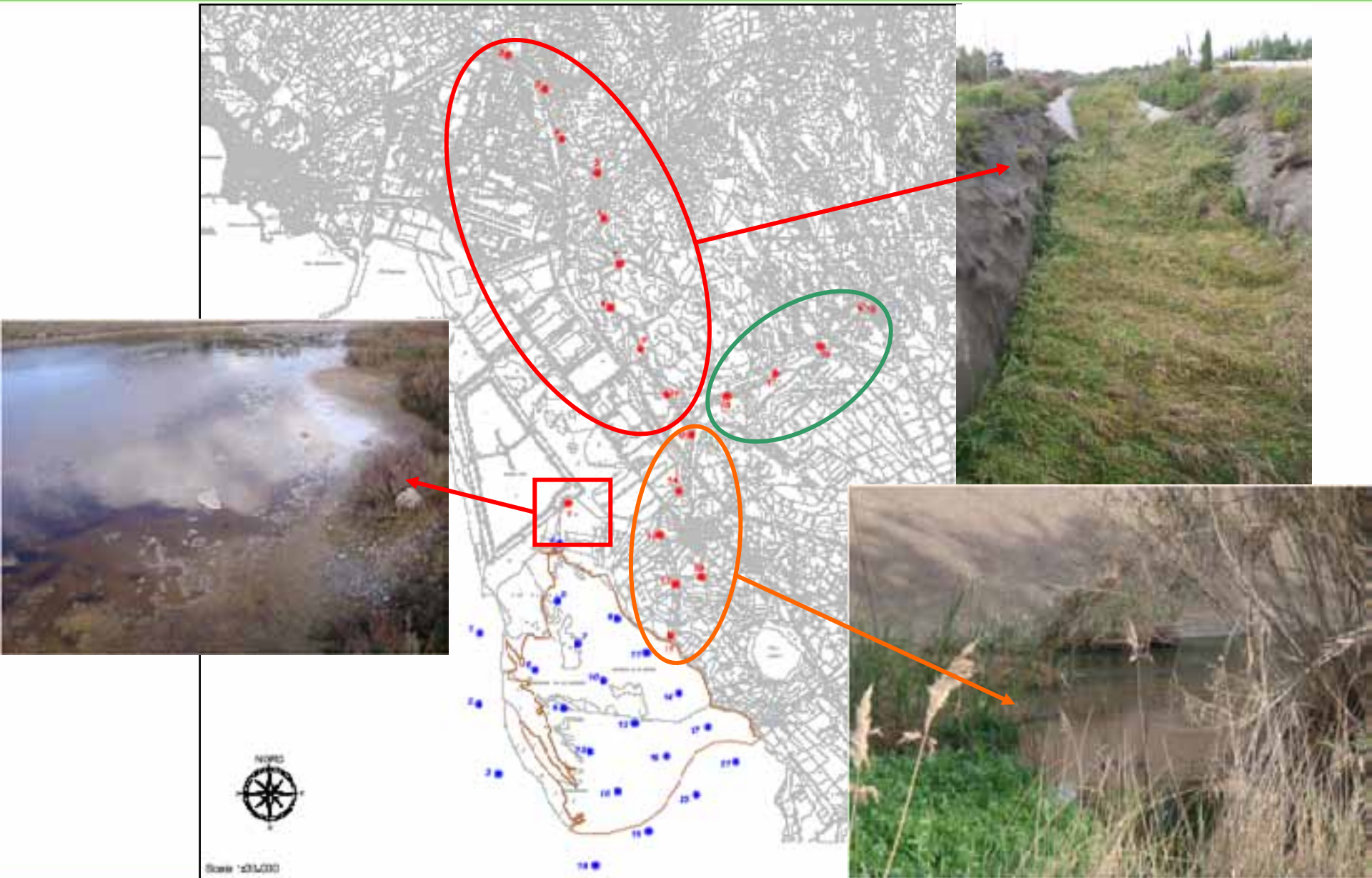
Test sul bioaccumulo

Biomarker

Valutazione del comparto ecologico per l'applicazione dell'analisi di rischio ecologico (TRIAD)

Analisi chimica di speciazione

Ulteriori indagini chimiche tese ad approfondire la caratterizzazione iniziale



Confronto con i dati FOREGS

	(mg kg ⁻¹ dw)
As	13
Cd	0,5
Cr	47
Hg	0,4
Pb	41
V	60
Zn	120
Co	16
Sn	5

Parametro	A	B	C
As	7	20	29
Cd	0,8	5,6	37
Cr	10	20	40
Hg	0,21	0,5	1,2
Pb	112	290	452
V	16	30	86
Zn	195	635	885
Co	3,1	7,6	9
Sn	1	2,2	2,7