## Sediment quality classification based on Weight of Evidence approach in the recent Italian regulation



#### Fulvio Onorati, David Pellegrini, Cristian Mugnai

ISPRA, Via V. Brancati 48, 00144 Roma, Italy

Marco Faimali



CNR, ISMAR, Via de Marini 16, 16149, Genova, Italy

Giuseppe d'Errico, Francesco Regoli



UNIVPM, DISVA, Via Brecce Bianche, 60131, Ancona, Italy

10th International SedNet Conference Genova 14-17 June 2017

#### **Environment Ministry Decree n. 173/2016**

The Decree of Italian Ministry of Environment n. 173/2016 entered into force on 21 September 2016:

- updates technical procedures on how to apply for a dumping permit for dredging sediments originating from marine and brackish waters or from reclaimed coastal lands;
- the technical Annex establishes criteria and methodological procedures for dredging sediment characterization, their classification and identification of appropriate management options and monitoring.





## **Main novelties**

- Detailed description (present and previous information) of the characteristic of the dredging area;
- Sampling strategy according to different areas: more detailed where the risk of contamination is higher (the docks of a great industrial port) and way simpler where contamination is presumably lower (i.e. recreational beach);
- Weight of Evidence (WOE) approach for hazard assessment;
- **Priority role of ecotoxicology** (characterization and monitoring)
- 5 sediment quality classes and corresponding environmental management options.



#### **Technical annex**



#### **Sampling Strategy**



# From pass-fail/worst result approach to integrated weight of evidence (WOE) criteria



Chemical classification was determined by <u>at least one</u> parameter exceeding the threshold level

Ecotoxicological classification was determined by the <u>worst</u> <u>bioassay result</u> of the whole battery.

aratterizzazione

3		
_		X.#L MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE
tion rst		DECRETO 15 hujio 2016, n. 173. Regolamento recante modalità e criteri tecnici per
le		
Val della tasse di pericole cotossinatopico ataborato per (HG <sub>man</sub> )	lutazione integra classe di qualita sedimenti Camificatura clinica	CAAM IN GAAAM IN WATSHALE
	HQ <sub>c</sub> (L2) 5 Transurable	
Asserts/	Beeso S HQ; (L2) S Media	(B) ATR() = solare recorde()) solare r(/missolat())
	HQ; (1.2) = Alto	
	HQ <sub>c</sub> (L2) > Atto	0 (H) RTR_01 = RTR(0) perce(0)
	HQ <sub>2</sub> (L1) ≤ Barroo	
-	HQ; (L1) ≥ Medio a HQ; (L2) ≤ Baseo	5 XXX4000

S AT Bellin

	Ecoto	Quality class	
Chemistry	Column	Tox elutriate	Quality class
	Α	n.c.	A1
	Α	n.c.	٨٥
	В	n.c.	A2
≤ LCB	С	absent	B1
	С	≥ Column C	P2
	D	absent	D2
	D	C1	
	Α	n.c.	A2
	В	absent	B1
	В	= Column B	
	С	n.c.	B2
	D	absent	
	D = Column D		C1
	AoB	n.c.	B2
	С	absent	C1
2 LOL	С	= Column C	C2
	D	n.c.	02





2 10

Hedio 1 HQ- (L2) 1 Alto

HQ<sub>2</sub> (L2) > Alto HQ<sub>2</sub> (L2) 5 Base HQ<sub>2</sub> (L2) 2 Medic HQ<sub>2</sub> (L2) 2 Medic

HQ: (L2) ≥ Medi

#### Manual ICRAM-APAT 2007

## Integrated Characterization and weighted approach for sediment quality assessment





Ecotoxicological hazard	Chemical hazard	Quality classes
	$HQ_{C}$ (L2) $\leq$ Negligible	А
Absent	Slight $\leq$ HQ <sub>C</sub> (L2) $\leq$ Moderate	В
	$HQ_{C}(L2) = High$	С
	HQ <sub>C</sub> (L2) > High	D
	HQ <sub>C</sub> (L1) ≤ Slight	А
Slight	HQ <sub>C</sub> (L1) ≥ Moderate and HQ <sub>C</sub> (L2) ≤ Slight	В
	Moderate ≤ HQ <sub>C</sub> (L2) ≤ High	с
	HQ <sub>C</sub> (L2) > High	D
Madazata	HQ <sub>C</sub> (L2) ≤ Slight	С
Moderate	HQ <sub>C</sub> (L2) ≥ Moderate	D
NHish	$HQ_{C}$ (L2) $\leq$ Slight	D
	$HQ_{C}$ (L2) $\geq$ Moderate	E

## Criteria for choosing the bioassay battery

The bioassay battery should include at least three bioassays with three different species, as follows: 1<sup>st</sup> type: a bioassay on the solid phase;

2<sup>nd</sup> type: a bioassay on the liquid phase (pore water or elutriate);

3<sup>rd</sup> type: <u>a bioassay with chronic/sub lethal/long term effects</u>, with proved high sensitivity

	Bacteria		Algae		Crustaceans					Mo	llusks	Echinoderms	
Specie	Vibrio fischeri		Dunaliella tertiolecta Pheodactylum tricornutum Skeletonema costatum	Amphibalanus amphitrite	<i>Corophium</i> spp	Acartia tonsa		Tigriopus fulvus	Crassostrea gigas	Mytilus glloprovincialis	Paracentrotus lividus		
Matrix	Liquid phase	Solid phase	Liquid phase	Liquid phase	Whole sediment	Liq pha	uid ase	Whole sediment	Liquid phase	Liquid phase	Liquid phase	Liquid	phase
Endpoint	Biolumine	escence	Algal growth	Mortality	Mortality	Mort (48 h)	Mor (7 gg)	Larval develope ment	Mortality	Larval developement	Larval developement	Fertiliza tion	Larval develop ement
1 <sup>st</sup> type		XA			XA			XC					
2 <sup>nd</sup> type	XA		XC	XA		XA			XA			XA	
3 <sup>rd</sup> type							XC			XC	XC		XC











#### **Chemical threshold levels**

	L1	L2				
Trace elements	[mg kg <sup>-1</sup> ] dry weight					
Arsenic	12	20				
Cadmium	0.3	0.8				
Chromium	50	150				
Chromium VI	2	2				
Copper	40	52				
Mercury	0.3	0.8				
Nickel	30	75				
Lead	30	70				
Zinc	100	150				
Organic contaminants	[µg kg⁻¹] dry weig	ght				
Organotin compounds	5 (TBT)	$72(\Sigma MBT, DBT, TBT)$				
Σ PCB*	8	60				
Σ 2,4'- 4,4' DDD	0.8	7.8				
Σ 2,4'- 4,4' DDE	1.8	3.7				
Σ 2,4'- 4,4' DDT	1.0	4.8				
Chlordane	2.3	4.8				
Aldrin	0.2	10				
Dieldrin	0.7	4.3				
Endrin	2.7	10				
а-НСН	0.2	10				
ь-нсн	0.2	10				
γ-HCH (Lindane)	0.2	1.0				
Heptachlor epoxide	0.6	2.7				
НСВ	0.4	50				
Petroleum Hydrocarbon C>12	Not available	50000				
ΣPAHs16	900	4000				
Anthracene	24	245				
Benzo[a]anthracene	75	500				
Benzo[a]pyrene	30	100				
Benzo[b]fluoranthene	40	500				
Benzo[k]fluoranthene	20	500				
Benzo[g,h,i]perylene	55	100				
Crysene	108	846				
Indenopyrene	70	100				
Phenantrene	87	544				
Fluorene	21	144				
Fluoranthene	110	1494				
Naphtalene	35	391				
Pyrene	153	1398				
Σ T.E. PCDD,PCDF and Dioxin Like PCBs	2 x 10 <sup>-3</sup>	1 x 10 <sup>-2</sup>				

\* sum of CB: 28, 52, 77, 81, 101, 118, 126, 128, 138, 153, 156, 169, 180.

#### Integrated weighted criteria: Chemistry LOE

Evaluation of chemical hazard ( $HQ_c$ ) based on the number of parameters exceeding thresholds L1 and L2, the magnitude of such exceedances and type of contaminant (Priority or Priority Hazardous substances, according to Annex II of Directive 2008/105/EC).

- Ratio to (L1 and L2) reference (RTR);
- Adjustment according with contaminant type;
- Calculation of mean of RTRs < 1;
- Calculation of sum of RTRs > 1;
- Calculation of Hazard Quotient (HQ);
- Determination of corresponding class of hazard.

 $HQ_{C} = \frac{\sum_{j=1}^{N} RTR_{W}(j)_{RTR(j) \le 1}}{N} + \sum_{k=1}^{M} RTR_{W}(k)_{RTR(k) > 1}$ 





#### Integrated weighted criteria: Bioassay LOE

The results of ecotoxicological analyses are assessed as a whole at the level of "battery" (not of single bioassay), weighting the biological relevance of the measured effects (end-point), the statistical significance of measured results, the assay conditions in terms of tested matrix and duration of exposure.

ENDPOINT	(E)	MATRIX	(M)
Fertilization	1.5	Whole sediment	1
Development	1.9	Interstitial water	0.8
Algal growth	2.1	Elutriate	0.7
Bioluminescence	2.4	Wet sediment	0.6
Mortality	3		
EXPOSURE TIME	(T)	HORMESIS	(E <sub>w</sub> )
acute	1	E <u>&lt;</u> 40%	0
		40 < E <u>&lt;</u> 100%	1.25
chronic	0.7	E > 100%	1.5

#### Integrated weighted criteria: Bioassay LOE





## Software-assisted tool

### **WOE integration**



#### Ideato e realizzato da:



Università Politecnica delle Marche Dipartimento di Scienze della Vita e dell'Ambiente - Ancona Prof. Francesco Regoli Dott. Giuseppe d'Errico



Intitute Superiore par la Protozione a la Diagrae Ambientale

ISPKA Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale Dott. Fulvio Onorati Dott. David Pellegrini

#### More than 60 copies distributed



- Environmental agencies
- Governing bodies

University and Research Institutions

Private labs & companies

#### **Integration of chemical – ecotoxicological data**

Caratte	rizzazione ecotossi	cologica dei sedime	nti	Matrixe Yestporte Yestp	Dutrusta Dutrusta Doutti	No registre controllo No registre controllo Anadas congresse Devid congresse No registre congress	2000,00 10000,0 30029,00 1							
10-	1	Steps: Parace	trotus livistas 🕞	Alfertio	1 *		Caratter	izzazione ed	otossicolo	gica dei s	edimenti			
Saturative:	Trapara	Durate especiatione: Cremes		Effetto # Z	0	r sagere	****	910	Cod Germone	Cargo-menterin	Netze	903 (mer) P = (d	HEE BARRAN	in Cleans Algenville det
LongHatline		Mamon Evenet	•	HE (specifics)	-	6,71 . 1	0.000		100 A	2			-	because and an and
Arts.		Trupperm Svilupp	e .	Soglia HQ (spec	syve) d'aa (rruer)	10.3	trapary	Porta la Trapani	TPIA	Trapani, 2014			0.04	ALIENTE
Data carreton amariti	Porto di Trapani	Aveda reporter 77,66	090.	Max HQ (spect	fuul 6,31 (100%)						Faracentrolus_Inidut	0		
Cod. samplenaments	Trapani, 2014	N. repliche sortholini 8		RIGULTAT	LI BATTERIA DEI SAGGI	6.39 275					Visite Sector	0		
tint caretar		Media comprohe: 80,33	134	N-SAG2 HC batteria	1 5688 110	5,85 300%	trasarii.	Parts II Treasury	19181	1100001_2014			4,84	ANIENTE
Cod. Reeffor		Gev St campioner 1.527	525	Soglia HE Batta	rw 2,72 1						Paracetrosal_Valdas	226		
Cod. sampioner	1714	N. repliche Languanet 3		Max H) Batter	10,07 10	_					Pheesdisch/sen_troomstaten	0		
Contraction (		2 🛋 🔝 mpo	rta de Excel (deti	% Tossiettä elvit	Nato 100	- 1	Treserv	Ports & Tisseen	TELL	Travented Dotting	Waria_fischeri	.0		41-124/16
Defogi régati	Lista lectet		RECORDS	Clause di graves pericolo enotos	ASSENTE Strokigson					111	Residention Inconstant			ALIGN T
1000	3 4	HIAIAIH			and participants						Witning Starbert	0		
		×									Paratentrotal_Teldat	a		
					44		Tresord	Parts of Treasure	1918	19404H_2004			0.05	ASMENTE
											Phoendischylum, tricornadam	0,04		
						_						10 Car		
						_					Paracentronue_Product	0.05		
							_		(	Caratter	Persontinue_Poidus Victo_Instant Izzazione chim	ica dei se	edimen	ti
Caratteri	zzazione chimi	ca dei sedimen	ti →	a Chi	udi			_	Latitudine	Caratter	Patentina, Withs Wang, Dater IZZAZIONE Chim	ica dei se	edimen	ti
Caratteri cod. campione	zzazione chimi	ca dei sedimen	ti 🔺	e Chi	udi			Church	Latitudine	Caratter	Persontinue_Techno Vidro_Tachen IZZAZIONE Chim L033'N 1.706'E	oos o lica dei se Dettagli re	edimen	ti
Caratteri cod. Campione	zzazione chimi u	ca dei sedimen	ti 🔺	atterizzazi	<sup>udi</sup> one chimica dei s	edimenti		Chiudi	Latitudine Longitudine Area	Caratter	Persentinna, Persen Wara, Backen IZZAZIONE Chim L033'N 1.706'E o di Marina di Carrara	Dettagli re	edimen	u
Caratteri Cod. Campione MC1/0-50	zzazione chimi u MEDKO	ca dei sedimen L2 ASSENTE	ti 🔺	e Chir atterizzazi	udi <b>u</b> di one chimica dei s	edimenti		Chudi 1	Latitudine Longitudine Area Sito	Caratter 44*2 10*2 Porto	Persentinan Jerdes Weber, Rischer IZZAZIONE Chim L033'N L706'E e di Marina di Carrara	Dettagli re		ti
Caratteri cod. Campione MC1/0-50 MC1/100-150	zzazione chimi ц меж меж	ca dei sedimen L2 ASSENTE ASSENTE	ti 4 Cara	a Chi	udi <b>u</b> di one chimica dei s	edimenti		Chudi	Latitudine Longitudine Area Sito Data	Caratter	Persentimus_Technic Water_Technic IZZAZIONE Chim 12.033'N 12.706'E 12.11 Marina di Carrara	Dettagli re	edimen	Chiudi
Caratteri cod. Campione MC1/10-50 MC1/100-150 MC1/100-200	zzazione chimi u MEDIO MEDIO	Ca dei sedimen La ASSENTE ASSENTE ASSENTE	ti <u>A</u> Cara	a Chin	udi one chimica dei s	edimenti 15040857		Chudi	Latitudine Longitudine Area Sito Data Cod. Campional	44*2 10*2 Porto 27/00 MC1	Personitimite_Director Vitring_Tractori IZZAZIONE Chimi LO33'N 1.706'E o di Marina di Carrara 2/2015 A	Dettagli re	edimen	ti Chiudi × Elimina elaborazione
Caratteri cod. Campione MC1/0-50 MC1/100-150 MC1/100-200 MC1/150-200	ZZAZIONE Chimi LL MEDIO MEDIO MEDIO	ca dei sedimen La ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE	ti <u>A</u> Cara Lumates Lengtuda Area	atterizzazi	udi one chimica dei s <sup>Hatte</sup>	edimenti 19.408857		Chudi L	Latitudine Longitudine Area Sito Data Cod. Campional Cod. Carota	Caratter 44*2 10*2 Porto 27/03 MC1- MC1	Personitimite_Divides Water_Techen 12Z2AZIONE Chim 1.706'E of Marina di Carrara 1/2015 A	Dettagli re	edimen	ti © Chiudi × Elimina elaborazione
Caratteri cod. Campione MC1/10-50 MC1/100-150 MC1/100-200 MC1/150-200	ZZAZIONE Chimi LI MEDIO MEDIO MEDIO	ca dei sedimen La ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE	ti <u>A</u> Cara Lumatea Legitati Ana Tar	atterizzazi	udi one chimica dei s <sup>Hatte</sup> Perte di Matsua di L	edimenti 194408857		Chudi L	Latitudine Longitudine Area Sito Data Cod. Campional Cod. Carota Livello	Caratteri 44* 2 10* 2 Porto 27/00 MC1 MC1 A (0-5)	Personitimite_Device Withou_Techen 1222221000 Chilm 1.706/E of Marina di Carrara 2/2015 A	Dettagli rep	edimen	ti © Chiudi × Elimina elaborazione
Caratteri cod. Campione MC1/10-50 MC1/100-150 MC1/100-200 MC1/150-200 MC10/150	ZZAZÍONE Chimi LI MEDIO MEDIO MEDIO MEDIO	Ca dei sedimen La ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE	ti A Cara Luttudeo Langitude Aena There Denic	atterizzazi	udi one chimica dei s <sup>Hene</sup> Porte di Marta di 1 27/00/2015	edimenti 15.008857		Chudi L	Latitudine Longitudine Area Sito Data Cod. Campional Cod. Carota Livello Cod. Campione Note	Caratteri 44° 2 10° 2 Porto 27/00 MC1 A (0-5 MC1) 1514	Persentimus_lividas Vidra_Tackeri IZZAZIONE Chim LO33N .706/E of Marina di Carrara 2/2015 A 60) (0-50 09843	Dettagl re	aport	ti 9 Chiudi * Elimina elaborazione
Caratteri cod. Campione MC1/0-50 MC1/100-150 MC1/100-200 MC1/150-200 MC10/0-50 MC10/100-150	ZZAZIONE Chimi LI MEDIO MEDIO MEDIO MEDIO	Ca dei sedimen La ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE	ti A Cara Lattailee Lattailee Lattailee Lattailee Lattailee Lattailee Lattailee Lattailee Lattailee Lattailee	atterizzazi	udi one chimica dei s <sup>Hene</sup> Porto di Menua di 1 37/00/2013 MC3-0	edimenti 150.408857		Chudi L	Latitudine Longitudine Area Sito Data Cod. Campiona Cod. Campiona Livello Cod. Campione Note	Caratteri 44° 2 10° 2 Porto 27/00 MC1- MC1 15LA	Persentimus_lividas Vidra_Tackeri IZZAZIONE Chim IZZAZIONE Chim 0.033N .706'E di Marina di Carrara 2/2015 A 50) 70-50 008843	Dettagl rep	adimen	ti G Chiudi X Elimina elaborazione
Caratteri cod. Campione MC1/10-50 MC1/100-200 MC1/100-200 MC10/100-150 MC10/100-150 MC10/100-200	ZZAZIONE Chimi LI MEDIO MEDIO MEDIO MEDIO MEDIO MEDIO MEDIO	L2 ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE	ti A Cara Lattailee Lattailee Lattailee Lattailee Cort and Lattailee	atterizzazi	udi one chimica dei s <sup>htmp</sup> Porto di Menua di 1 37/00/2013 MC2-0 P.030-2000	edimenti 150.008857		Chudi L	Latitudine Longitudine Area Sito Data Cod. Campiona Cod. Campiona Livello Cod. Campione Note	Caratter 44° 2 10° 2 Porto 27/00 MC1 A (0 - 2 MC1 A (0 - 2 MC1 ISLA	Persentimus_lividas Vidra_Tackeri IZZAZIONE Chim IZZAZIONE Chim IZZAZIONE 033N 2706'E 2/2015 A 2/2015 A 50) 70-50 008843	Dettagl re Lista rep	edimen	ti G Chiudi X Elimina elaborazione
Caratteri cod. Campione MC1/0-50 MC1/100-200 MC1/100-200 MC10/100-150 MC10/100-150 MC10/100-200 MC10/100-200	ZZAZIONE Chimi LI MEDIO MEDIO MEDIO MEDIO MEDIO MEDIO	L2 ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE	ti A Cara Lamalter Langitati Area Site Intie Col colt Loster Loster Col. cort	d Chin atterizzazi	udi one chimica dei s <sup>1</sup> terre Porte di Menue di 1 27/00/3013 MC3-0 0 (030-200) MC2/55-200	edimenti 150.408857		Chudi L	Latitudine Area Sto Data Cod. Campionar Cod. Carota Livello Cod. Campione Note	Caratter 44° 2 10° 2 Porto 27/00 MCL MCL MCL 15LA	Persentimus_lividae Vitra_Tacket Vitra_Tacke	Dettagl re Lista rep	edimen	ti 2 Chiudi * Elimina elaborazione
Caratteri Cod. Campione MC1/0-50 MC1/100-150 MC1/100-200 MC10/100-150 MC10/100-150 MC10/100-200 MC10/150-200 MC11/0-50	ZZAZIONE Chimi LI MEDIO MEDIO MEDIO MEDIO MEDIO	Ca dei sedimen L2 ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE	ti A Cara Lamalter Lamalter Lamalter Dete Col colo Loolter Loolter Col colo	atterizzazi	udi one chimica dei s <sup>Name</sup> Porto di Menue di 1 27/00/3015 MC3-0 0 (030-200) MC12(58-200)	edimenti 19.008857		Chudi L	Latitudine Area Sito Data Cod. Campionar Cod. Campione Livello Cod. Campione Note	Caratteri 44° 2 10° 2 Porto 27/03 MC1- MC1- MC1 MC1- MC1 15LA	Persentimus_lividae Vitra_Tacket Vitra_Tacke	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	edimen	ti Chiudi × Elimina elaborazione
Caratteri Cod. Campione MC1/0-50 MC1/100-150 MC1/100-200 MC10/150-200 MC10/100-150 MC10/100-200 MC10/150-200 MC10/150-200 MC11/0-50	ZZAZIONE Chimi LI MEDIO MEDIO MEDIO MEDIO MEDIO MEDIO MEDIO MEDIO	Ca dei sedimen L2 ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE	ti 4 Cara Lamates Lamates Lamates Lamates Dete Col cett Letter Lation Deter Col cett Letter Letter Letter	atterizzazi	udi one chimica dei s <sup>Neme</sup> Perte di Menee di 1 27/60/2013 MC2/050-2000 MC2/250-2000	edimenti 19.008857		Chudi 1	Latitudine Area Site Data Cod. Campional Cod. Campiona Livello Cod. Campione Note	Caratteri 44° 2 10° 2 Porto 27/03 MC1- MC1- MC1- MC1- MC1- 15LA 4Qc conformi	Persentimes_livides Vitra_Tacket Vitra_Tacke	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	adimen	ti Chiudi Elimina elaborazione
Caratteri cod. Campione MC1/100-150 MC1/100-150 MC1/100-200 MC10/100-150 MC10/100-150 MC10/100-200 MC10/150-200 MC11/0-50 MC11/100-150	ZZAZIONE Chimi LI MEDIO MEDIO MEDIO MEDIO MEDIO MEDIO MEDIO MEDIO	Ca dei sedimen L2 ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE	ti A Cara Lamater Langtada Area Ben finta Coli cole Loetim Coli cole Loetim Coli cole	atterizzazi	udi one chimica dei s Itare Perte di Merece di 1 27/60/2013 MC3-0 0 (136-300) MC3/250-200 LL L	redimenti 19.00867		Chudi 1	Latitudine Area Sito Data Cod. Campional Cod. Campiona Livello Cod. Campione Note Indice HQc Max % contr a H N° param, non N° param, con	Caratteri 44° 2 10° 2 Porto 27/02 MC1 A(0° 27/02 MC1 A(0° 15LA MC1 15LA	Persentimet, Britdet Vitra, Tacket 2033N 2.706'E 2/2015 A 2/2015 A 50) 6-50 08843	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	adimen	ti Chiudi Elimina elaborazione
Caratteri cod. Campione MC1/100-150 MC1/100-150 MC1/100-200 MC10/100-150 MC10/100-150 MC10/100-200 MC10/150-200 MC11/100-150 MC11/100-150 MC11/100-200	ZZAZÍONE Chimi LL MEDIO MEDIO MEDIO MEDIO MEDIO MEDIO MEDIO MEDIO MEDIO	Ca dei sedimen L2 ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE	ti A Cara Lamater Langtuda Area Terr Area Terr Col core Lordine Col core Lordine Col core Lordine Col core Lordine	Chin atterizzazi	udi one chimica dei s Itare Porto di Marina di 1 27/00/2015 MC3-0 0 (150-200) MC3/250-200 LL LL MC3/250-200	edimenti 19.00867		Chudi L	Latitudine Area Sito Data Cod. Campional Cod. Campiona Livello Cod. Campione Note Indice HQc Max % contr a H N° param, non N° param, con	Alec conformi inferimento izzati	Persentimet, Britder Vitra, Techen 2033'N 2.706'E 2di Marina di Carrara 2/2015 A 50) 6-50 08843	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 12 0 0 0 12 0 0 12 12 12 12 12 12 12 12 12 12	edimen	ti Chiudi × Elimina elaborazione
Caratteri Cod. Campione MC1/100-150 MC1/100-150 MC1/100-200 MC10/100-150 MC10/100-150 MC10/100-150 MC10/100-150 MC11/100-150 MC11/100-150 MC11/100-200 MC11/100-200	ZZAZIONE Chimi LL MEDIO MEDIO MEDIO MEDIO MEDIO MEDIO MEDIO MEDIO MEDIO	Ca dei sedimen L2 ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE	ti Δ Cara Lamalar Langhada Area Bara Bara Cord core Lostin: Cord core Cord cord Cord Cord Cord Cord Cord Cord Cord Cord Cord Cord Cord Cord Cord Cord Cord Cord Cord Cord Cord	Chin atterizzazi m m m m m m m m m m m m m m m m m m m	udi one chimica dei s Itare Porto di Merica di I 27/02/2013 MC3-0 0 0 (056-300) MC3/250-200 LL L 2518 MC3 (0) MC3/250-200	u 19. 408857		Chudi L	Latitudine Area Sito Data Cod. Campionai Cod. Campiona Cod. Campione Note Cod. Campione Note Indice HQc Max % contr a H N° param, non N° param, con N° param, anai Casse di gravita	44° 2           10° 2           10° 2           Porto           27/03           MC1           A(0-5)           A(0-5)           ISLA           4Qc           conformi           inferimento           izzati           i del pericelo	Persentime, Under Varia, Tacket 12Z2AZIONE Chim 12.033N 1.706'E 2/2015 A 2/2015 A 500 0-50 08843 1 1 6,226 34,6% (Somma PCB) 4 26 42 126 42 126 142 126 126 127 128 128 128 128 128 128 128 128	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 12 0 0 12 12 12 12 12 12 12 12 12 12	edimen	ti Chiudi × Elimina elaborazione
Caratteri Cod. Campione MC1/100-150 MC1/100-150 MC1/100-200 MC10/100-150 MC10/100-150 MC10/100-150 MC10/100-150 MC11/100-150 MC11/100-150 MC11/100-200 MC11/100-200 MC11/150-200 MC12/0-50	ZZAZIONE Chimi LI MEDIO MEDIO MEDIO MEDIO MEDIO MEDIO MEDIO MEDIO MEDIO MEDIO	Ca dei sedimen L2 ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE	Li Δ Cara Lamabas Lambas Area Bars Data Bars Cod con Lostin Cod con Lostin Cod con Horizan Cod con Lostin Cod con Horizan Cod con Lostin Cod con Horizan Cod con Horizan Horizan Cod con Horizan	Chin atterizzazi m m m m m m m m m m m m m m m m m m m	udi one chimica dei s Itare Porto di Merica di I 27/02/2013 MC3-0 0 0 (056-300) MC2/250-200 LL LL 2558 MC3-2 2518 NC (M) 22 2518 NC (M) 22 NC (M) 22 NC NC (M) 22 NC (	u 151.408857		Chudi L	Latitudine Area Sito Data Cod. Campional Cod. Campional Cod. Campione Note Indice HQc Max % contr a H N° param. non N° param. non N° param. anal Classe di gravita	Acc conformi inferimento izzati i del portcolo	Persentime, Under Value, Techen IZZAZIONE Chim IZZAZIONE Chim IZZAIONE CHIM	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	edimen	ti Chiudi × Elimina elaborazione
Caratteri Cod. Campione MC1/100-150 MC1/100-150 MC1/100-200 MC10/100-150 MC10/100-150 MC10/100-150 MC10/100-200 MC11/100-200 MC11/100-150 MC11/100-200 MC11/100-200 MC11/100-200 MC11/100-200 MC11/100-30	ZZaZIONE Chimi LI MEDIO MEDIO MEDIO MEDIO MEDIO MEDIO MEDIO MEDIO MEDIO MEDIO MEDIO	Ca dei sedimen L2 ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE ASSENTE	Li Δ Cara Lamabas Lamabas Lamabas Lamabas Cost costs Cost costs Costs Cost costs Cost costs Cost costs Cost costs Cost costs Cost costs Cost costs Cost costs Cost costs Costs Cost costs Costs Costs Cost costs Cost costs Cost costs Cost costs Cost costs Cost costs Cost costs Cost costs Cost costs Cost costs Cost Cost costs Cost costs Cost Cost costs Cost Cost Cost Cost C	Chin atterizzazi a	udi one chimica dei s Iterre Forto di Marton di I 27/60/2013 MC3-0 II (136-200) MC1/250-200 II St. 2518 St. 2518 St. 26 St. 26 St. 28 St. 29 S	edimenti 15LA08857		_ Chudi	Latitudine Area Sito Data Cod. Campionai Cod. Carota Livello Cod. Carota Livello Cod. Carota Livello Cod. Carota Mate Sito Note Indice HQc Mate Si contr a H N° param. non N° param. anal Classe di gravita	All control co	Persentinning, Unided Value, Tacker 12Z2AZIONE ChIIM 2033'N 2.706'E 2.033'N 2.700'E 2.031'N 2.7015 A 2.72015 A 500 500 500 500 500 500 500 500 500	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	edimen	ti Chiudi × Elimina elaborazione

#### **WOE integration: sediment quality assessment**



Class	Management Options
	Sands (fines < 10%) to be used or re-located in the following hierarchy:
Α	<ul> <li>Beach nourishment;</li> <li>Reconstruction of natural structures in marine coastal environments including disposal for the restoration of shorelines;</li> <li>Filling of wharfs and embankments in port areas;</li> <li>Dumping at sea (more than 3 Nautical Miles);</li> <li>Disposal in confined facilities.</li> </ul>
	Material to be used or re-located in the following hierarchy:
В	<ul> <li>Dumping at sea (more than 3 Nautical Miles) with environmental monitoring;</li> <li>Disposal in confined facilities, or capping, with environmental monitoring.</li> </ul>
с	<ul> <li>Disposal in confines facilities able to retain all the grain size fraction of sediment;</li> <li>Capping, with environmental monitoring.</li> </ul>
D	<ul> <li>Disposal in completely sealed confines facilities, with environmental monitoring.</li> </ul>
Е	<ul> <li>Material subject to special environmental safety procedures, whose removal and handling must be assessed with ERA procedure.</li> </ul>

## Comparison of the two classification approaches: 549 samples coming from Italian harbour and coastal areas





#### For further details contact:

david.pellegrini@isprambiente.it fulvio.onorati@isprambiente.it cristian.mugnai@isprambiente.it









f.regoli@univpm.it g.derrico@univpm.it



#### marco.faimali@ismar.cnr.it



**Thanks for your attention!**