

Criteri di qualità dei sedimenti Valutazione igienico sanitaria

Maria Rita Cicero

Istituto Superiore di Sanità



Indice

1. Introduzione
2. Obiettivi
3. Concetti chiave
4. Approccio
5. Conclusioni

Introduzione Sedimenti



Perché controllo della matrice sedimento ai fini sanitari?

I sedimenti possono essere fonte di rischio per l'uomo?

L'uomo è esposto al sedimento?

Introduzione Sedimenti

Comparto Ambientale e fonte di contaminazione



Studi scientifici hanno dimostrato che spesso i sedimenti hanno elevato contenuto di contaminanti.



Le fonti di contaminazione del sedimento possono essere di tipo naturale o antropico.



Introduzione

Sedimenti: Fonte di contaminazione per chi?



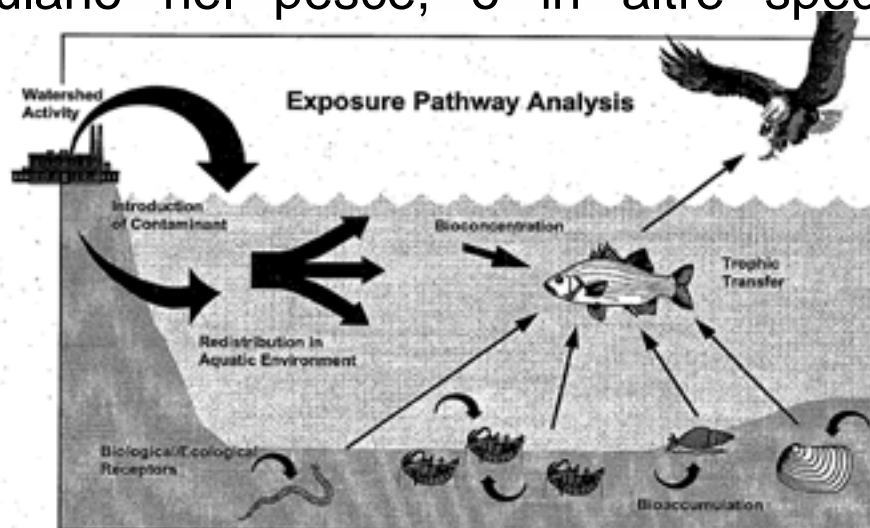
I sedimenti inquinati hanno impatto sugli organismi, in particolare quelli che vivono nel sedimento, che ivi si alimentano e/o che assorbono i contaminanti sospesi nella colonna d'acqua (pesci, crostacei, molluschi).



I contaminanti inducono effetti tossici, anche a basse concentrazioni, sia a breve che a lungo termine, si accumulano e si trasferiscono lungo le reti trofiche.



Molti contaminanti si accumulano nel pesce, o in altre specie, destinate al consumo umano.



Introduzione

Sedimenti: Rischio Ecologico e Sanitario

A livello
ambientale



- Obiettivi di un buono stato di qualità chimica ed ecologica dei corpi idrici; concetto di Standard di Qualità Ambientale (SQA) (D.M. 56/2009: SQA per sedimenti in ambienti marino-costieri e di transizione).
- Concetto di “valore di intervento” (misure operative, es. rimozione sedimento).

A livello
sanitario



- Regolamento 1881/2006/CEE : definisce i tenori massimi di alcuni contaminanti nei prodotti alimentari, tra cui il pesce; Regolamento 629/2008/CEE che modifica il Regolamento (CE) 1881/2006
- Non esiste normativa che stabilisce concentrazioni accettabili per il sedimento; concetto di *Human Health Sediment Quality Criteria* (HHSQC).
- Non esistono procedure standardizzate o modelli per valutare il rischio sanitario (come per i suoli).

Obiettivi

Sedimenti: Rischio Sanitario



Applicazione di una procedura, sviluppata dal Dipartimento di Ecologia dello Stato di Washington (DHO, 1997), per calcolare le concentrazioni di contaminanti organici non polari nel sedimento che non comportino un effetto dannoso per l'uomo:

concetto di *Human Health Sediment Quality Criteria* (HHSQC).



Utilizzo dell'analisi statistica univariata (retta di regressione lineare) e/o multivariata per calcolare le concentrazioni di contaminanti inorganici e organici polari nel sedimento a tutela della salute umana:

concetto di *Human Health Sediment Quality Criteria* (HHSQC).

Concetti Chiave (1)

Human Health Sediment Quality Criteria



Cosa vuol dire, in generale, valutare il rischio sanitario?

Stimare quali sono i fattori di rischio significativi che intervengono in uno scenario di esposizione causato dalla presenza di pericoli.



Quali sono le componenti fondamentali per caratterizzare, e successivamente gestire e comunicare, il rischio sanitario?

- 1) Identificare la pericolosità;
- 2) Valutare l'esposizione;
- 3) Definire la curva dose-risposta



Concetti Chiave (2)

Human Health Sediment Quality Criteria



Come stimare il passaggio del contaminante dal sedimento al pesce?

La Biodisponibilità dei contaminanti dipende da:

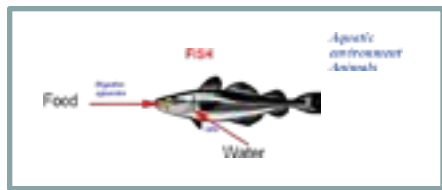
- Fattori fisici (rimescolamento, diffusione, risospensione, sedimentazione, bioturbazione ...).
- Fattori chimici (dimensione, polarità, assorbimento alla sostanza organica ...).
- Fattori biologici (contenuto lipidico, dimensione, dieta, comportamento ...).

Concetti Chiave (3)

Human Health Sediment Quality Criteria



Come stimare il passaggio del contaminante dal sedimento al pesce?



Vie di esposizione del pesce ai contaminanti:

- BioConcentration Factor (BCF): esprime esclusivamente la distribuzione dei contaminanti tra biota e acqua C_f/C_w

dove

C_f è la concentrazione nel tessuto dell'organismo (mg/kg dry weight)

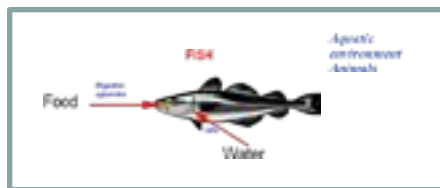
C_w è la concentrazione nella colonna d'acqua (mg/L)

Concetti Chiave (4)

Human Health Sediment Quality Criteria



Come stimare il passaggio del contaminante dal sedimento al pesce?



Vie di esposizione del pesce ai contaminanti:

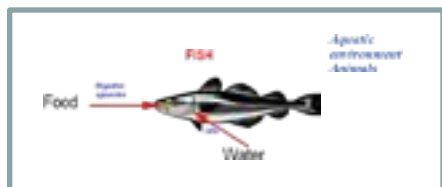
- BioAccumulation Factor (BAF): considera la distribuzione delle sostanze chimiche tra biota e le diverse vie di esposizione. Nel fenomeno di bioaccumulo infatti l'organismo può essere esposto ai contaminanti attraverso l'acqua, l'aria, il cibo, il sedimento, il particolato, pertanto il bioaccumulo è il risultato di processi di assorbimento, distribuzione, metabolismo ed escrezione.

Concetti Chiave (5)

Human Health Sediment Quality Criteria



Come stimare il passaggio del contaminante dal sedimento al pesce?



Vie di esposizione del pesce ai contaminanti:

Biota Sediment Accumulation Factor (BSAF): coefficiente di ripartizione che rappresenta la distribuzione dei contaminanti specificatamente tra biota e sedimento $(C_f/FL)/(C_s/TOC)$

dove

C_f è la concentrazione nell'organismo

FL è la frazione lipidica

C_s è la concentrazione nel sedimento

TOC rappresenta il C organico nel sedimento (Total Organic Carbon)

Concetti Chiave (6)

Human Health Sediment Quality Criteria



Come stimare il passaggio del contaminante dal pesce all'uomo?

- Concetto di biomagnificazione: trasferimento dei contaminanti, attraverso la dieta, lungo la catena trofica che determina un incremento di concentrazione dai livelli più bassi a quelli più alti, fino all'uomo (sostanze chimiche persistenti, organismo con metabolismo lento).

- Pesci – Uomo: Tasso di ingestione (Intake Alimentare) = quantità di pesce assunta giornalmente, consumo quotidiano di pesce (banche dati sull'alimentazione INRAN*)



*Leclercq C. et Al. *The Italian National Food Consumption Survey INRAN-SCAI 2005-06: main results in terms of food consumption*. Public Health Nutrition

Approccio

Dipartimento Ecologia Stato di Washington

Human Health Sediment Quality Criteria (HHSQC)

La procedura è costituita da due livelli successivi di approfondimento:

livello I - nel caso in cui non sono disponibili dati di accumulo reali per l'area di indagine si effettua una ricerca sui fattori di accumulo biota-sedimento (*Biota-Sediment Accumulation Factor* BSAF), attraverso l'utilizzo di fonti nazionali e internazionali accreditate.

livello II – nel caso in cui sia stato effettuato un monitoraggio delle concentrazioni dei contaminanti di interesse nei sedimenti e negli organismi, questa fase prevede uno studio critico dei dati. Tale livello prevede quindi l'utilizzo dei dati di concentrazione dei contaminanti nel sedimento e nel biota al fine di ricavare i BSAF sito specifici da utilizzare nelle equazioni di calcolo.

Approccio

Dipartimento Ecologia Stato di Washington

Human Health Sediment Quality Criteria (HHSQC)

Sostanze organiche non polari , con alto potenziale di bioaccumulo
(log Kow > 3,5)

$$HHSQC = \frac{R \times BW \times AT \times UCF}{SF \times ED \times IR \times BSAF \times FL} \quad \text{per sostanze cancerogene}$$

dove:

R = livello di rischio accettabile

BW = peso corporeo del consumatore

AT = tempo di vita del consumatore su cui è mediata l'esposizione

UCF = fattore di conversione 1000 g/kg

SF = *slope factor*

ED = durata di esposizione

IR = tasso di ingestione

BSAF = Biota Sediment Accumulation Factor

FL = frazione lipidica del biota

Approccio

Dipartimento Ecologia Stato di Washington

Human Health Sediment Quality Criteria (HHSQC)

Sostanze organiche non polari , con alto potenziale di bioaccumulo
(log Kow > 3,5)

$$\text{HHSQC} = \frac{R_f D \times BW \times UCF}{IR \times BSAF \times FL} \quad \text{per sostanze non cancerogene}$$

dove:

$R_f D$ = *Reference Dose*

BW = peso corporeo del consumatore

AT = tempo di vita del consumatore su cui è mediata l'esposizione

UCF = fattore di conversione 1000 g/kg

IR = tasso di ingestione

$BSAF$ = Biota Sediment Accumulation Factor

FL = frazione lipidica del biota

Approccio

Dipartimento Ecologia Stato di Washington

Human Health Sediment Quality Criteria (HHSQC)

I parametri di esposizione e di tossicità sono valori noti

BW = peso corporeo 70 kg

AT = tempo di vita su cui è mediata l'esposizione 75 anni

ED = durata di esposizione 30 anni

SF = Slope Factor parametro tossicologico relativo alle sostanze cancerogene, è espresso in $(\text{mg/kg giorno})^{-1}$. Stima la probabilità incrementale di ammalarsi di cancro nel corso della vita, associata all'assunzione di una dose unitaria di una certa sostanza cancerogena per unità di peso corporeo

R_fD = Reference Dose parametro tossicologico per le sostanze non cancerogene, è espresso in mg/kg giorno. Rappresenta la dose massima ammissibile, cioè la dose o concentrazione di sostanza tossica per la quale, in letteratura, non vengono riportati effetti avversi per l'uomo esposto alla sostanza stessa

Approccio

Dipartimento Ecologia Stato di Washington

Human Health Sediment Quality Criteria (HHSQC)

I parametri IR , BSAF e FL sono SITO-SPECIFICI e SPECIE-SPECIFICI

IR \propto parte edibile del pesce (filetto, muscolo, fegato ...)

IR \propto quantità di grasso nel pesce (FL)

IR = tasso di ingestione può essere posto pari a 41,2 g/giorno (*Fish and seafood, fresh and frozen* - adulti dai 18 ai 65 anni. *Leclercq et al. (2009), studio INRAN-SCAI 2005-2006*)

Biota Sediment Accumulation Factor
$$BSAF = \frac{C_f \times TOC}{FL \times C_s}$$

Sono necessari dati su:

- specie destinate al consumo umano
- specie presenti nel sito di indagine
- specie che vivono in contatto con il sedimento

Approccio Statistico

Human Health Sediment Quality Criteria (HHSQC)

Sostanze organiche polari e metalli

retta di regressione lineare:

$$C_{\text{biota}} = a C_{\text{sedimento}} + b$$

∅ C_{biota} e $C_{\text{sedimento}}$ da dati di caratterizzazione ambientale

∅ Sostituendo alla C_{biota} il tenore massimo di alcuni contaminanti nei prodotti alimentari (Regolamento CE 1881/2006) è possibile calcolare la $C_{\text{sedimento}}$ che rappresenta la concentrazione del sedimento a tutela della salute umana (HHSQC)

Conclusioni

Human Health Sediment Quality Criteria (HHSQC)

Strumenti per il calcolo dei HHSQC:

- Concentrazioni del contaminante in sedimento e biota
- Caratteristiche del sedimento (TOC) e della specie (FL)
- Caratteristiche alimentari del consumatore (IR)
- Parametri di esposizione (AT, ED, BW)
- Proprietà tossicologiche del contaminante (SF e RfD)

