

# L'approccio WoE applicato alla gestione dei sedimenti in ambiente lagunare: Il caso della Laguna di Venezia

Maurizio Ferla<sup>1</sup>, Antonella Ausili<sup>1</sup>, Chiara Maggi<sup>1</sup>, David Pellegrini<sup>1</sup>, Fulvio Onorati<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale 00144, Roma (Italy)

WORKSHOP - LA MOVIMENTAZIONE E IL RIUTILIZZO DEI SEDIMENTI IN ACQUE INTERNE, MARINE COSTIERE E NELLE LAGUNE: VERSO UNA GESTIONE CIRCOLARE

Genova, 24-26 ottobre 2023, Assemblea annuale dell'ANCI

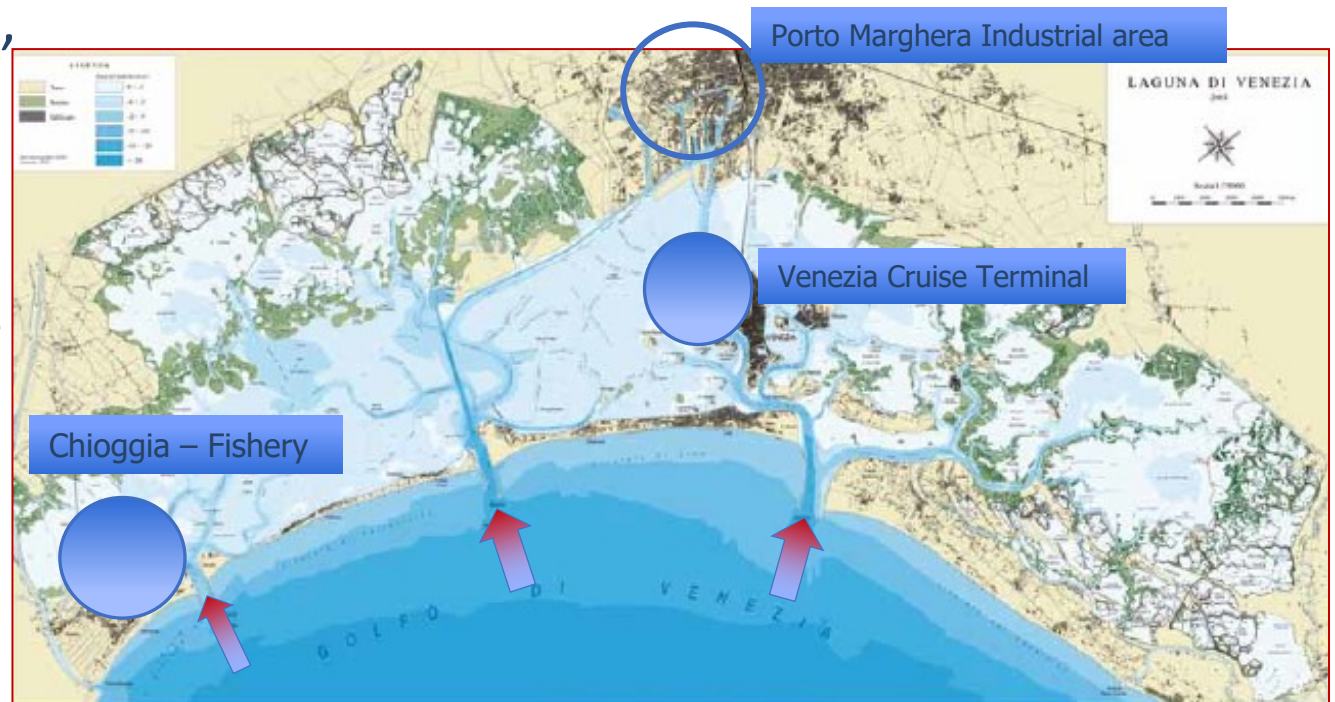
# Sommario

- La laguna di Venezia: pressioni naturali e antropiche
- Il degrado morfologico e la perdita di sedimenti
- La gestione dei sedimenti a partire dal Protocollo Fanghi '93
- Il nuovo regime regolatorio basato sull'approccio WoE. Il DM 22 maggio 2023 n° 86
- Ulteriori prospettive



# La laguna di Venezia 550 kmq, la più estesa nel Mediterraneo

- Piccole isole, estese piane di marea, barene, vali da pesca e una complessa rete di canali a marea
- Elevata eterogeneità nelle condizioni fisiche e biogeochimiche degli habitat
- 3 mt la profondità media
- Regime di marea astronomica semidiurno con ampiezza massime di 1 mt
- 20 corsi d'acqua di risorgiva scaricano in laguna le portate raccolte in un bacino idrografico di circa 2000 kmq



Attività portuali  
Pesca, Terminal turistici, Area Industriale

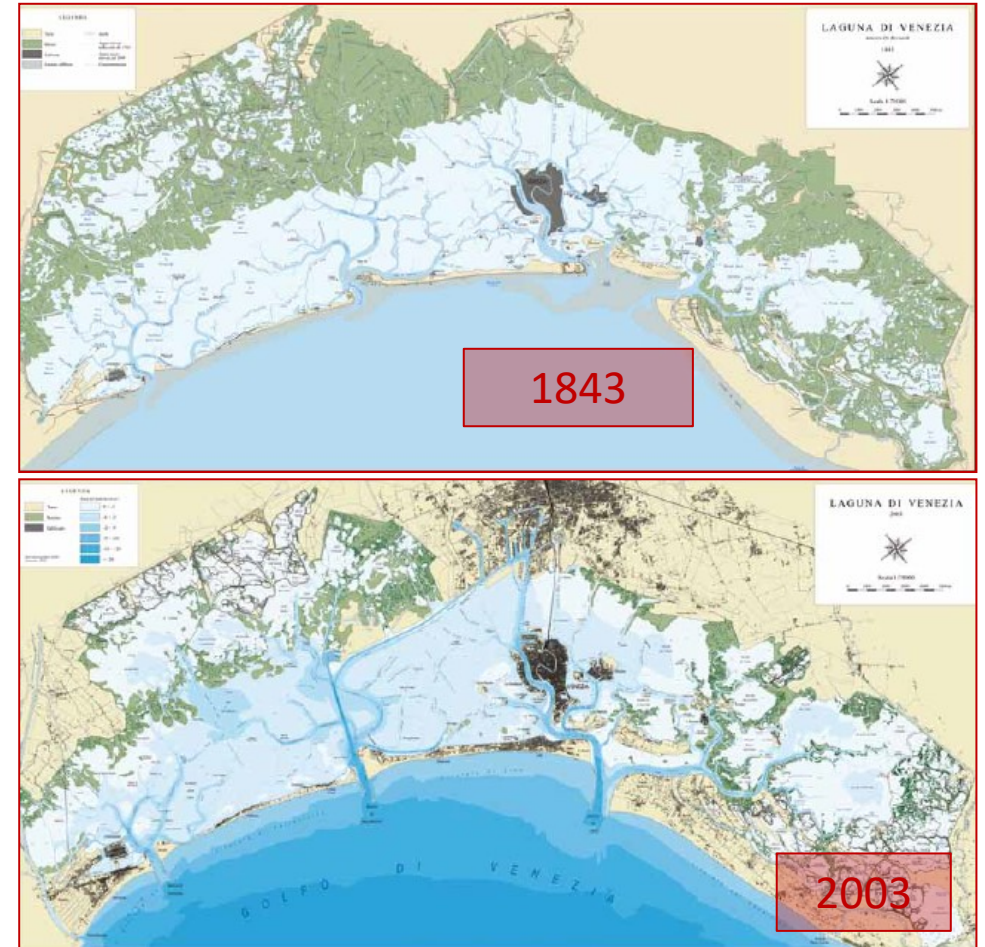
# Il degrado morfologico e la perdita di sedimenti

Eventi estremi, RSLR e scarso/nullo apporto di sedimento dai corsi d'acqua sono alla base del decadimento morfologico

- $1,4 \times 10^6$  mc/anno è la quantità di sedimento necessaria per mantenere l'attuale stato morfologico agli attuali tassi di RSLR rate (4.8 mm/anno)
- $8,0 \times 10^6$  mc/anno è la quantità di sedimenti richiesta per mantenere l'attuale stato morfologico nel caso del peggiore scenario climatico (IPCC Scenario - RPC 8.5)

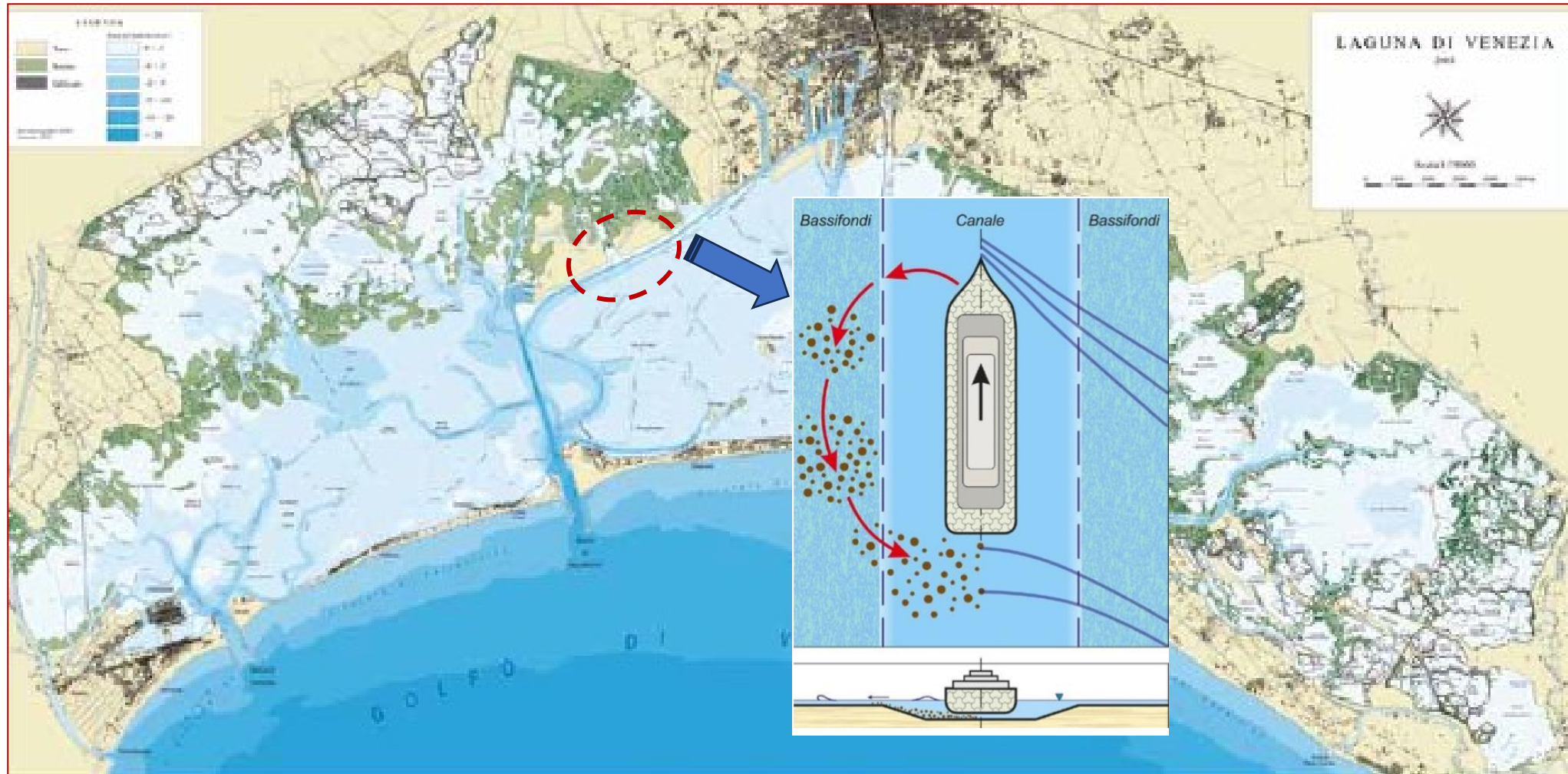
## Criticità evidenti

- Domanda di una grande quantità di sedimenti
- Compatibilità fisica e qualitativa
- Aspetti di sostenibilità ambientale e finanziaria delle operazioni di redistribuzione dei sedimenti all'interno della laguna



Source: Prof. L. D'Alpaos (DICEA, Università di Padova) – *L'evoluzione morfologica della laguna di Venezia attraverso la lettura di alcune mappe storiche e delle sue carte idrografiche*

# La lagune di Venezia. Pressioni naturali e antropiche

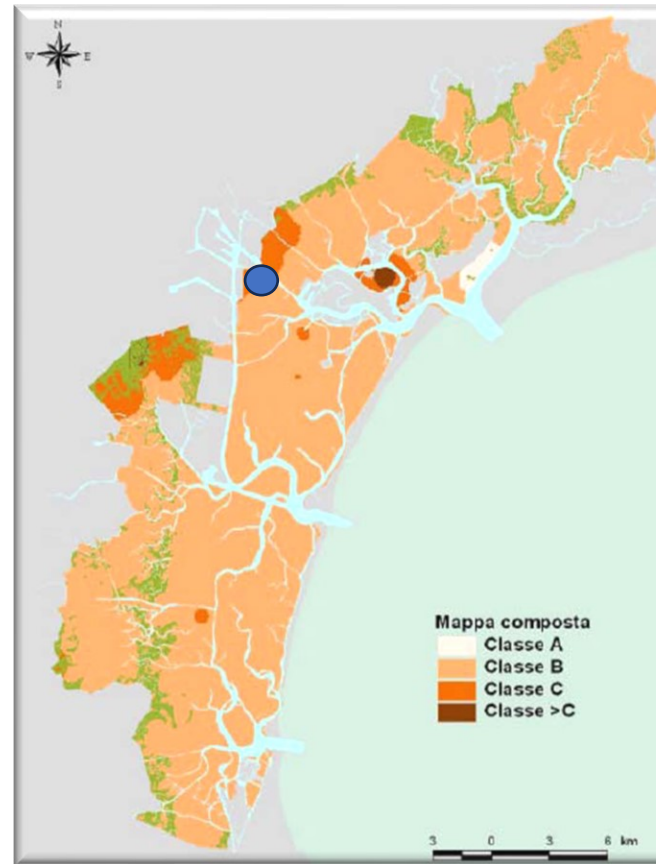


# La gestione dei sedimenti dragati. Il Protocollo Fanghi '93

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

4 classi di rischio (soglie di concentrazione chimica)

- A – Sedimenti per recupero morfologico
- B – recupero di isole co separazione permanente dal corpo idrico e protezione dal rischio di inondazione durante le normali alte maree.
- C – ampliamento/sollevarimento di isole e permanente separazione dalla acqua lagunari anche con diaframmi profondi
- OVER C – Gestione come rifiuto fuori dalla laguna o in discarica impermeabilizzata



Principali criticità

- Gran parte dei sedimenti sono il Classe B
- Poche possibilità di individuare nuove aree di deposito

Isola delle Trezze landfill area



# Aggiornamento delle conoscenze e Direttive UE

- Ampliamento della lista dei contaminanti (rispetto al Protocollo '93)
- Standard di qualità ambientale (SQA) secondo Direttiva Quadro Acque (colonna d'acqua, sedimenti e biota)
- L'introduzione dell'approccio WoE per i sedimenti marini con il DM 173/2016

Parametro	Protocollo Freghti 1993			DM 260/2010						DM 173/2016	
	A	B	C	Tab 2/A SQA-MA	Tab 3/B SQA-MA	Tab 3/A SQA-MA Biob	DLgs 172/2015 Tab 2/A SQA-MA	DLgs 172/2015 Tab 3/A SQA-MA	DLgs 172/2015 Tab 3/B SQA-MA	DLgs 172/2015 Tab 1/A SQA-MA Biob	DM 173/2016
<b>Elementi in tracce</b>				mg kg <sup>-1</sup> p.s.	mg kg <sup>-1</sup> p.s.	µg kg <sup>-1</sup> p.f.	mg kg <sup>-1</sup> p.s.	mg kg <sup>-1</sup> p.s.	mg kg <sup>-1</sup> p.s.	mg kg <sup>-1</sup> p.s.	mg kg <sup>-1</sup> p.s.
Arsenico	15	25	50		12				12		12 20
Cadmio	1	5	20	0,3		0,3	0,3		0,3		0,3 0,80
Cromo	20	100	500		50				50		50 150
Cr VI					2						2 2
Rame	40	50	400						40		40 52
Mercurio	0,5	2	10	0,3		20	0,3	0,3	20		0,3 0,80
Nichel	45	50	150	30					30		30 75
Piombo	45	100	500	30				30	30		30 70
Zinco	200	400	3000						100		100 150
<b>Contaminanti organici</b>				µg kg <sup>-1</sup> p.s.	µg kg <sup>-1</sup> p.s.	µg kg <sup>-1</sup> p.s.	µg kg <sup>-1</sup> p.s.	µg kg <sup>-1</sup> p.s.	µg kg <sup>-1</sup> p.s.	µg kg <sup>-1</sup> p.s.	µg kg <sup>-1</sup> p.s.
Composti organostannici				5 (tributilstagno)			5 (tributilstagno)	5 (tributilstagno)			5 72
ΣPCB	0,01	0,2	2		8				8		8 60
ΣDDD	0,001	0,02	0,5	0,8		0,8	0,8		0,8		0,8 7,8
ΣDDE	0,001	0,02	0,5	1,8		1,8	1,8		1,8		1,8 3,7
ΣDDT	0,001	0,02	0,5	1		1	1		50* 100**		1,0 4,8
Clordano	0,001	0,02	0,5						2,3		4,8
Aldrin	0,001	0,02	0,5	0,2		0,2	0,2		0,2		10
Dieldrin	0,001	0,02	0,5	0,2		0,2	0,2		0,7		4,3
Endrin	0,001	0,02	0,5						2,7		10
α-HCH	0,001	0,02	0,5	0,2		0,2	0,2		0,2		10
β-HCH	0,001	0,02	0,5	0,2		0,2	0,2		0,2		10
γ-HCH (Lindano)	0,001	0,02	0,5	0,2		0,2	0,2		0,2		1,0
Eptacloro epossido					0,4			0,4			0,6 2,7
HCB						10			10		0,4 50
Esaclorobutadiene						55			55		
Idrocarburi C>12	30	500	4000						ND		5000
ΣIPA (16)	1	10	20		800				900		4000

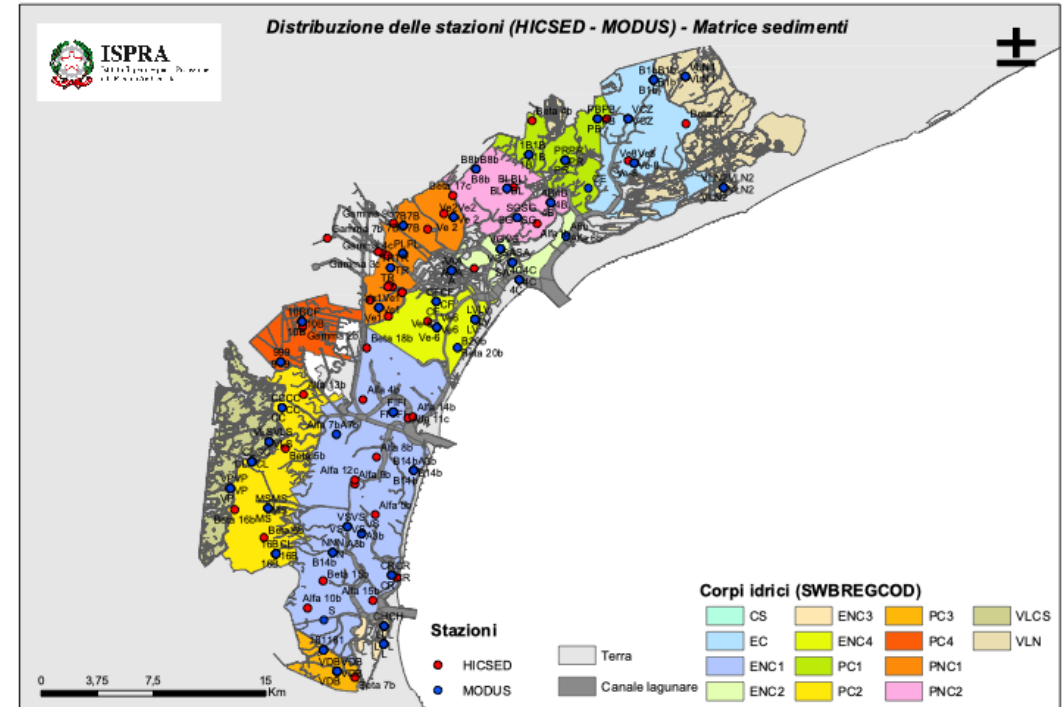
Parametro	Protocollo Freghti 1993			DM 260/2010						DM 173/2016	
	A	B	C	Tab 2/A SQA-MA	Tab 3/B SQA-MA	Tab 3/A SQA-MA Biob	DLgs 172/2015 Tab 2/A SQA-MA	DLgs 172/2015 Tab 3/A SQA-MA	DLgs 172/2015 Tab 3/B SQA-MA	DLgs 172/2015 Tab 1/A SQA-MA Biob	DM 173/2016
Antracene									45		24 245
Benzo(a)antracene											75 500
Benzo(a)pirene									30	30	5 30 100
Benzo(b)fluorantene									40	40	40 500
Benzo(k)fluorantene									20	20	20 500
Benzo(g,h,i)perilene									55	55	55 100
Crisene											108 846
Indenopirene									70	70	70 100
Fenantrene											87 544
Fluorene											21 144
Fluorantene									110	110	30 110 1494
Naftalene									35	35	35 391
Pirene											153 1398
ΣTE, PCDD, PCDF (Diossina e Furani) e PCB diossina simili									2,00E-03	2,00E-03	6,50E-03 2,00E-03 1,00E-02
PCDD/F											
PCB diossina simili											
Difenilietil bromurati											0,0085
Dicofol											33
Acido perfluorottansolfonico e suoi Sali (PFOS)											9,1
Esabromociclododecano (BCDD)											167
Eptacloro ed eptacloro epossido											6,70E-03

Source: A. Marcomini. *Per una gestione sostenibile del sedimento lagunare. Il contributo del DM 173/2016 alla valutazione della qualità del sedimento.* La trasparenza a salvaguardia di Venezia. Quaderni della laguna. Anno 0, vol. 0, 2017

# L'approccio WoE.

## Nuovi livelli soglia di concentrazioni chimiche (action level) per la laguna di Venezia

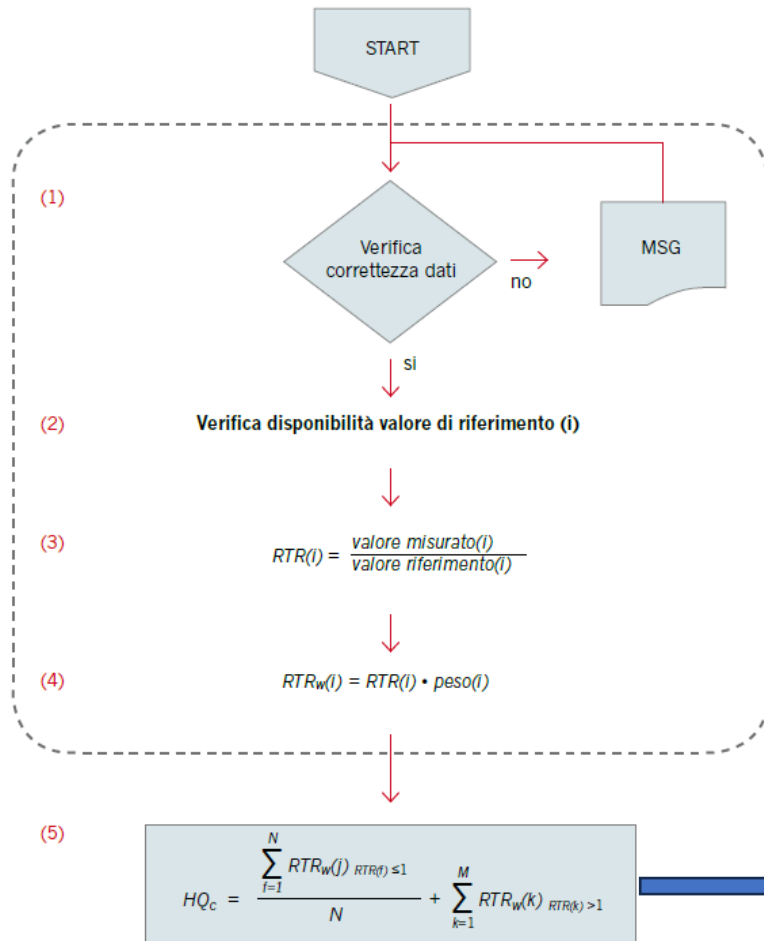
- Approfondite ed estese indagini scientifiche sul rischio ambientale condotte negli ultimi decenni rispetto ad un gruppo di stressori chimici (persistenti, tossici, bioaccumulabili)
- La sola classificazione chimica non consente di prevedere gli effetti ecotossici e di bioaccumulo
- Disponibilità di una considerevole mole di dati provenienti da attività di monitoraggio estese.
- Una serie di progetti specifici (ICLSEL, SIOSED, HICSED) hanno stabilito che non c'è alcuna evidenza scientifica che giustifica la separazione tra le classi A e B del Protocollo '93



Gran parte dei sedimenti in classe B non evidenzia tossicità statisticamente rilevati rispetto alla maggior parte delle principali sostanze inquinanti



# Chemical Hazard Quotient (HQc)

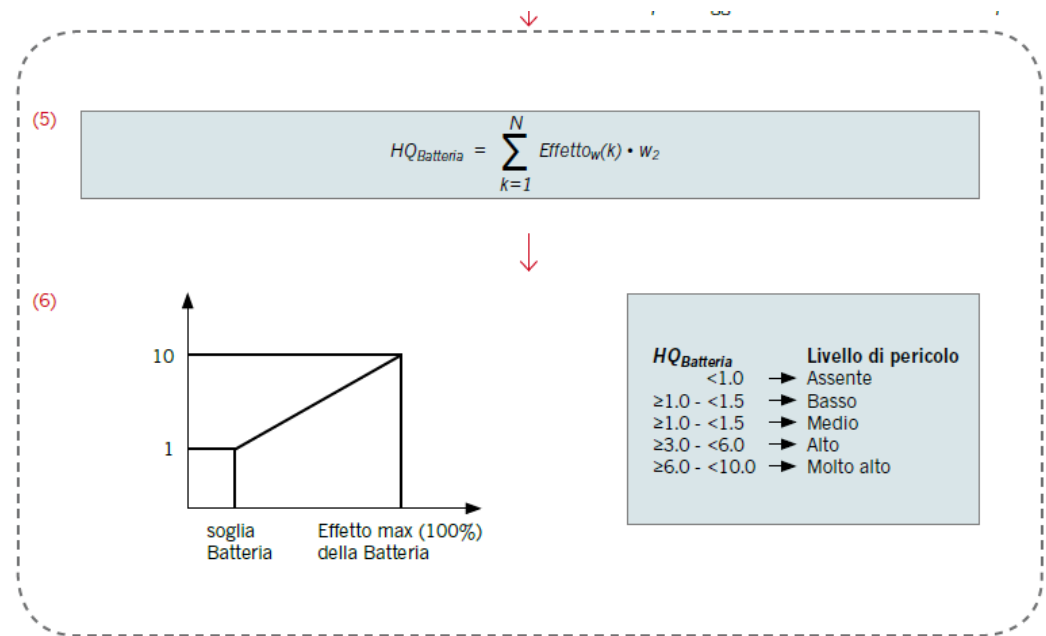
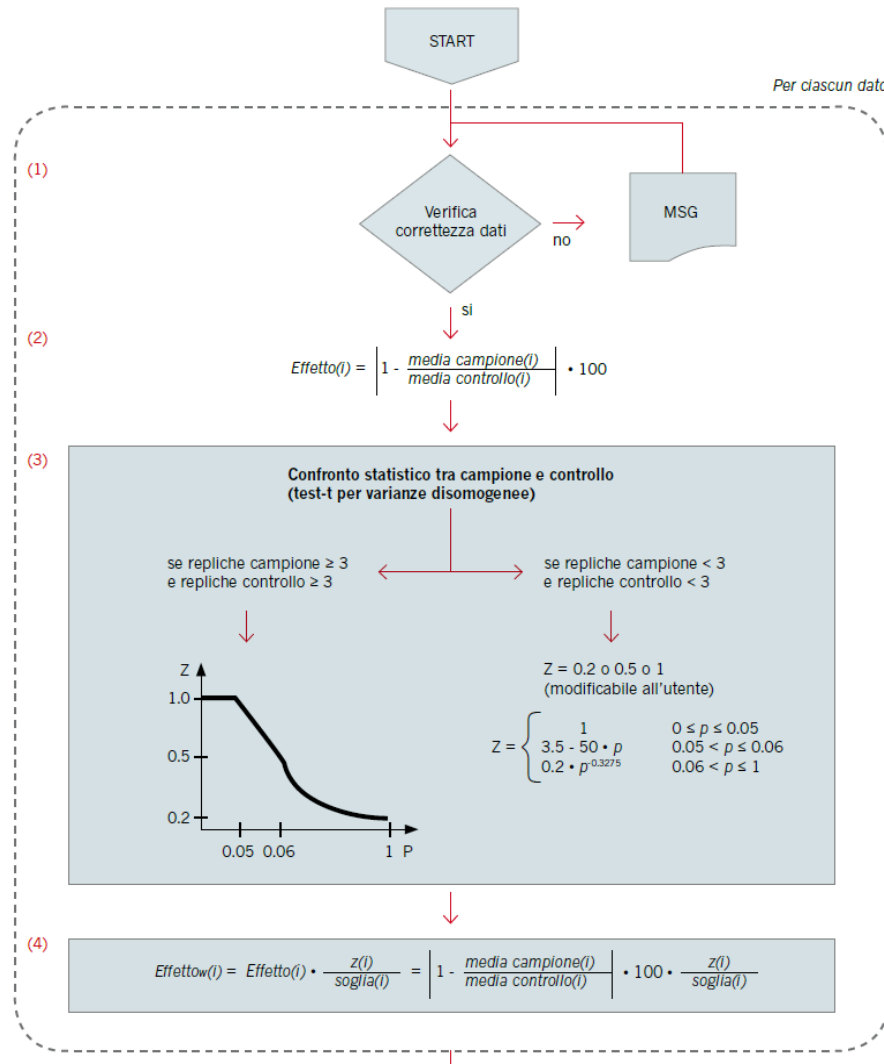


- AAL1loc , L2loc adaptation
- 234 sediment samples
  - 7124 chemical data (not omogeneously distributed among the whole group of the pollutants)
  - 892 biological text

HQc	Hazard class
0 - < 0,7	No hazard
0,7 – 1,3	Negligible
1,3 – 2,6	Low
2,6 – 6,5	Medium
6,5 – 13,0	High
>= 13,0	Very high

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	µg/kg	24	79
Benzo_a_antracene	µg/kg	75	329
Benzo_a_pirene	µg/kg	30	199
Benzo_b_fluorantene	µg/kg	40	192
Benzo_k_fluorantene	µg/kg	20	133
Crisene	µg/kg	108	328
Benzo_g,h,i_perilene	µg/kg	55	180
Fluorantene	µg/kg	110	366
Fenantrene	µg/kg	87	245
Fluorene	µg/kg	21	66
Indeno_1,2,3_pirene	µg/kg	70	138
Pirene	µg/kg	153	836
IPAtot	µg/kg	900	1887
HCB	µg/kg	0,4	4,8
TBT	µg/kg	5	16
PCBtot	µg/kg	8	15
Diossine, furani e PCB Dioxin Like	µg/kg (T.E.)	0,002	0,02
GRUPPO B	U.M.	L1 (SOA)	L2 (PEL sito specific)
Cr	mg/kg	50	-
Ni	mg/kg	30	-
Naftalene	µg/kg	35	-
Cr VI	mg/kg	2,0	-
DDD	µg/kg	0,8	-
DDE	µg/kg	1,8	-
DDT	µg/kg	1,0	-
Clordano	µg/kg	2,3	-
Aldrin	µg/kg	0,2	-
Dieldrin	µg/kg	0,7	-
Endrin	µg/kg	2,7	-
α-HCH	µg/kg	0,2	-
β-HCH	µg/kg	0,2	-
γ-HCH	µg/kg	0,2	-
Eptacloro epossido	µg/kg	0,6	-
Idrocarburi C>12	µg/kg	-	-

# Ecotoxicological Hazard Quotient (Hqecotox)



# Nuove linee guida per la gestione dei sedimenti nella laguna di Venezia e (DM 22 maggio 2023 n° 86)

- Indicazione tecnico-operative da adottare nelle indagini sui siti di dragaggio e deposito (barene, velme)
- Indicazioni sul piano di monitoraggio ambientale (idrodinamica, colonna d'acqua, torbidità, etc)
- Valutazione della qualità dei sedimenti secondo le nuove classi di rischio definite secondo l'approccio EoW integrando più linee di evidenza (chimica ed ecotossicologica, integrata con il bioaccumulo per la classe alfa)
- Coerenza con le Direttive EU (WFD, Waste Directive, Habitat & Birds Directives)
- Criterio del non peggioramento per i corpi idrici ove ricadono le aree di deposito

# Quality risk classes and option for the management of sediments inside the lagoon of Venice

Risk class	Bioacc.	Ecotox	Chemical	Option of management
Alpha (surface layer < 0.5 mt)	[X] "average" ≤ D.Lgs. 172/15	= —	[X] "media" ≤ SQA	No restrictions in the reuse for morphological restoration Monitoring planning according to new guidelines
Alpha (deep layers > 0,50 mt)		No hazard (HQ < 1)	[X] ≤ SQA + 20%	Reuse for morphological restoration Not worsening the class risk of sediments in the deposit site and monitoring planning
Beta		No hazard/Low (HQ < 1,5)	HQ (L2 <sub>Loc</sub> ) < 1 No hazard	Reuse for morphological restoration with an overlay of better quality sediments (no direct connection to the nearby water bodies)
Gamma		Medium (-1,5 ≤ HQ < 3)	HQ (L2 <sub>Loc</sub> ) ≤ Low	Permanent displacement in waterproof landfill area
Delta		High 3 ≤ HQ < 6	Low < HQ (L2 <sub>Loc</sub> ) ≤ High	
Epsilon		Very High HQ ≥ 6	HQ(L2 <sub>Loc</sub> ) > High	

# Conclusioni

- Le nuove linee guida hanno suscitato importanti aspettative tra gli stakeholders
- Sviluppo di infrastrutture portuali
- Questioni ambientali riguardanti la salvaguardia della laguna
- E' stato individuato un periodo di prima implementazione di 2 anni nella prospettiva di acquisire nuovi dati e migliorare le conoscenze per meglio indirizzare la metodologia anche in vista di un aggiornamento dei L1 L2
- Un piano generale di recupero morfologico (PMLV) è già disponibile ed un suo aggiornamento è allo studio dopo le indicazioni emerse in sede di esame della Commissione VAS
- La questione cruciale del PMLV è l'identificazione di quegli interventi strategici (ricostruzione di barene/velme) che richiedono l'impiego di sedimenti nel rispetto delle nuove linee guida

**Grazie**

[www.isprambiente.gov.it/it](http://www.isprambiente.gov.it/it)