

Istituto Veneto di Scienze Lettere ed Arti
Associazione Idrotecnica Italiana

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Venezia
Collegio degli Ingegneri Venezia

L'attività conoscitiva in laguna di Venezia e il nuovo protocollo per la gestione dei sedimenti Strumenti di governance

Maurizio Ferla

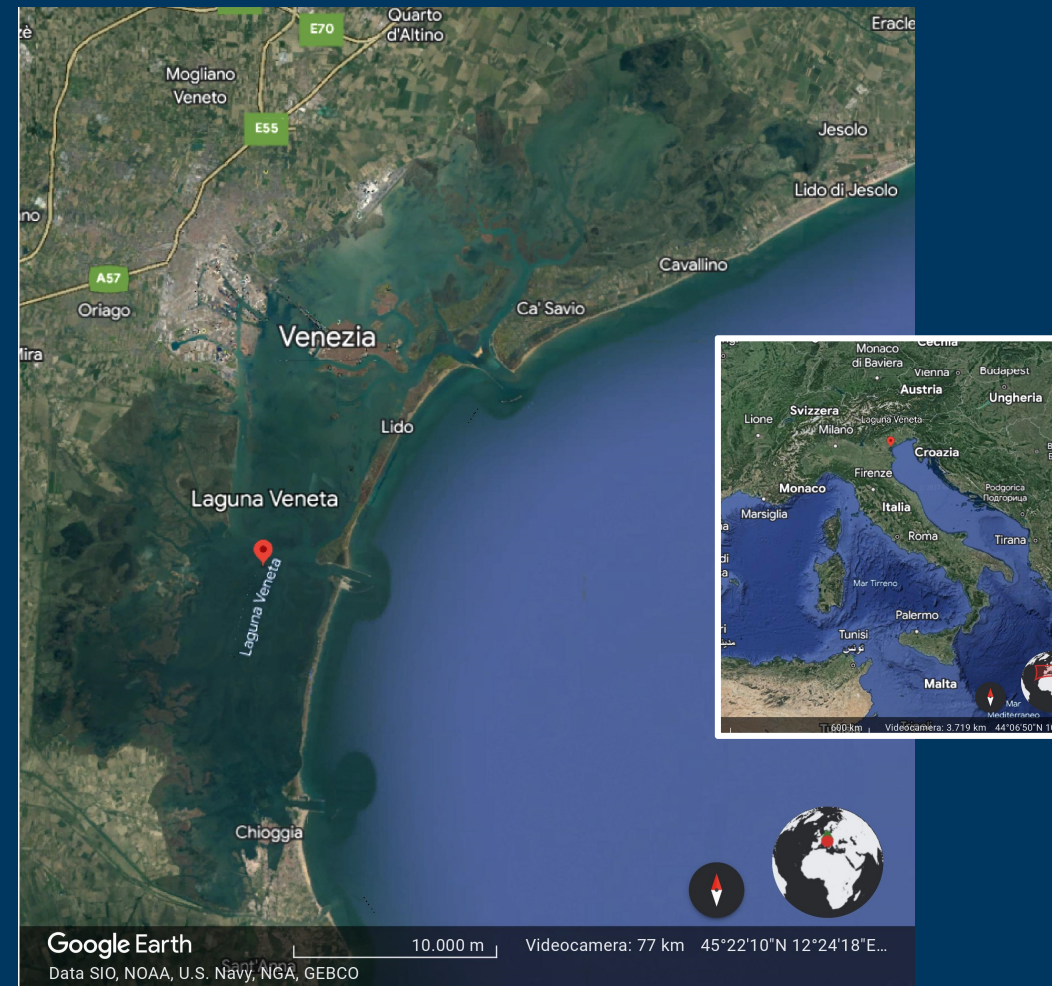
Convegno: LA LAGUNA IERI, OGGI E DOMANI, Venerdì 22 marzo 2024,
Istituto Veneto di Scienze, Lettere e Arti Palazzo Loredan, San Marco 2945, 30124 Venezia

Aspetti principali

- Tendenze evolutive della Laguna di Venezia
- L'impiego dei sedimenti di dragaggio dai canali lagunari come risorsa per gli interventi di recupero morfologico
- Il protocollo di gestione del '93: risultati e limiti
- Linee di indirizzo e strumenti di programmazione in funzione degli obiettivi di salvaguardia della laguna di Venezia (PMLV 1992, Piano della misure di compensazione, Indirizzi dell'Ufficio di Piano, Aggiornamento del PMLV 2021)
- Un nuovo approccio nella gestione dei sedimenti: coerenza con le Direttive UE, apertura alle nuove conoscenze, progressivo adeguamento anche alla luce delle risultanze delle nuove analisi
- Il DM 22 maggio 2023 n° 86

Tendenze evolutive della Laguna di Venezia

- La struttura lagunare frutto di interazioni tra acque dolci e marine
- Una complessa rete di canali, bassi fondi, isole, velme e barene
- La struttura lagunare governa la circolazione idraulica indotta dall'alternarsi delle maree (gradienti di salinità, processi di sedimentazione, produzione primaria)
- Formazione di habitat ed ecosistemi tipici, peculiari che definiscono l'ambiente lagunare



La Laguna di Venezia con i suoi 550 km² è il più esteso corpo idrico di acqua salmastra presente in Mediterraneo

Piccole isole, piane di marea, barene, valli da pesca and una complessa rete di canali a marea;

Elevata eterogeneità nelle condizioni fisiche e biochimiche degli habitat

Profondità media 3 m

Regime di marea semidiurno (max. ampiezza 1 m)

Un bacino scolante di circa 2000 km² con circa 29 punti di immissione (corsi d'acqua di risorgiva, canali) + scarichi impianti di depurazione civili e industriali



La navigazione

Pesca, traffico turistico e commerciale, area industriale di Porto Marghera

La laguna di Venezia

Cause e conseguenze del processo di degrado morfologico

SLR, influente trasporto solido dal bacino colante, effetti erosivi sui margini barenali e sul basso fondale causati dagli eventi estremi e dal traffico acuqueo sono tra le principali cause del processo di degrado morfologico.

~ 800.000 m³/y stima media del sedimento eroso dal basso fondale, in gran parte depositato al fondo dei canali o trascinato fuori laguna dalle correnti di marea

Gli effetti sono a carico dello stato degli habitat e sullo stato ecologico dei corpi idrici lagunari

Rilevanza di ulteriori fattori antropici
Le attività industriali e agricole nel bacino scolante

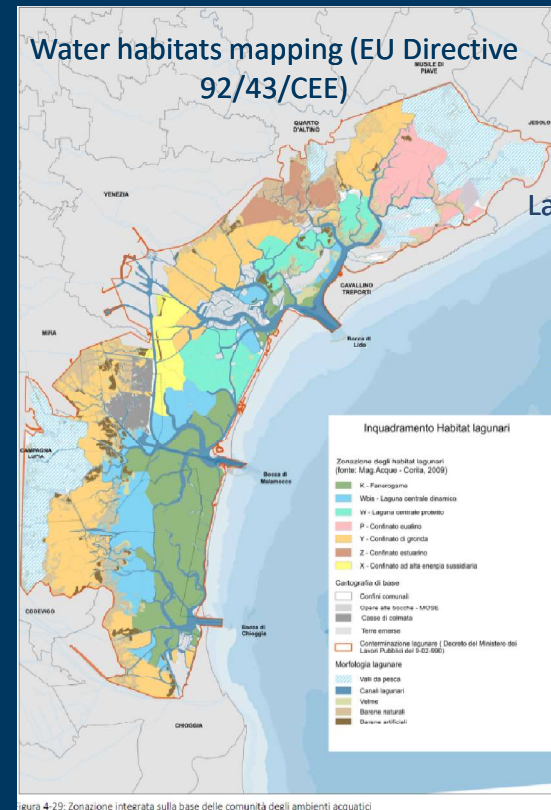
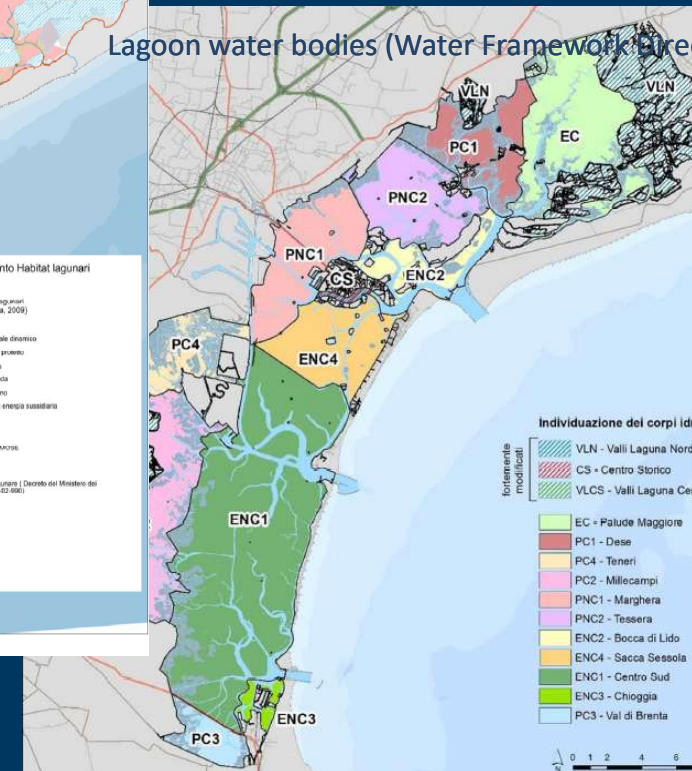


Figura 4-29: Zonazione integrata sulla base delle comunità degli ambienti acquatici



Fonte: Provveditorato OO.PP. Per il Veneto, Trentino Alto Adige, Friuli Venezia-Giulia. *Aggiornamento piano per il recupero morfologico della laguna di Venezia*. Documento di Piano. Marzo 2021

Le azioni di contrasto al degrado morfologico

La ricostruzione di velme e barene ha assunto una rilevanza strategica nell'azione di contrasto al degrado morfologico (PMLV 1992, Misure compensazione MOSE 2011, aggiornamento PMLV 2021)

Favoriscono il ricambio idrico

Moderano l'azione del moto ondoso

Limitano la dispersione/perdita di sedimento

Concorrono al complessivo riequilibrio dell'ecosistema

Necessità di ingenti quantità di sedimenti idonei



Il riutilizzo dei sedimenti per interventi di recupero morfologico

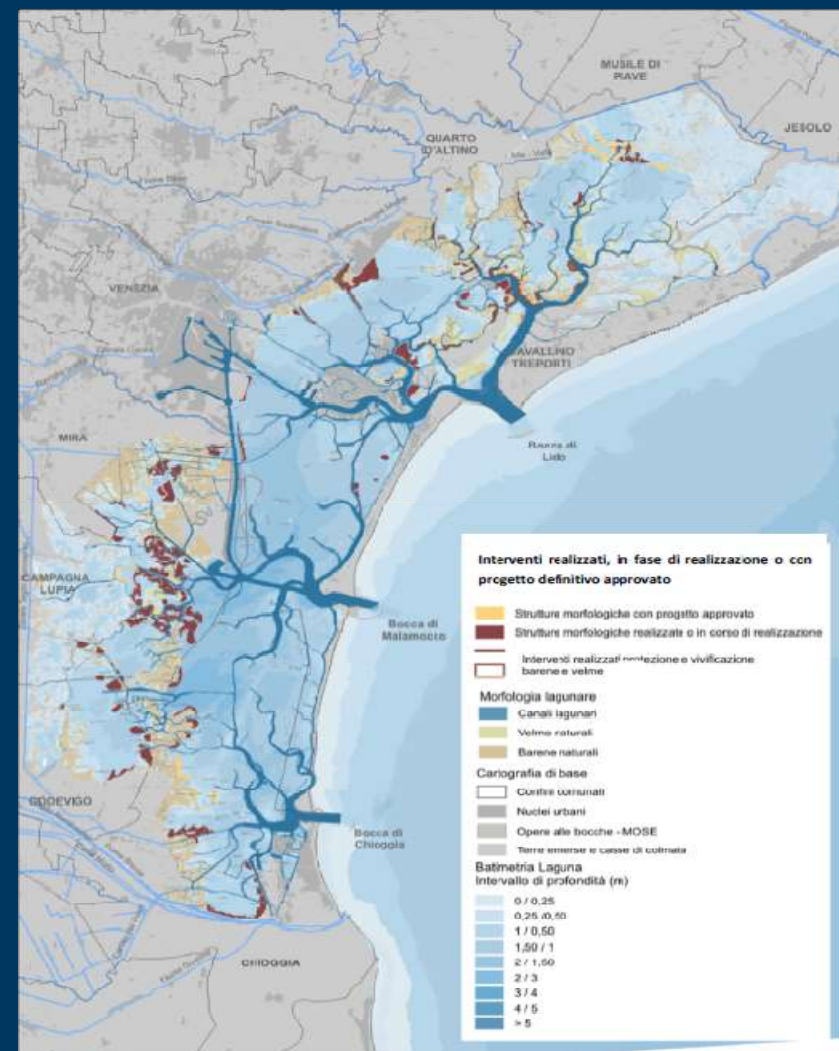
- Il Piano Generale degli Interventi adottato nel 1989 nell'ambito della Legislazione Speciale per Venezia, prevede il riutilizzo in laguna dei sedimenti provenienti dai fondali del bacino lagunare
- Art. 4, c. 6, della legge 8/11/1991 n° 360 (3^a legge speciale) che *“i siti destinati unicamente al recapito finale ivi compreso il seppellimento dei fanghi non tossici e nocivi estratti dai canali di Venezia purchè sia garantita la sicurezza ambientale secondo criteri stabiliti dalle competenti autorità, potranno essere ubicati in qualunque area, ritenuta idonea dal Magistrato alle Acque, anche all'interno del contermino lagunare, comprese isole, barene e terreni di gronda”*.
- Il protocollo di gestione del '93

Piano per il Recupero Morfologico -1992

(al 30/6/2008)

- 1180 ha di velme e barene ricostruite
- 160 km di canali dragati

Fonte: Ufficio di Piano ex DPCM 13/2/2004 – La gestione dei sedimenti contaminati nella laguna di Venezia. –Rapporto Tematico, Febbraio 2010

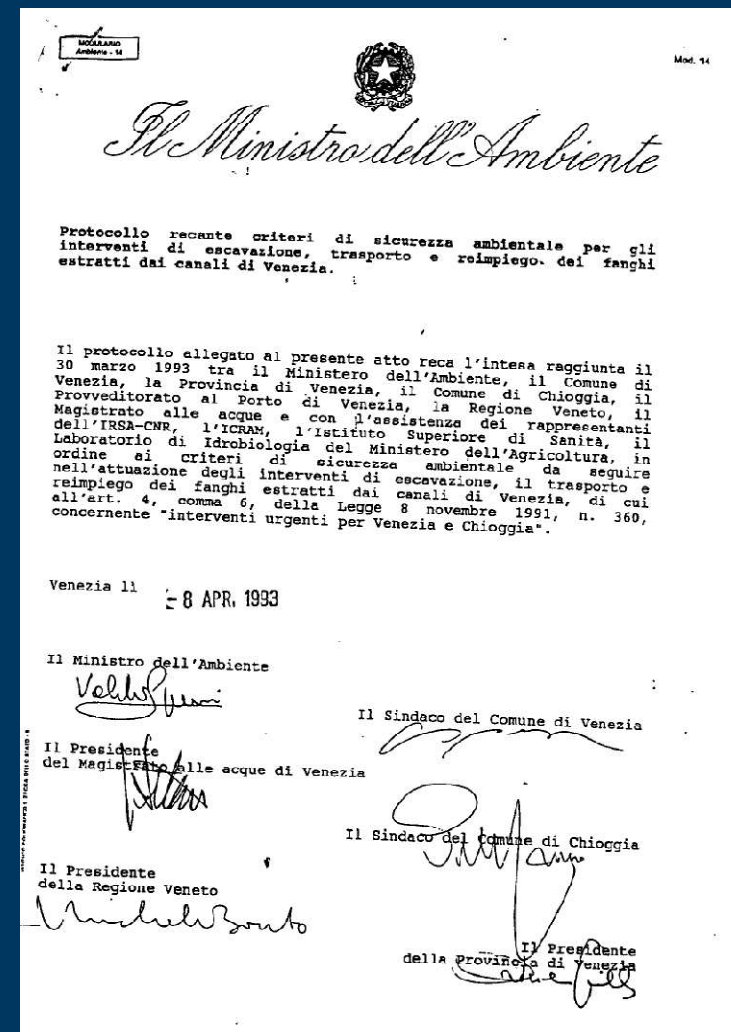


Fonte: Provveditorato OO.PP. per il Veneto, Trentino Alto Adige, Friuli Venezia-Giulia. *Aggiornamento del piano per il recupero morfologico della laguna di Venezia*. Documento di Piano. Marzo 2021

Il protocollo di gestione del '93: risultati e limiti

Presupposti ed obiettivi

- Notevoli quantità di sedimenti nei rii del centro storico veneziano
- Emersione del fondale maleodorante durante le basse maree
- La riduzione dei tiranti idrici ostacola la circolazione delle acque lungo la rete dei canali cittadini
- L'ispessimento dei fanghi comporta l'ostruzione di scariche e fognature (rischio rigurgito acque reflue specialmente dopo piogge intense)
- Ostacolo al transito di mezzi trasporto pubblici e di soccorso



Il protocollo di gestione del '93: risultati e limiti

- Il soggetto attuatore è il Comune di Venezia
- Integrazione dello scavo dei rii con interventi di risanamento alle strutture prospicienti e con sistemazione igienico sanitaria
- Destinazione prevalente del sedimento al recupero di strutture morfologiche lagunari con esclusione dal contermino lagunare dei fanghi tossici e nocivi
- Carattere sperimentale delle procedure e validità 12 mesi
- Quota minima nei canali: – 1,80 m s.l.m.m.
- Quantità complessiva di fango da dragare stimata in circa 500.000 m³ in 10 anni
- Durante il 12 mesi erano previsti studi e monitoraggi delle aree lagunari interessate dagli interventi sotto il profilo degli impatti ambientali, anche con funzioni di modifica delle procedure di recapito, ovvero di manutenzione e ripristino del sito di destinazione

Il protocollo di gestione del '93: risultati e limiti

➤ Classe A – Sedimenti che possono essere utilizzati per la ricostruzione di velme e barene comportanti il contatto diretto o indiretto con le acque lagunari

➤ Classe B – Sedimenti per il recupero di isole lagunari con confinamento permanente tale da impedire il rilascio di inquinanti nella acque lagunari. Il sito deve comunque essere conterminato in maniera tale da evitare erosioni e sommersioni in caso delle normali alte maree

➤ Classe C – Ampliamenti e innalzamenti di isole permanentemente emerse o di aree interne limitrofe alla conterminazione lagunare con confinamento realizzato con strutture profonde e continue

➤ Classe oltre C – Ripristino altimetrico di aree depresse fuori la conterminazione lagunare purchè non tossici e nocivi

Classificazione chimica dei fanghi

ELEMENTI E COMPOSTI	CLASSE "A" (mg/kg)	CLASSE "B" (mg/kg)	CLASSE "C" (mg/kg)
Hg	0.5	2.0	10
Cd	1	5	20
Pb	45	100	500
As	15	25	50
Cr	20	100	500
Cu	40	50	400
Ni	45	50	150
Zn	200	400	3.000
Idrocarburi totali	30	500	4.000
IPA totali	1	10	20
PCB totali	0.01	0.2	2
Pesticidi org. clorurati	0.001	0.02	0.5

Il Protocollo definisce i criteri per l'ubicazione dei campionamenti, le modalità di prelievo, le analisi granulometriche, chimiche, chimico-fisiche e microbiologiche

Il protocollo di gestione del '93: risultati e limiti

L'applicabilità al caso dei grandi canali di navigazione



COMMISSARIO DELEGATO PER L'EMERGENZA SOCIO ECONOMICO AMBIENTALE
 RELATIVA AI CANALI PORTUALI DI GRANDE NAVIGAZIONE DELLA LAGUNA DI VENEZIA
 Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3383 del 3 dicembre 2004

L'ATTIVITA' COMMISSARIALE

(2004-2012)



Volumi di sedimenti dragati al 31/12/2012

Destinazione finale			TOTALE
Ricostruzione morfologica (classe A)	Isola delle Tresse (classe B e C)	Cassa di Colmata Molo Sali (classe oltre C)	
735.000 m ³	6.732.850 m ³	233.630 m ³	7.700.000 m³

Indirizzi strategici dell'Ufficio di Piano

- Il riutilizzo (tal quale) dei sedimenti dragati dai canali di navigazione non consente la disponibilità di materiale idoneo in misura sufficiente per il completamento delle opere di ricostruzione di velme e barene
- Utilizzo ristretto dei sedimenti connesso ai limiti per il riuso per tali finalità imposti dal Protocollo '93
- Ricerca di fonti alternative di sedimenti compatibili con l'ambiente lagunare
- ***Approfondimento degli studi sugli effetti ecotossicologici e ambientali connessi con il possibile riuso dei sedimenti a bassa/media contaminazione (classe B)***

Ufficio di Piano
ex d.P.C.M. 13 febbraio 2004

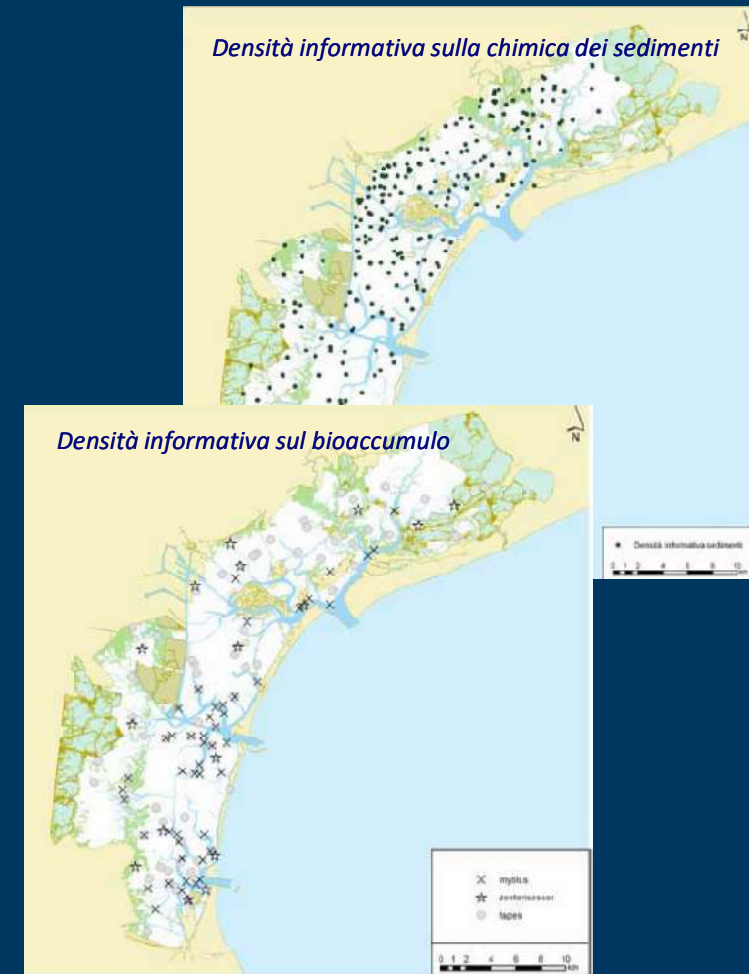
LA GESTIONE DEI SEDIMENTI CONTAMINATI
NELLA LAGUNA DI VENEZIA

Rapporto Tematico

FEBBRAIO 2010

Lo stato di contaminazione dei sedimenti lagunari

- I sedimenti costituiscono l'archivio storico-ambientale dell'ecosistema lagunare: una banca dati ambientale per comprendere la contaminazione da composti inorganici e organici
- In quanto «serbatoi», hanno registrato eventi e cambiamenti in laguna e nel bacino scolante
- Ruolo fondamentale per la determinazione della qualità e dell'equilibrio dell'ecosistema lagunare
- **Intensificazione degli studi nel corso dei più recenti decenni:**
 - ✓ distribuzione delle concentrazioni,
 - ✓ individuazione delle possibili fonti,
 - ✓ modifiche quali-quantitative,
 - ✓ processi di interazione sedimento-colonna d'acqua-biota,
 - ✓ valutazione dei rischi della contaminazione in relazione alle dinamiche evolutive dei fondali lagunari
- **Gli studi promossi dal MAV-CVN con il concorso di Enti, Università ed Istituti di Ricerca (ISPRA, ISS, CNR, ARPAV, UNIVE, UNIPD): ICSEL, SIOSED, MEL α (1,2,3), MODUS, DRAIN (Bacino scolante)**



Fonte: MAV-CVN (2011), HICSED Fase D – Valutazione finale integrale dei risultati delle fasi A, B, C

La mappa di classificazione dei sedimenti superficiali

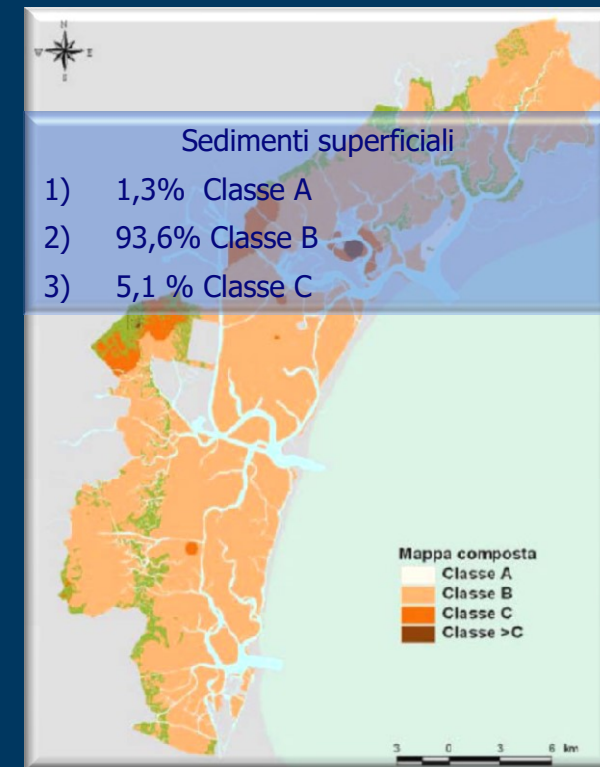
- I sedimenti superficiali (0 – 20 cm) maggior rilevanza ambientale
- Sede delle comunità bentoniche animali e vegetali
- Operano uno scambio continuo con l'acqua e il biota attraverso complessi processi di modificazione chimico-fisica

La maggioranza dei sedimenti superficiali non può essere utilizzata per la ricostruzione di barene o per riempire zone depresse (contatto diretto o indiretto con le acque lagunari)

- Per quanto riguarda i contaminanti inorganici (Cr, Cd, Zn, Hg, ecc.) le concentrazioni totali nulla dicono sulla biodisponibilità dell'elemento nei riguardi degli organismi

CIOE'

- Le C_{TOT} da sole non bastano a definire la relazione tra la causa (contaminante) e l'effetto (tossicità)
- *E' la frazione biodisponibile di tali elementi che può essere soggetta a bioaccumulo e quindi con effetti tossici*



MAV-CVN, 1999 – Progetto ICSEL

Analisi su tutti i parametri chimici ex Prot. '93

140 siti di prelievo campioni di cui 77 in basso fondale

Profondità campionamento Z. Ind. 0 – 80 cm

Approfondimento degli studi sugli effetti ecotossicologici e ambientali

2005 – MATTM/MAV Progetto HICSED ⁽¹⁾ - Fornire elementi utili alla revisione del Protocollo '93 in collaborazione con Istituti di Ricerca e Agenzie che si occupano di materie ambientali

Emanazione di normative in tema ambientale (EU e nazionali)

Aumentata disponibilità di dati

Implementazione di nuove metodologie scientifiche per la valutazione della pericolosità dei sedimenti lagunari

OBBIETTIVI

fornire indicazioni sulle metodologie analitiche e sui requisiti di qualità del dato chimico (valutazione delle metodiche, interconfronto chimico, interconfronto ecotossicologico)

fornire una raccolta di informazioni sperimentali di tipo chimico ed ecotossicologico sulla effettiva pericolosità dei sedimenti lagunari (selezione e campionamento, analisi di laboratorio, approfondimenti ecotossicologici)

impostare una “analisi di rischio” specifica per gli ecosistemi lagunari



48 siti di campionamento (15 CL. A, 20 CL. B, 13 CL. C), bassifondi e canali, spessore 0 – 10 cm

¹⁾ HICSED come fase integrativa del Progetto SIOSED "Determinazione sperimentale degli effetti del riutilizzo dei più diffusi sedimenti della Laguna di Venezia"

Approfondimento degli studi sugli effetti ecotossicologici e ambientali

2005 – MATTM/MAV Progetto HICSED ⁽¹⁾ - Fornire elementi utili alla revisione del Protocollo '93 in collaborazione con Istituti di Ricerca e Agenzie che si occupano di materie ambientali

Analisi chimiche – Scelta dei parametri e selezione metodologie analitiche

Normativa EU, nazionale e regionale

Stato delle conoscenze sulle serie di sostanze ritenute rilevanti sotto il profilo ambientale

Parametro	Metodo analitico	Parametro	Metodo analitico
As	EPA 3051A mod.+ 7060 mod.	Benzo(g,h,i)perilene	
Cd	EPA 3051A mod.+ 7131 mod.	Crisene	
Cr	EPA 3051A mod.+ 6010B mod.	Dibenzo(a,h)antracene	
Cr (VI)	EPA 3060A mod.+ 7196A mod.	Fluorantene	
Cu	EPA 3051A mod.+ 6010B mod.	Fluorene	
Hg	EPA 7473	Indeno(1,2,3cd)pirene	
Metil-Hg	Hintelmann and Wilkers mod.	Naftalene	
Ni	EPA 3051A mod.+ 6010B mod.	Fenantrene	
Pb	EPA 3051A mod.+ 6010B mod.	Pirene	
Zn	EPA 3051A mod.+ 6010B mod.	PCB bassa risoluzione	EPA 3545 + 3660 + 3665 + 8082
V	EPA 3051A mod.+ 6010B mod.	(28, 52, 101, 105, 118, 128, 138, 153, 156, 170,180, 209)	
Organostannici	ICRAM 2001	PCDD/F	EPA 1613B + 1668/A
IPA	EPA 3550 mod.+ 8310 mod.	PCB "dioxin-like"	EPA 1613B + 1668/A
Acenafene		(77, 81, 105, 114, 118, 123, 126, 156, 157, 167, 169, 189)	
Antracene		POC	EPA 3545 + 3660 + 3665 + 8082
Benzo(k)fluorantene		Aldrin	
Benzo(b)fluorantene		Alfa esaclorocicloesano	
Benzo(a)antracene		Beta esaclorocicloesano	
Benzo(a)pirene		Gamma esaclorocicloesano	
		DDT	
		DDD	
		DDE	
		Dieldrin	
		HCB	EPA 3545 + 3660 + 3665 + 8082
		AVS	Allen and Deng, 1993
		SEM	Di Toro et al. (1990); Allen and Deng (1993)

Elenco delle sostanze ex DM 56/2009 (SQA per sedimenti lagunari e marini) + PCB 209, V e MetilHg (rilevanza effetti tossici)

Fonte: MAV-CVN (2011), HICSED Fase D – Valutazione finale integrale dei risultati delle fasi A, B, C

Approfondimento degli studi sugli effetti ecotossicologici e ambientali

2005 – MATTM/MAV Progetto HICSED ⁽¹⁾ - Fornire elementi utili alla revisione del Protocollo '93 in collaborazione con Istituti di Ricerca e Agenzie che si occupano di materie ambientali

Analisi ecotossicologiche

- Batteria di saggi: 8 specie test appartenenti a gruppi tassonomici diversi
- End-point misurati
- Matrici su cui eseguire le prove
- Metodica utilizzata per ciascuna specie

Corophium orientale – Fonte: Wikipedia



Crassostrea gigas – Fonte: Wikipedia



Acartia tonsa – Fonte: ISPRA

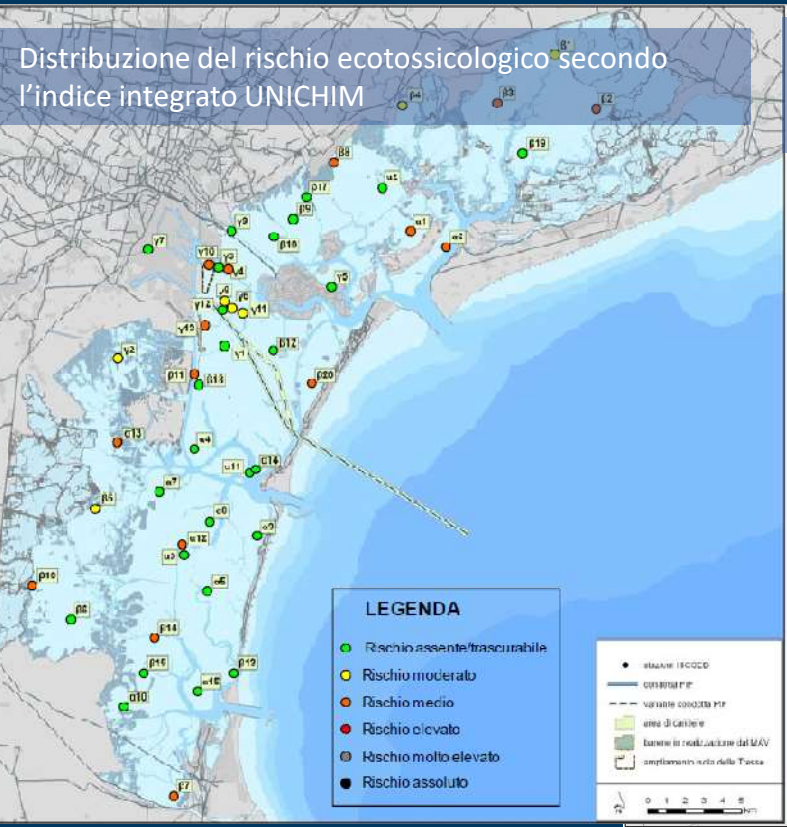
Gruppo	Specie	Endpoint	Matrice	Metodi
Anfipodi	<i>Corophium orientale</i>	Mortalità	Sedimento tal quale	ISO 16712, 2005
Echinoidi	<i>Paracentrotus lividus</i>	Fertilizzazione	Clutriato	Volpi Ghirardini and Arizzi Novelli, 2001; Lera et al, 2006
Echinoidi	<i>Paracentrotus lividus</i>	Sviluppo embrionale	Elutriato	Arizzi Novelli et al, 2002
Batteri	<i>Vibrio fischeri</i>	Inibizione della bioluminescenza	Elutriato	UNI EN ISO 11348-3, 2004; Basic Azur Environmental, 1995 modificato
Batteri	<i>Vibrio fischeri</i>	Inibizione della bioluminescenza	Sedimento risospeso	Volpi Ghirardini et al, 1998; Oncrati et al, 1998
Alghe	<i>Phaeodactylum tricomutum</i>	Inibizione della crescita	Elutriato	ISO 10253, 2006
Crostaceo anostraco	<i>Artemia franciscana</i>	Mortalità	Elutriato	APAT-IRSA-CNR 29/2003 Sezione 6060
Crostaceo copepode	<i>Acartia tonsa</i>	Sviluppo	Sedimento	Andersen et al., 2001; Wollenberger and Kusk, 2006
Crostaceo arpacticoida	<i>Tigriopus fulvus</i>	Mortalità, muta	Elutriato	ISO 14669, 1999 Faraonova et al, 2005, 2007
Molluschi bivalvi	<i>Crassostrea gigas</i>	Sviluppo larvale	Elutriato	ASTM, 2004

Fonte: MAV-CVN (2011), HICSED Fase D – Valutazione finale integrale dei risultati delle fasi A, B, C

2005 – MATTM/MAV Progetto HICSED ⁽¹⁾ - Fornire elementi utili alla revisione del Protocollo '93 in collaborazione con Istituti di Ricerca e Agenzie che si occupano di materie ambientali

Risultati: Quadro aggiornato sulla qualità dei sedimenti secondo un'ottica più ampia di valutazione del rischio ecologico per il comparto biotico adottando percorsi di valutazione integrata chimica ed ecotossicologica

- ### EVIDENZE
- Canali industriali/Porto Marghera diffusa contaminazione con associate evidenze tossicologiche significative
 - Restanti aree, a fronte di evidenze chimiche che farebbero presumere l'insorgenza di effetti tossici, le evidenze ecotossicologiche sono di entità relativamente modesta (con qualche hot-spot)
 - La maggior parte dei campioni di sedimento in Cl. B ex Prot. '93 evidenziano effetti tossici assenti o trascurabili



Fonte: MAV-CVN (2011), HICSED Fase D – Valutazione finale integrale dei risultati delle fasi A, B, C

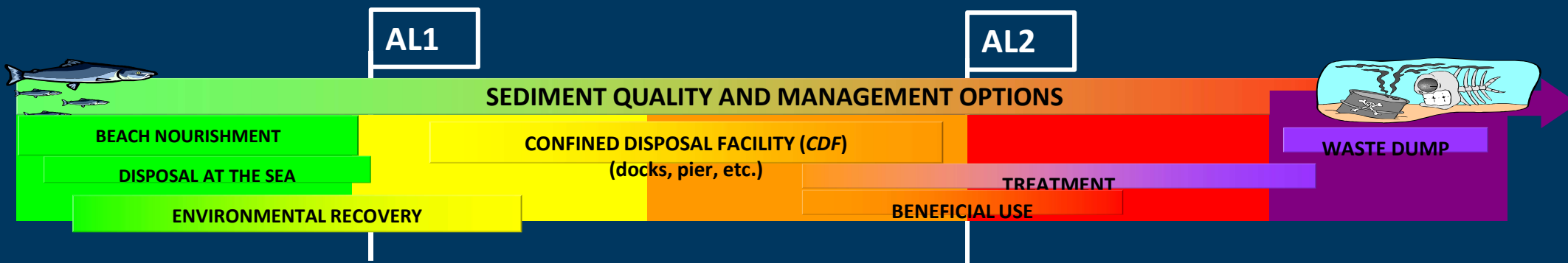
Il superamento del Protocollo fanghi '93 per la laguna di Venezia

Gestione dei sedimenti regolata sulla base di 2 livelli chimici di riferimento (AL)¹ elaborati secondo criteri di integrazione chimica ed ecotossicologica

- 1° Livello – Assenza di tossicità per gli organismi acquatici tenendo conto degli SQA ex WFD
- 2° Livello - Sono attesi effetti avversi statisticamente probabili sugli organismi acquatici

⁽¹⁾AL - Action Level

- Definizione opzioni di gestione
- Eventuali esigenze di accertamenti analitici (bioaccumulo, biomarker, ecc.)



Il superamento del Protocollo fanghi '93 per la laguna di Venezia

A livello internazionale numerosi sono i riferimenti tecnici-normativi relativi alla movimentazione di sedimenti basati su 2 livelli chimici dedotti da evidenze ecotossicologiche

In Italia il DM 173/2016 per la movimentazione in ambiente marino costiero

Supplemento ordinario alla "Gazzetta Ufficiale", n. 208 del 6 settembre 2016

Spediz. abb. post. - art. 1, comma 1
Legge 27-02-2004, n. 46 - Filiale di Roma

GAZZETTA UFFICIALE
DELLA REPUBBLICA ITALIANA

PARTE PRIMA Roma - Martedì, 6 settembre 2016

DIREZIONE E REDAZIONE PRESSO IL MINISTERO DELLA GIUSTIZIA - UFFICIO PUBBLICAZIONE LE
AMMINISTRAZIONE PRESSO L'ISTITUTO POLIGRAFICO E ZECCA DELLO STATO - VIA SALARIA, 691 - 00138
PIAZZA G. VERDI, 1 - 00198 ROMA

MINISTERO DELL'AMBIENTE
TUTELA DEL TERRITORIO E DEL CLIMA

DECRETO 15 luglio 2016, n. 173.

PARAMETRO	L1	L2
Elementi in tracce [mg kg ⁻¹] p.s.		
Arsenico	12	20
Cadmio	0,3	0,80
Cromo	50	150
Cr VI	2	2
Rame	40	52
Mercurio	0,3	0,80
Nichel	30	75
Piombo	30	70
Zinco	100	150
Contaminanti organici [µg kg ⁻¹] p.s.		
Composti organostannici	5 ⁽¹⁾	72 ⁽²⁾
Σ PCB ⁽³⁾	8	60
Σ DDD ⁽⁴⁾	0,8	7,8
Σ DDE ⁽⁴⁾	1,8	3,7
Σ DDT ⁽⁴⁾	1,0	4,8
Clordano	2,3	4,8
Aldrin	0,2	10 ⁷
Dieldrin	0,7	4,3
Endrin	2,7	10
α-HCH	0,2	10 ⁷
β-HCH	0,2	10 ⁷
γ-HCH (Lindano)	0,2	1,0
Eptacloro epossido	0,6	2,7
HCB	0,4	50 ⁷
Idrocarburi C-12	Non disponibile	50000
Σ IPA(16) ⁽⁵⁾	900	4000
Antracene	24	245
Benzo[a]antracene	75	500
Benzo[a]pirene	30	100
Benzo[b]fluorantene	40	500 ⁷
Benzo[k]fluorantene	20	500 ⁷
Benzo[ghi]perilene	55	100 ⁷
Crisene	108	846
Indenopirene	70	100 ⁷
Fenantrene	87	544
Fluorene	21	144
Fluorantene	110	1494
Naftalene	35	391
Pirene	153	1398
Σ T.E. PCDD, PCDF ⁽⁶⁾ (Diossine e Furani) e PCB diossina simili	2 x 10 ⁻³	1 x 10 ^{-2*}

Il superamento del Protocollo fanghi '93 per la laguna di Venezia 2017 - Il tavolo di confronto

Il Piano di Gestione Distretto Idrografico Alpi Orientali (WFD) – 2^a ciclo di implementazione



Entro 120 gg dall'adozione del PdG era prevista la costituzione di un apposito tavolo istituzionale per occuparsi dell'aggiornamento dei criteri di gestione dei sedimenti nella laguna di Venezia

Il superamento del Protocollo fanghi '93 per la laguna di Venezia

Principi di riferimento

DIRETTIVA 2008/98/CE, art. 3 – «Sono esclusi dal regime dei rifiuti i sedimenti spostati in acque superficiali purchè non siano pericolosi» (decisione 2000/532/CE del 3 maggio 2000) e nel rispetto delle altre normative (recepito dall'art. 185, c. 3, del Dlgs 152/2006)

- **Direttiva 2000/60/CE in merito al non peggioramento dello stato dei corpi idrici (Dlgs. 172/2015 recepimento della Direttiva 2013/39/UE modifica Direttive 2000/60/CE per quanto riguarda le sostanze prioritarie nelle acque)**
- **Direttiva 91/492 del Consiglio in rispetto delle norme sanitarie applicabili alla produzione e alla commercializzazione dei bivalvi**
- **Direttiva 92/43/CEE "habitat" in merito al rispetto degli habitat comunitari presenti all'interno del sic/zps**

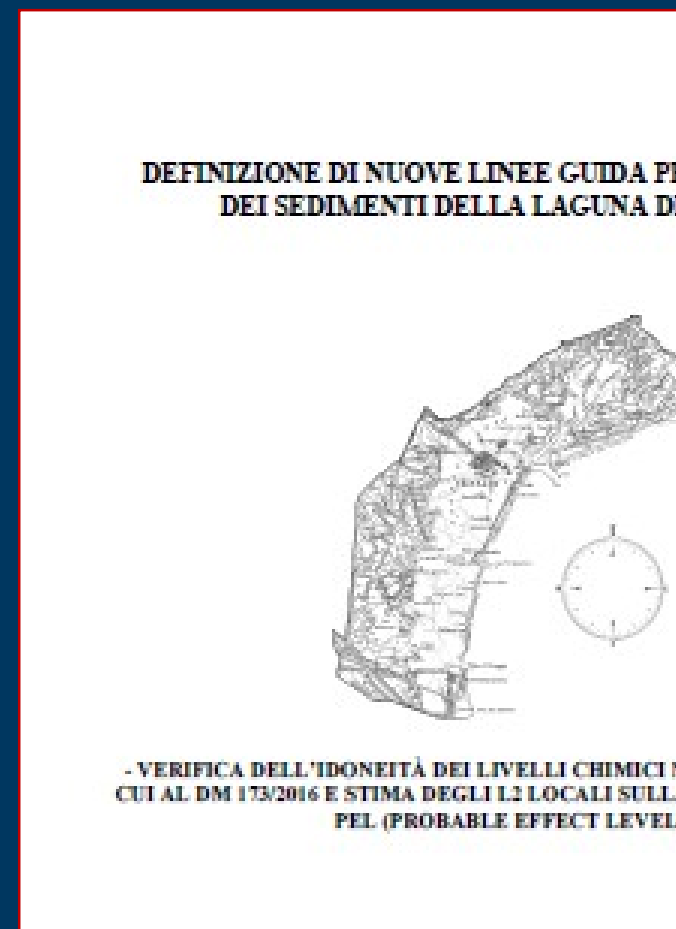
e, a titolo cautelativo,

attraverso la verifica della compatibilità fisica, chimica, ecotosossicologica ed ecologica dei sedimenti dragati con il sito di destinazione.

La definizione degli «AL» per i sedimenti nella laguna di Venezia

L'adozione *sic et simpliciter* degli «AL» di cui al DM 173/2016 (L1 e L2 per ambienti marino-costieri) ?????

- Necessità di tenere conto delle caratteristiche sitospecifiche della laguna di Venezia
- Necessità di verifiche e esigenza di un idoneo data set: risultanze analisi chimiche e ecotossicologiche (+ eventuali dati sul bioaccumulo)
- **1° AL** - Verifica per la laguna di Venezia concordanza (statistica) per gli L1 ex DM 173/2016 e di riflesso SQA per i sedimenti in ambiente di transizione (ex DM 260/2010, Tabelle 2/A – SQA MA, 3/B – SQA MA, 3/A SQA Biota; D.lgs 172/2015, Tabelle 2/A SQA MA, 3/A SQA MA; 3/B SQA MA, 1/A SQA MA Biota)
- **2° AL** – Verifica per i sedimenti della laguna di Venezia dell'adattabilità di L2 ex DM 173/2016
- Derivazione del 2° AL (L2_{LOC}) per i sedimenti della laguna di Venezia sulla base del criterio PEL (*Probable Effect Level*) ⁽¹⁾



(1) - (MacDonald, 1994.) (MacDonald D.D., Carr R.S., Calder F.D., Long E.R. e Ingersoll C.G., 1996.), (Long E.R., Field L.J., MacDonald D.D., 1998.), (Long E.R., MacDonald D.D., Severn C.G., Hong C.B., 2000.)

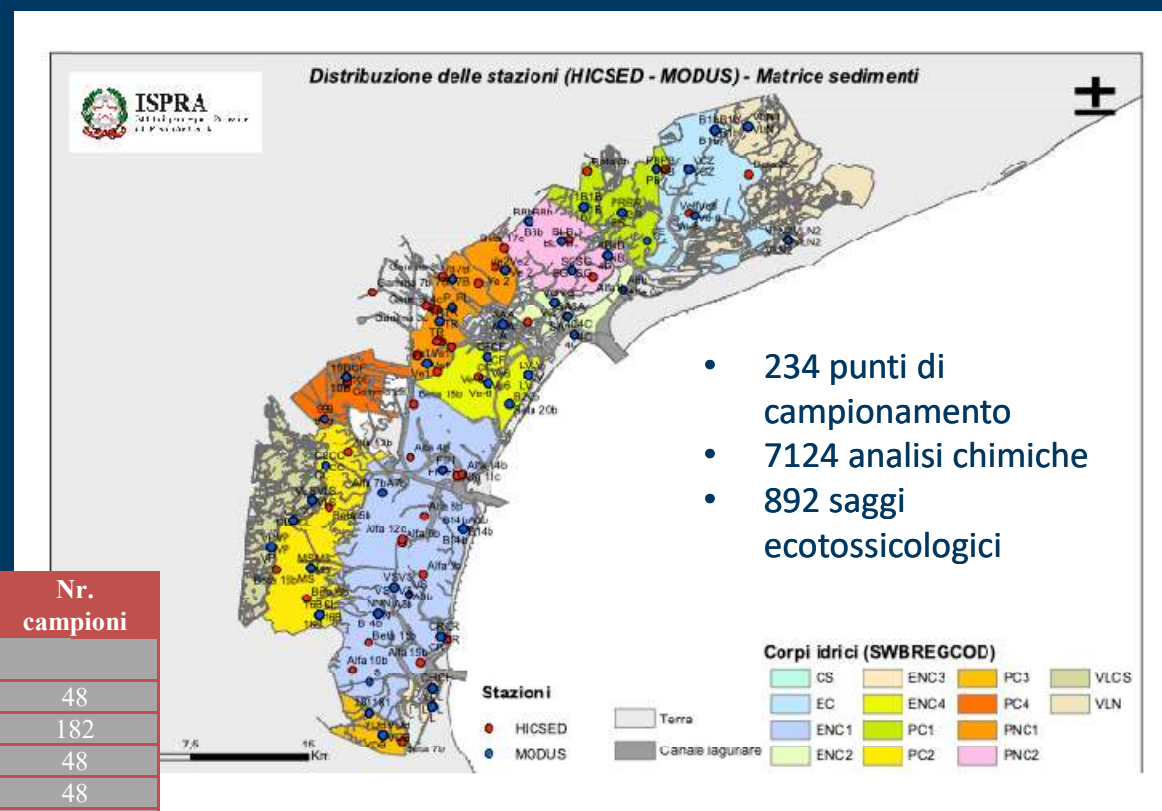
Caratteristiche riassuntive dei dati chimici inseriti ed utilizzati nel database.

N. Campioni	234
origine	Modus (2012 -2016) HICSED (2008)
N. Dati complessivi	7124
Metalli elementi in tracce	As, Cd, Cr tot, CrVI, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn
IPA	antracene, benzo(a)antracene, benzo(a)pirene, benzo(b)fluorantene, benzo(k)fluorantene, crisene, benzo(g,h,i)perilene, fluorantene, fenantrene, fluorene, indeno(1,2,3,cd)pirene, naftalene, pirene
Composti organostannici	TBT
PCB	PCB _{tot}
OC	DDD, DDE, DDT, Clordano, Aldrin, Dieldrin, Endrin, HCH, HCB,
Diossine e Furani	PCDD, PCDF, PCB dioxin-like

Caratteristiche riassuntive dei dati ecotossicologici inseriti ed utilizzati nel database.

Organismo	End-point	matrice	Progetti		Nr. campioni
			MODUS	HICSED	
<i>D. tertiolecta</i> ita su			MODUS	HICSED	
<i>Vibrio fischeri</i>	bioluminescenza	fase solida		X	48
<i>Dunaliella tertiolecta</i>	crescita algale	elutriato	X		182
<i>Acartia tonsa</i>	sviluppo	elutriato		X	48
<i>Tigriopus fulvius</i>	sopravvivenza	elutriato		X	48
<i>Tigriopus fulvius</i>	crescita (naupli)	elutriato		X	48
<i>Corophium orientale</i>	sopravvivenza	fase solida	X	X	234
<i>Paracentrotus lividus</i>	sviluppo embrionale	elutriato		X	47
<i>Crassostrea gigas</i>	sviluppo embrionale	elutriato	X	X	234
Totale saggi					892

Caratteristiche del data set



Risultati

- I valori di L1 ex DM 173, in buona parte coincidenti con gli Standard di Qualità Ambientale di cui al D.Lgs 172/2015, sono adeguatamente applicabili ai sedimenti della Laguna di Venezia.
- Buona concordanza statistica complessiva, e coerenti con il rispetto degli obiettivi di qualità previsti dalla Direttiva 2000/60/CE.
- ***La loro adozione trova un supporto anche rispetto ai dati di bioaccumulo*** (monitoraggio MODUS).
- Riguardo i valori di L2 ex 173, la bassa concordanza con il data-set chimico ed ecotossicologico raccolto dimostra una loro scarsa adeguatezza per la gestione dei sedimenti lagunari in caso di movimentazione.
- Il conseguente processo di derivazione statistica di valori chimici di riferimento locali in sostituzione degli L2 nazionali, sulla base del criterio del *Probable Effect Level*, ha consentito l'individuazione di limiti alternativi complessivamente più realistici rispetto alle specifiche caratteristiche dei sedimenti lagunari.

Valori chimici di riferimento $L1_{LOC}$ e $L2_{LOC}$ specifici per la laguna di Venezia

Esigenza di arricchimento del data-base per il completamento del processo di derivazione degli $L2$ locali (PEL)

Esigenza di ricercare nuovi dati nell'ambito delle zone più compromesse (canali industriali, rii interni al tessuto urbano)

Esistenze di uno o più campioni con $C_B > L1_{LOC}$

Se $C_B (\pm 20\%) > L2$ ex 173 non può essere mantenuto a contatto con le acque lagunari

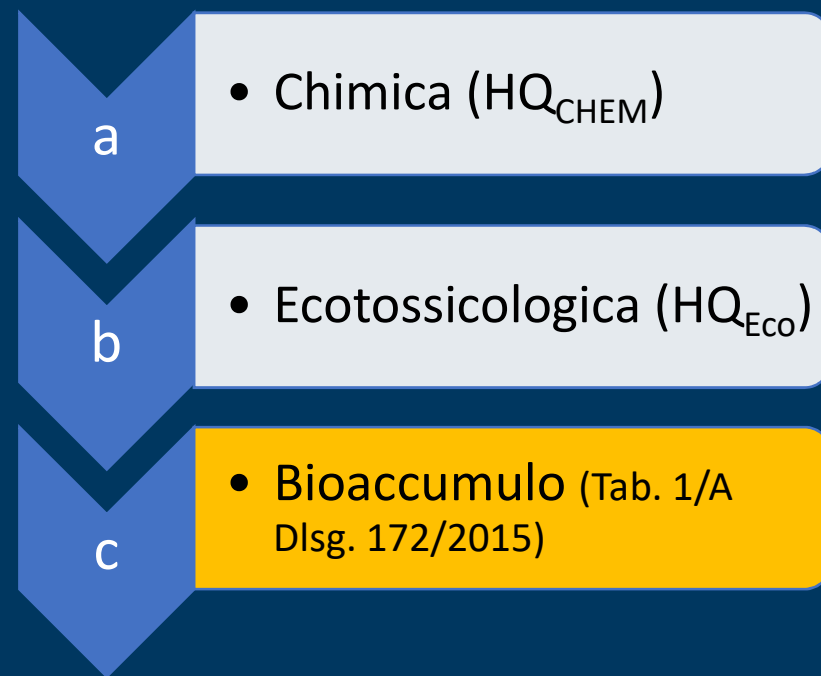
Se $C_B (\pm 20\%) < L2$ ex 173 può essere mantenuto a contatto con le acque lagunari con cautela (Principio non peggioramento, compatibilità sito di destinazione, bioaccumulo, ecotossicologia)

GRUPPO A	U.M.	L1 (SQA)	L2 (PEL sito specifico)
As	mg/kg	12	19
Cd	mg/kg	0,3	1,4
Cu	mg/kg	40	62
Hg	mg/kg	0,3	1,2
Pb	mg/kg	30	50
Zn	mg/kg	100	274
Anthracene	mg/kg	24	79
Benzo_a_antracene	mg/kg	75	329
Benzo_a_pirene	mg/kg	30	199
Benzo_b_fluorantene	mg/kg	40	192
Benzo_k_fluorantene	mg/kg	20	133
Crisene	mg/kg	108	328
Benzo_g,h,i_perilene	mg/kg	55	180
Fluorantene	mg/kg	110	366
Fenantrene	mg/kg	87	245
Fluorene	mg/kg	21	66
Indeno_1,2,3_pirene	mg/kg	70	138
Pirene	mg/kg	153	836
IPAtot	mg/kg	900	1887
HCB	mg/kg	0,4	4,8
TBT	mg/kg	5	16
PCBtot	mg/kg	8	15
Diossine, furani e PCB Dioxin Like	mg/kg (T.E.)	0,002	0,02
GRUPPO B	U.M.	L1 (SQA)	L2 (PEL sito specifico)
Cr	mg/kg	50	-
Ni	mg/kg	30	-
Naftalene	mg/kg	35	-
Cr VI	mg/kg	2,0	-
DDD	mg/kg	0,8	-
DDE	mg/kg	1,8	-
DDT	mg/kg	1,0	-
Clordano	mg/kg	2,3	-
Aldrin	mg/kg	0,2	-
Dieldrin	mg/kg	0,7	-
Endrin	mg/kg	2,7	-
a-HCH	mg/kg	0,2	-
b-HCH	mg/kg	0,2	-
γ-HCH	mg/kg	0,2	-

L'individuazione delle classi di qualità per i sedimenti

L'approccio «*Weight of Evidence (WoE)*»

- Metodologia che prevede l'utilizzo di informazioni eterogenee organizzate secondo linee di evidenza (LoE), il calcolo di indici/quozienti di pericolo (HQ) e loro successiva integrazione
- Quadro più accurato sulla qualità del sedimento (rispetto a quello basato soltanto sulla caratterizzazione chimica) in quanto integra le evidenze di effetto e di esposizione (chimica, bioaccumulo, ecotossicità)



Necessità di un set di dati robusto e ben distribuito sull'area di indagine

IL CALCOLO DI INDICI DI PERICOLO DEFINIZIONE DI FASCE DI PERICOLOSITÀ

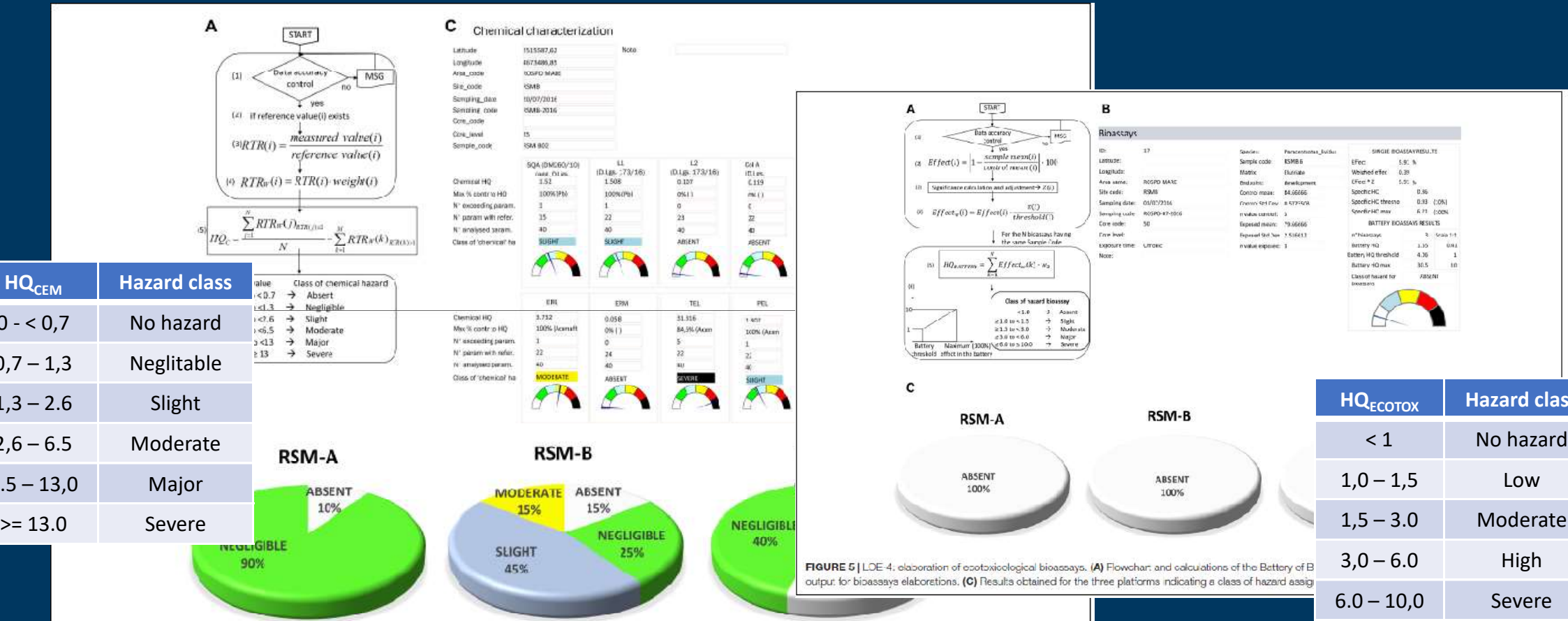


FIGURE 2 | LOE-1: elaboration of chemical results in sediments. (A) Flowchart and calculations of Chemical Hazard Quotient (HQ_C). (B) Results obtained for the three platforms indicating the percentage distribution of samples assigned to various classes of hazard considering European Sediment Quality Guidelines (EQS) as reference. (C) Model output of chemical characterization (Sediqualitysoft).

Fonte: Regoli F, d’Errico G, Nardi A, Mezzelani M, Fattorini D, Benedetti M, Di Carlo M, Pellegrini D and Gorbi S (2019) “Application of a Weight of Evidence Approach for Monitoring Complex Environmental Scenarios: the Case-Study of Off-Shore Platforms”. *Front. Mar. Sci.* 6:377. doi: 10.3389/fmars.2019.00377

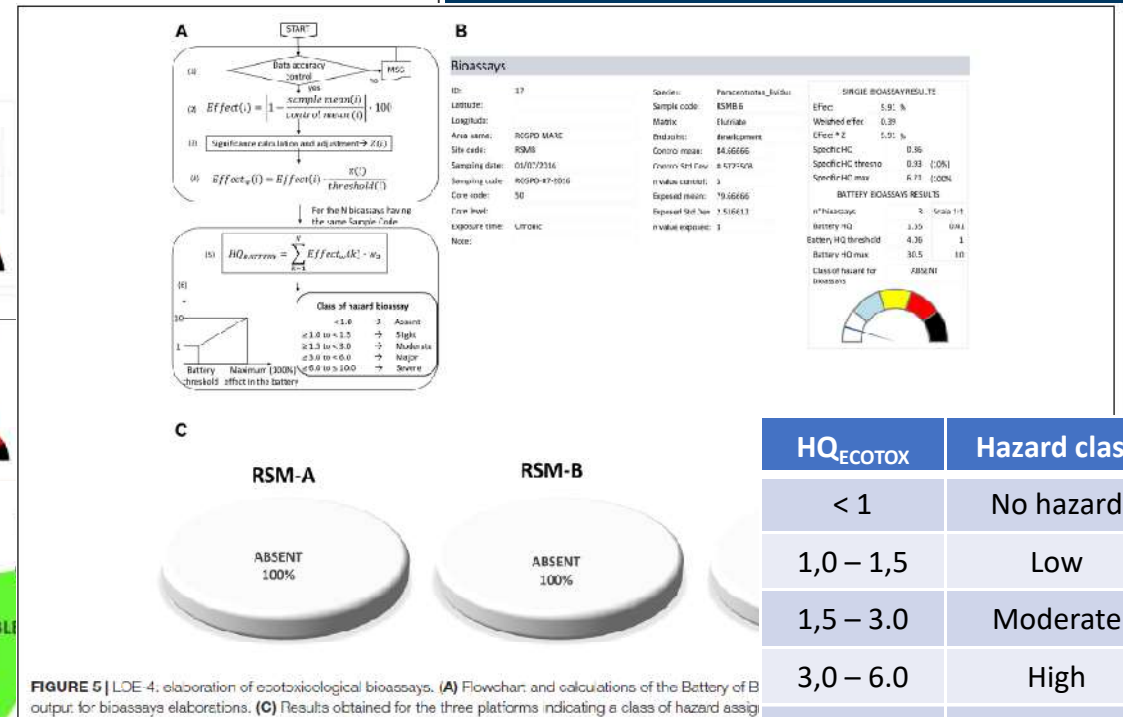


FIGURE 5 | LOE-4: elaboration of ecotoxicological bioassays. (A) Flowchart and calculations of the Battery of B output. (B) Results obtained for the three platforms. (C) Results obtained for the three platforms indicating a class of hazard assign.

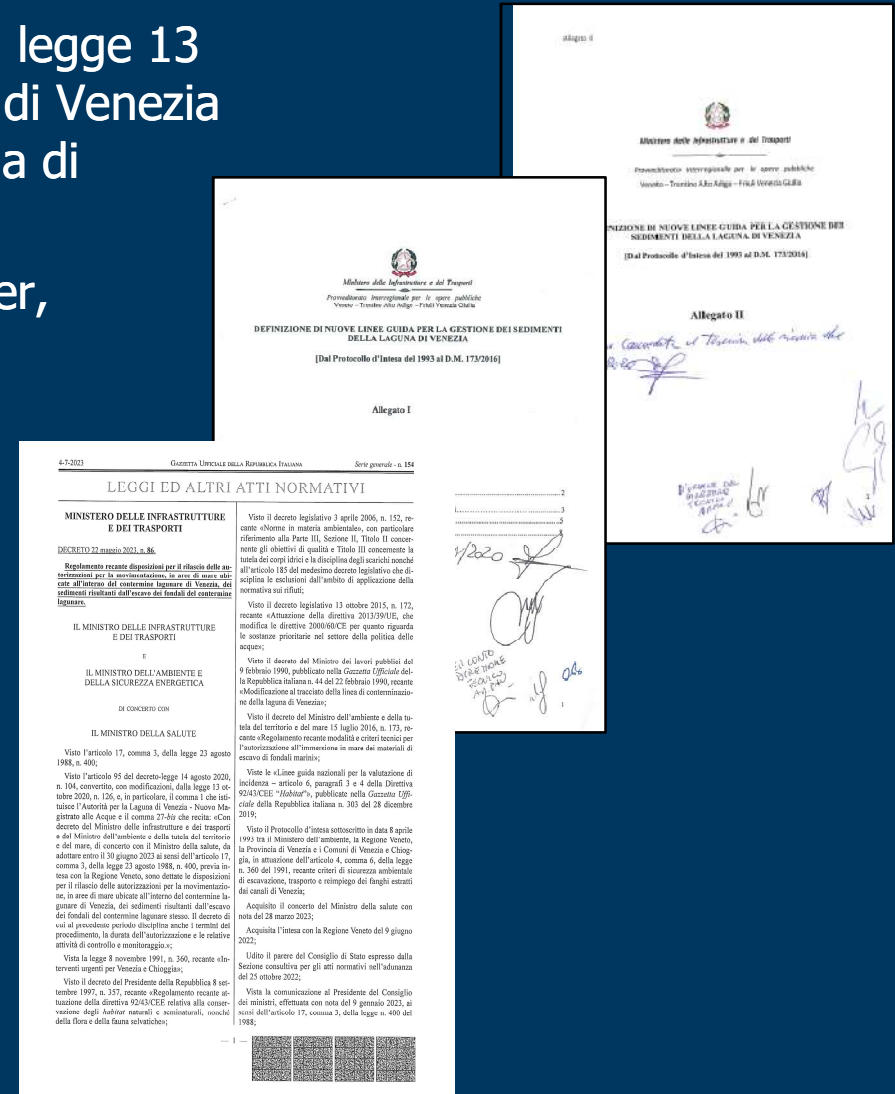
5 Classi di rischio e opzioni di gestione per i sedimenti nella laguna di Venezia

Classe di rischio	Bioacc. C_{media}	Ecotoss. HQ_{ECOTOX}	Chimica HQ_{CEM}	Opzioni di gestione
Alfa Sup. (0 – 0,5 m)	Limiti ex Dlgs 172/2015	-	C < SQA ex Dlgs 172/2015	Nessuna restrizione per riuso per recupero morfologico Piano di monitoraggio ex All. 1 DM 86/2023
Alfa Prof. > 0,5 m		< 1 No hazard	C < SQA ex Dlgs 172/2015	
Beta		No hazard/Low ($HQ < 1,5$)	$HQ (L2_{Loc}) < 1$ No hazard	Ricostruzione morfologica con attività di monitoraggio ante e post-operam Monitoraggio anche biota per verifica non peggioramento area destinazione
Gamma		Medium ($-1,5 \leq HQ < 3$)	$HQ (L2_{Loc}) \leq$ Low	Utilizzo per strutture centrali di ricostruzione morfologica Monitoraggio anche biota per verifica non peggioramento area destinazione ex WFD
Delta		High $3 \leq HQ < 6$	Low < $HQ (L2_{Loc}) \leq$ High	Confinamento permanente, impermeabile all'acqua, tale da impedire ogni rilascio di inquinanti nell'ambiente circostante (es. un palancoato metallico che garantisca in linea teorica permeabilità pari a 10-9 m/s o equivalente soluzione tecnica).
Epsilon		Very High $HQ \geq 6$	$HQ(L2_{Loc}) >$ High	

Dal Tavolo Tecnico al DM 22 maggio 2023 n° 86

- Art. 95 del D.L. 14 agosto 2020, n. 104 convertito con la legge 13 ottobre 2020 n. 126, recante misure per la salvaguardia di Venezia e della sua laguna e istituzione dell'Autorità per la Laguna di Venezia
- La questione fanghi è trattata ai commi 27 bis, ter, quater, quinquies e sexies

- Decreto MIMS-MITE, di concerto con Ministero Salute e Regione Veneto sono dettate disposizioni sulle autorizzazioni alla movimentazione dei sedimenti entro il conterminare lagunare;
- Modifiche/integrazioni relative ad aspetti tecnici (parametri, limiti valori soglia, ecc.) con 1 o più decreti non regolamentari MIMS-MITE di concerto con Ministero Salute e Regione Veneto
- Obbligo di VINCA per tutte le domande
- Commissione tecnico-scientifica (Prov. OO.PP., ISPRA, ARPAV, ISS e CNR)



Il DM 22 maggio 2023 n° 86

Parte normativa	Allegato I – Linee guida per la gestione dei sedimenti nella laguna di Venezia
Richiamo il regime di esenzione dell'obbligo di rispetto della disciplina sui rifiuti (art. 185, c. 3, Dlgs 152/2006)	Indicazioni operative generali <ul style="list-style-type: none">• Fase di 1^a Implementazione di 24 mesi• I risultati attesi dovranno altresì permettere la conferma o la revisione degli L1_{LOC} e L2_{LOC}• Casi di urgenza connessi con la sicurezza della navigazione e la pubblica incolumità: rimozione di volume fino a 50.000 m³ con esenzione della caratterizzazione e la gestione secondo l'opzione peggiore
Richiamo normativa VINCA (DPR 357/97)	
Rispetto SQA ex Dlgs 172/2015 recepimento Direttiva 2013/39/UE sostanze prioritarie nelle acque e nei sedimenti dei corpi idrici marino costieri e di transizione	
Procedure operative ISS per gli aspetti sanitari	Contenuti della domanda di autorizzazione
Autorità competente: Autorità per la laguna – Nuovo Magistrato alle Acque ex art. 95 DL 104/2020	Criteri di caratterizzazione classificazione nelle aree di scavo e di destinazione
Ambito di applicazione: la conterminazione lagunare ex DM 9 febbraio 1990	Strategia di campionamento nelle aree di scavo e di deposito (volume singolo o lotti di sedimento)
Procedure di rilascio dell'autorizzazione e controlli a cura dell'autorità competente	Monitoraggio ambientale pre, durante e post operam (con bioaccumulo) e piano delle misure di ripristino in caso di superamento di soglie (alfa, beta e gamma)

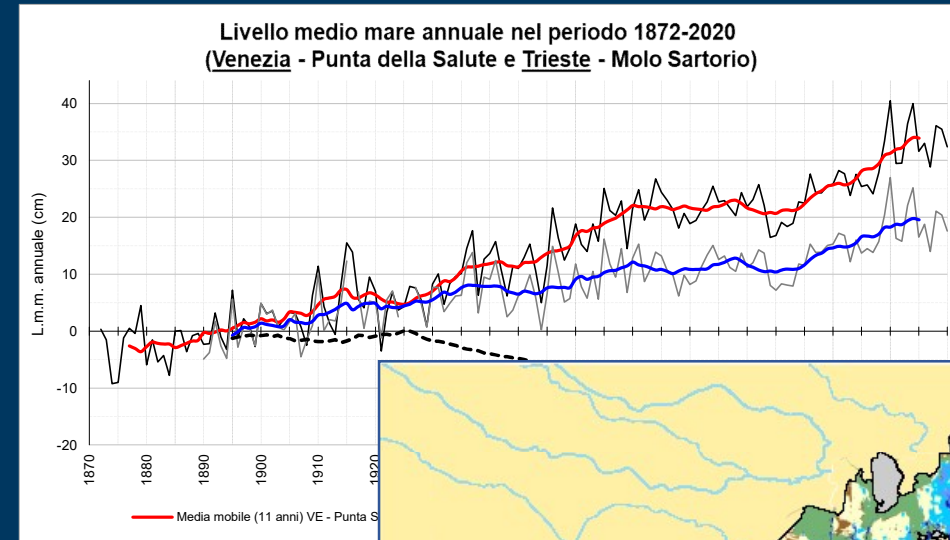
Considerazioni conclusive. La laguna del futuro

Eventi estremi, RSLR e ininfluenza trasporto solido dal bacino scolante alla base del decadimento morfologico

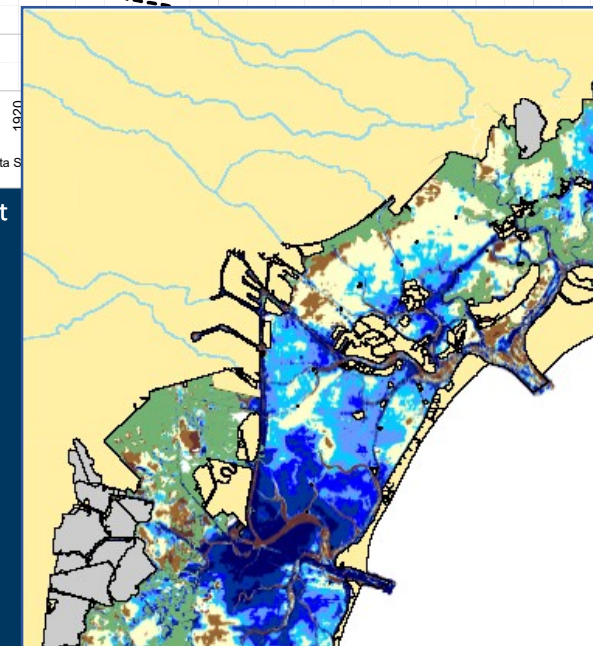
- $1,4 \times 10^6$ m³/anno la quantità media di sedimento per mantenere l'attuale stato morfologico della laguna agli attuali tassi di crescita del l.m.m. (4.8 mm/anno)
- $8,0 \times 10^6$ m³/anno la quantità media di sedimento per mantenere l'attuale stato morfologico della laguna secondo il peggiore scenario di RSL (IPCC Scenario - RCP 8.5)

Aspetti critici

- Disponibilità di grandi quantità di sedimento
- Compatibilità fisica e qualitativa
- Aspetti ambientali e di sostenibilità in termini di costi-efficacia nelle operazioni di movimentazione dei sedimenti all'interno della laguna



Fonte: www.venezia.isprambiente.it



Fonte: Provveditorato OO.PP. Per il Veneto, Trentino Alto Adige, Friuli Venezia-Giulia. *Aggiornamento del piano per il recupero morfologico della laguna di Venezia*. Documento di Piano. Marzo 2021

L'attività conoscitiva in laguna di Venezia e il
nuovo
protocollo per la gestione dei sedimenti
Strumenti
di governance

Maurizio Ferla

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Convegno: LA LAGUNA IERI, OGGI E DOMANI, Venerdì 22 marzo 2024,
Istituto Veneto di Scienze, Lettere e Arti Palazzo Loredan, San Marco 2945, 30124 Venezia

