

Comune di Alghero

(Provincia di Sassari)

Lavori di " *Ripristino funzionale dei fondali del porto canale di Fertilia*"
Aggiornamento campagna di indagini per la caratterizzazione dei sedimenti marini delle aree interessate dalle previste escavazioni

Lithos S.r.l. - Via Municipale, 92 - Tissi (SS) - tel./fax 0792678014 - cell. 3463514050 - e-mail: geo.lithos@gmail.com

Tavola:

A_01

Elaborato:

Esiti delle indagini

Pratica:

Revisione:

Data:

Set. 2019

Committente:

CITTÀ DI ALGHERO
Settore II - Sviluppo del territorio
Servizio OO.PP.

Consulenza:

Lithos S.r.l.
Dott. geol. Alessandro Muscas

LITHOS s.r.l.
L'AMMINISTRATORE UNICO
Dott. Geol. Alessandro Muscas

 **ORDINE DEI GEOLOGI**
REGIONE SARDEGNA
SEZIONE A
N. 210 Dott. Geol. ALESSANDRO MUSCAS

SOMMARIO

1. PREMESSA.....	2
2. CAMPAGNA DI INDAGINI AMBIENTALI LUGLIO 2019	4
3. ANALISI DI LABORATORIO	6
3.1 PREMESSA.....	6
3.2 ANALISI ECOTOSSICOLOGICHE.....	6
3.3 ANALISI CHIMICHE E IPOTESI DI GESTIONE SEDIMENTI.....	8
4. CONCLUSIONI.....	11

ALLEGATI

- ALLEGATO 01 - UBICAZIONE SONDAGGI E RILIEVO BATIMETRICO SETTEMBRE 2019
- ALLEGATO 02 - AREE DI MOVIMENTAZIONE
- ALLEGATO 03 - SCHEDE DI CAMPO
- ALLEGATO 04 - CERTIFICATI DI LABORATORIO
- ALLEGATO 05 - RELAZIONE DI CARATTERIZZAZIONE ECOTOSSICOLOGICA

1. PREMESSA

Il presente documento illustra gli esiti delle indagini integrative di caratterizzazione dei sedimenti dei fondali marini interessati dal progetto di “Ripristino funzionale dei fondali del porto canale di Fertilia” resi necessarie al fine di aggiornare i dati di caratterizzazione eseguita nel novembre 2017 con l’attualizzazione dei valori batteriologici/chimici e batimetrici indispensabili per la redazione del progetto definitivo ed esecutivo.

Infatti la caratterizzazione del 2017 aveva determinato per un’ampia superficie denominata ACC_03¹, rappresentativo di uno dei domini in cui era stata suddivisa l’area portuale, una “Classe di Qualità del materiale” nel valore “C”, ossia caratterizzato da una Classe di pericolo ecotossicologico “MEDIO” e valori chimici HQc (L2) ≤ Basso. Pertanto, l’unica opzione di gestione prevista in tali condizioni è stata quella di:

- IMMERSIONE IN AMBIENTE CONTERMINATO in ambito portuale in grado di trattenere tutte le frazioni granulometriche del sedimento, incluso capping all’interno di aree portuali, con idonee misure di monitoraggio ambientale.

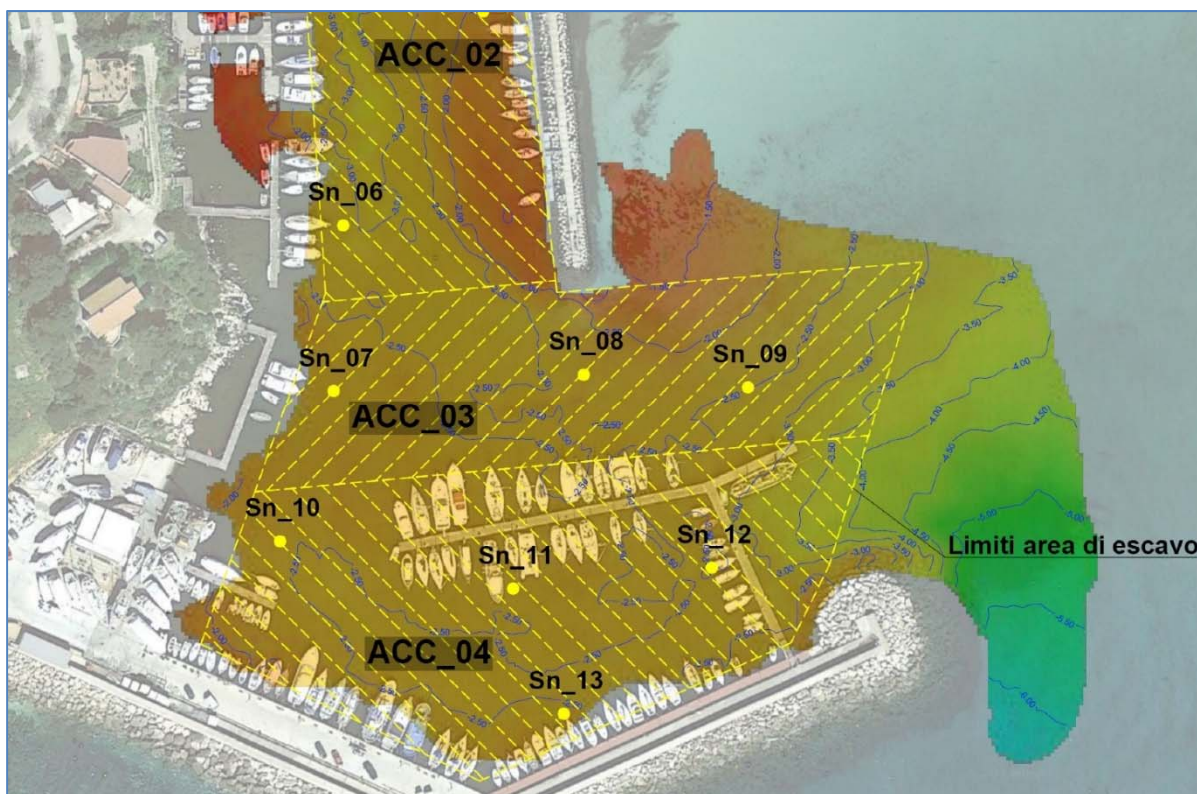


Figura 1 – Stralcio individuazione aree di accorpamento con rilievo batimetrico del 17.11.2016

¹ **Attenzione**, in tale elaborato quando ci si riferirà al campione o all’area **ACC_03**, questo sarà rappresentativo o sarà riferito al dominio relativo alle indagini del 2016 che comprendeva i sondaggi Sn_07, Sn_08 e Sn_09, mentre i campioni definiti **ACC_01** e **ACC_02** sono relativi agli accorpamenti della campagna 2019 e sono rappresentativi dei campioni e dei sondaggi dei domini Sn_08 e Sn_09.

L'esigenza dell'aggiornamento dei dati è stata dovuta anche dalla necessità di valutare le condizioni ecotossicologiche dei sedimenti sabbiosi che dal 2016 ad oggi si sono raccolti all'ingresso dell'area portuale e, principalmente, nei punti di indagine Sn_08 e Sn_09 ove si sono registrati accumuli dello spessore di 0,50 m e più creando seri ostacoli e pericoli alla navigazione in ingresso ed in uscita al porto, soprattutto in condizioni di bassa marea e tempo perturbato.

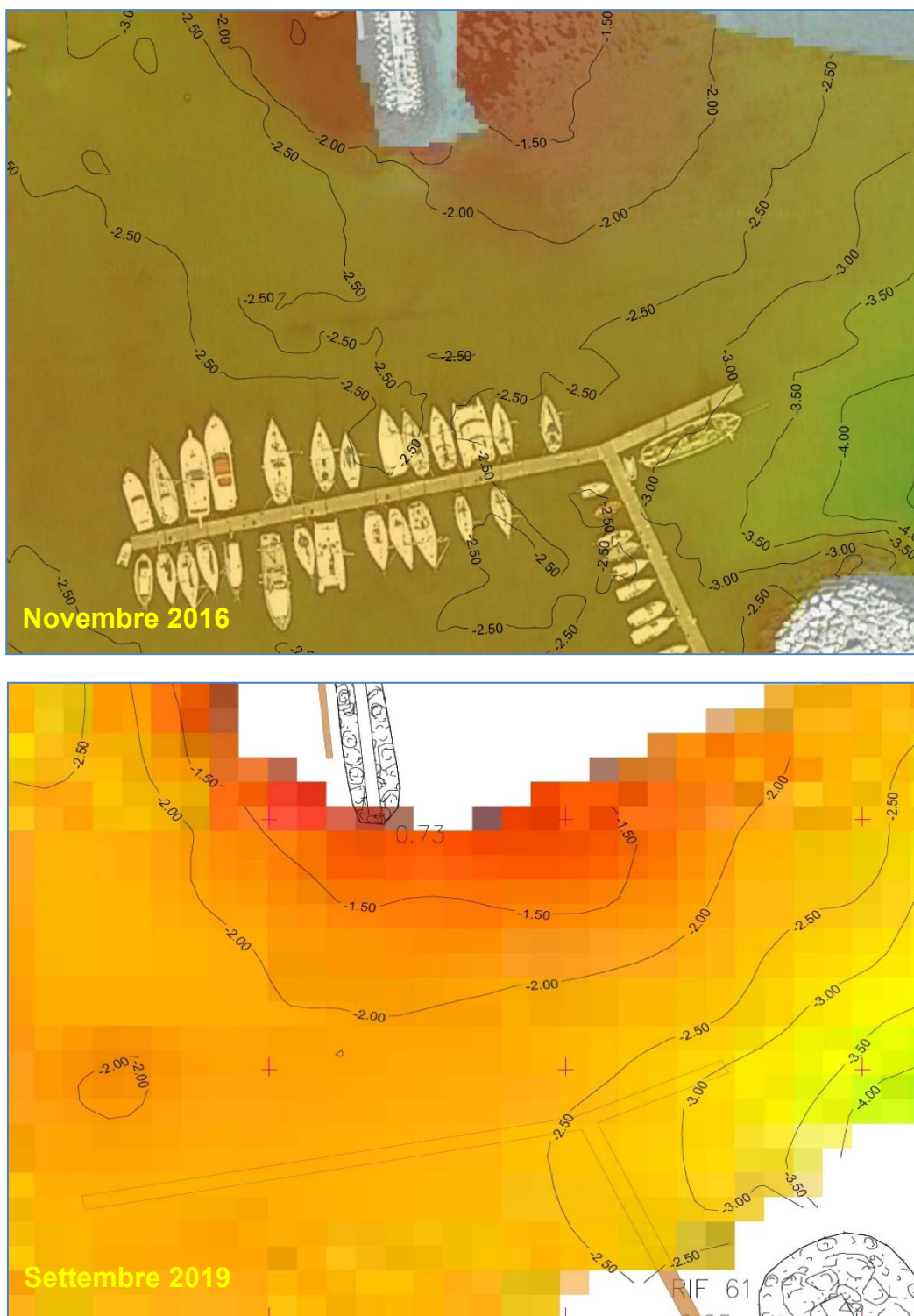


Figura 2 – Raffronto tra rilievo batimetrico del 17.11.2016 e quello eseguito il 05.09.2019

Ipotizzando poi che la Classe di pericolo ecotossicologico "MEDIO" per il campione accorpato ACC_03 (medio composito di sedimenti prelevati nei punti Sn_07, Sn_08 ed Sn_09) fosse stato determinato, principalmente, dalle attività esercitate nelle aree più prossime alla banchina di ormeggio, si è ritenuto opportuno provvedere a campionare nuovamente i sedimenti nei punti Sn_08 ed Sn_09, sottoponendoli ciascuno a separata analisi ecotossicologica tralasciando, cautelativamente, il punto di campionamento Sn_07 più prossimo alla banchina.

Questa attività, oltre che produrre eventuali effetti sulla progettazione definitiva ed esecutiva dell'escavo del porto, è stata realizzata anche in previsione, in caso di peggioramento delle condizioni di criticità dell'ingresso in area portuale, di un intervento d'emergenza per liberare l'imboccatura applicando quanto previsto dall'art. "3.4. Movimentazione di sedimenti portuali in aree contigue" previsto dall'Allegato tecnico del DECRETO 15 luglio 2016, n. 173 "Regolamento recante modalità e criteri tecnici per l'autorizzazione all'immersione in mare dei materiali di escavo di fondali marini" che prevede:

Le movimentazioni di sedimenti portuali, diversi dagli spostamenti in ambito portuale di cui all'art. 2, lettera f) ed effettuate mediante il semplice spostamento di sedimenti in aree immediatamente contigue per il ripristino della navigabilità, nonché per agevolare l'operatività portuale, sono consentite sulla base delle risultanze delle sole analisi ecotossicologiche alle seguenti condizioni:

- *i quantitativi coinvolti siano inferiori a 10.000 m³;*
- *i sedimenti coinvolti presentino tossicità "assente" (Capitolo 2 dell'Allegato tecnico);*
- *siano esclusi impatti su biocenosi sensibili presenti in loco.*

Tale movimentazione, oltre che funzionale alla navigabilità, migliorerebbe nell'immediato anche l'interscambio delle acque tra il mare e la laguna del Calich, elemento di criticità già evidenziato nel documento dell'ARPAS del luglio 2019 in relazione alle "Osservazioni sullo Studio Preliminare Ambientale" del progetto complessivo in oggetto.

2. CAMPAGNA DI INDAGINI AMBIENTALI LUGLIO 2019

Le attività di campionamento dei sedimenti marini si sono svolte nel giorno 16 luglio 2019 mediante prelievo con carotiere infisso manualmente nei punti di sondaggio Sn_08 e Sn_09, mentre nel punto di campionamento Sn_SF, dovendo valutare la qualità chimica dei sedimenti superficiali, è stato effettuato un campionamento superficiale realizzato come medio composito di 5 incrementi.

Come osservabile nell'Allegato 01 - Ubicazione sondaggi e rilievo batimetrico 2019, l'ubicazione esecutiva dei sondaggi ha rispettato la volontà che venissero realizzati all'interno della

cella di campionamento di 50 m di lato e, per quanto possibile, nella posizione centrale risultando così perfettamente rappresentativi delle condizioni dei sedimenti da dragare e/o movimentare.

Il campionamento eseguito all'esterno dell'area portuale (Sn_SF) oltre il molo di sopraflutto è, invece, rappresentativo dell'area ove, nel caso si attivasse la procedura di movimentazione, verrebbero depositati i sedimenti prelevati all'interno dell'area portuale nei domini relativi ai sondaggi Sn_08 e Sn_09.

Le carote estratte ed i campioni raccolti sono stati correttamente descritti nelle schede di campo e suddivisi nella seguente maniera:

- Un campione accorpato (ACC_01) dei primi 50 cm di spessore da ciascuno dei sondaggi Sn_08 e Sn_09 sul quale eseguire analisi ecotossicologica, chimica e granulometrica;
- Un campione accorpato (ACC_02) della porzione residua compresa tra 50 e 100 cm da ciascuno dei sondaggi Sn_08 e Sn_09 sul quale eseguire analisi ecotossicologica, chimica e granulometrica;
- Un campione medio composito di sedimenti superficiali da sottoporre ad analisi chimica e granulometrica.

La scelta di valutare i due domini rappresentati da Sn_08 e Sn_09 con dei campioni accorpato è nata dall'esigenza tecnica di valutare separatamente le caratteristiche ecotossicologiche dei sedimenti che si sono depositi all'ingresso dell'area portuale dal 2016 al 2019 (circa 50 cm di spessore come illustrato in premessa) rispetto a quelli presenti nel fondale nel 2016 e campionati nel 2017.

3. ANALISI DI LABORATORIO

3.1 PREMESSA

I campioni, suddivisi nelle previste aliquote immediatamente dopo l'esecuzione dei sondaggi, sono stati conservati in contenitori refrigerati a 4°- 6°C e consegnati in data 16/07/2019 presso il laboratorio "CPG Lab S.r.l." di Porto Torres per le "analisi chimiche" mentre in data 19/07/2019 i campioni per le ecotossicologiche sono stati consegnati al laboratorio "IAS – Istituto per lo studio degli Impatti Antropici e Sostenibilità in ambiente marino" del CNR di Genova per la "caratterizzazione ecotossicologica", così come previsto dal progetto di caratterizzazione.

3.2 ANALISI ECOTOSSICOLOGICHE

La classificazione ecotossicologica è stata eseguita dalla IAS CNR di Genova secondo le indicazioni dell'Allegato Tecnico del Decreto 173/2016 attuativo dell'art. 109, comma 2 lettera a) del D.lgs. 152/2006 (G.U. del 06/09/2016), che prevede l'esecuzione di una batteria minima di tre saggi su organismi appartenenti a gruppi tassonomici ben distinti, che vanno scelti tra quelli riportati nella tabella 2.3 del sopra citato Allegato Tecnico.

La classificazione è stata eseguita sui 2 campioni di sedimento (accorpati con sigla ACC_01 e ACC_02) prelevati, a cura della Lithos S.r.l. in data 16/07/2019 presso il Porto Turistico di Fertilia. Gli esiti di tale classificazione insieme alle metodologie sono riportati in maniera completa nel documento dello IAS allegato alla presente e consegnato in data 26/08/2019.

Usualmente i campioni, secondo quanto indicato nell'Allegato Tecnico del Decreto attuativo sopra citato (paragrafo 2.3 "Caratterizzazione e classificazione ecotossicologica"), sono sottoposti una batteria di saggi ecotossicologici selezionando 3 organismi appartenenti a gruppi tassonomici distinti, scegliendo tra quelli indicati nella Tabella 2.3 presente nell'Allegato Tecnico. Secondo le indicazioni presenti nell'Allegato Tecnico, i tre biosaggi devono essere applicati uno sulla frazione solida e due sulla frazione liquida (elutriato 1:4) dei campioni di sedimento.

Nel caso specifico, i campioni di sedimento ACC_01 e ACC_02 presentavano percentuali di sabbia/ghiaia maggiori del 90%, ovvero percentuali di pelite (frazione granulometrica < 0.063 mm) inferiori al 10% (vedi dati granulometrici nei certificati laboratorio chimico):

- campione ACC_01 4,90%;
- campione ACC_02 0,28%.

In questo caso, come indicato nell'Allegato Tecnico, in considerazione dei possibili falsi positivi, la prova su fase solida può essere sostituita da un ulteriore saggio sulla fase liquida, scelto tra quelli appartenenti alla 2° tipologia indicati nella tabella 2.3.

La batteria finale applicata per la caratterizzazione ecotossicologica è risultata pertanto essere, per tutti i campioni, composta da tre saggi eseguiti sulla fase liquida (elutriato 1:4), nello specifico è stata composta come segue:

- 1) saggio di inibizione della crescita algale su *Phaeodactylum tricornutum* (protocollo UNI EN ISO 10253:2006). Tale saggio prevede la valutazione della inibizione della crescita algale dopo 72 ore di esposizione statica al campione di sedimento (elutriato 1:4) in esame;
- 2) saggio di mortalità per i nauplii del crostaceo marino *Amphibalanus amphitrite* dopo 48 ore di esposizione al campione di sedimento (elutriato) in esame (Norma UNICHIM 2245/2011). Tale prova ha durata massima di 48 ore e viene condotta in condizioni statiche;
- 3) saggio di embriotossicità sul mollusco bivalve *Crassostrea gigas* (ISO 17244: 2015). Tale test prevede la valutazione della percentuale di larve malformate dopo 24 ore di esposizione statica al campione di sedimento (elutriato) in esame.

Come previsto dall'Allegato Tecnico del Decreto attuativo dell'art. 109, comma 2 lettera a) del D.lgs. 152/2006 (G.U. del 06/09/2016), la classificazione ecotossicologica dei campioni di sedimento ACC_01 ed ACC_02 è stata eseguita utilizzando i criteri di integrazione ponderata indicati nell'Allegato Tecnico medesimo, che considerano aspetti importanti e caratteristiche specifiche dei saggi biologici inclusi nella batteria utilizzata, tra cui ad esempio la severità dell'effetto (inteso come gravità del danno biologico misurato), la tipologia di esposizione (acuta o cronica) e la rappresentatività ambientale della matrice testata (sedimento tal quale o elutriato).

Per l'attribuzione del Livello di Pericolo (Hazard Quotient) della batteria di saggi ecotossicologici (HQbatteria) e specifico di ogni singolo saggio (HQspecifico), è stato utilizzato il modello SediQualSoft 109.0® versione 1.0, un software per la classificazione della qualità dei sedimenti marini e salmastri ai sensi del D.M. 173 del 15 luglio 2016. Tale software è stato fornito da ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale). Il modello è in grado di eseguire una integrazione dei dati, attribuire un peso ad ogni risultato in funzione della rilevanza dell'endpoint biologico, la matrice ed il tempo di esposizione, e formulare un giudizio di tossicità finale, ovvero un indice di pericolo complessivo della batteria di saggi (HQbatteria) che viene calcolato come sommatoria degli "effetti pesati" dei singoli saggi corretti secondo un fattore che corrisponde al prodotto dei pesi assegnati ad ogni saggio in funzione della rilevanza biologica dell'end-point considerato, della rilevanza ecologica della matrice e della tipologia di esposizione (acuta o cronica).

L'indice HQbatteria ottenuto viene normalizzato ad una scala compresa tra 0 e 10, dove 10 corrisponde al valore massimo della batteria (quando tutti i saggi mostrano il 100% di effetto). A seconda del valore dell'HQbatteria normalizzato, il livello di pericolo ecotossicologico viene

attribuito ad una classe di gravità (da assente a molto alto), secondo quanto riportato nella seguente tabella 01.

HQ batteria	Classe di Pericolo Ecotossicologico
< 1	Assente
>1 - 1.5	Basso
>1.5 - 3.0	Medio
> 3.0 - 6.0	Alto
> 6.0 - 10.0	Molto alto

Tabella 01: Classi di pericolo ecotossicologico rispetto ai valori di HQ (Hazard Quotient) della batteria di saggi.

I dati ecotossicologici ottenuti dai tre saggi eseguiti su ogni campione sono stati importati nel modello SediQualSoft 109.0® ed elaborati al fine di ottenere un giudizio sintetico del livello di pericolo. I valori complessivi di HQbatteria e specifici ottenuti per ogni singolo saggio ecotossicologico (HQspecifico) per i campioni di sedimento ACC01 ed ACC02 sono riportati nella seguente tabella.

Campione	HQbatteria	HQspecifico <i>P. tricornutum</i>	HQspecifico <i>A. amphitrite</i>	HQspecifico <i>C. gigas</i>	Classe di gravità pericolo ecotossicologico
ACC_01	0.00	0.00	0.02	0.00	ASSENTE
ACC_02	0.02	0.00	0.06	0.01	ASSENTE

Tabella 02: Livello di pericolo (HQbaUeria) della batteria di saggi ecotossicologici e livello di pericolo specifico di ogni saggio (HQspecifico) ottenuti tramite il modello SediQualSoft 109.0® per i campioni di sedimento ACC_01 ed ACC_02.

Come riportato nella Tabella 02, la classe di gravità del pericolo ecotossicologico della batteria di saggi (HQbatteria) eseguiti risulta essere **ASSENTE per entrambe i campioni**. Come evidenziato dai valori relativi all'HQ specifico, per tutti e tre gli organismi modello l'elutriato dei sedimenti non ha determinato effetti di tossicità.

3.3 ANALISI CHIMICHE E IPOTESI DI GESTIONE SEDIMENTI

Le analisi chimiche sono state effettuate dal laboratorio accreditato CPG Lab S.r.l. di Cairo Montenotte (SV) con sede distaccata a Porto Torres. La scelta del set analitico a cui sottoporre i campioni di sedimenti marini è stata dettata, in previsione di una possibile movimentazione emergenziale che, per la sua autorizzazione, non prevede l'esecuzione analisi chimiche ma solo ecotossicologiche, dalla esigenza di valutare la qualità chimica dei sedimenti riferendoci agli

“Standard di qualità nei sedimenti” riportati nella Tabella 2/A del DECRETO LEGISLATIVO 13 ottobre 2015, n. 172 “Attuazione della direttiva 2013/39/UE, che modifica le direttive 2000/60/CE per quanto riguarda le sostanze prioritarie nel settore della politica delle acque”.

Nello specifico si è voluto raffrontare, anche se con un campionamento singolo, i valori chimici dei sedimenti con lo “Standard di qualità ambientale espresso come valore medio annuo (SQA-MA)” dei sedimenti interni all’area portuale con quelli esterni sui quali, nel caso di movimentazione, verranno depositi i sedimenti movimentati. Nello specifico sono ottenuti i seguenti valori raffrontati con lo Standard di riferimento:

Tab. 2/A Standard di qualità nei sedimenti				
	SQA-MA(1) (2)	19LA16675	19LA16676	19LA16677
		sedimenti	sedimenti	sedimenti
		Sn_SF	ACC_01	ACC_02
		16/07/2019	16/07/2019	16/07/2019
scheletro tra 2 cm e 2 mm (g/kg)		1,2	< 0,1	15,4
residuo a 105°C (%)		97,5	93,9	92,2
cadmio (mg/kg s.s.)	0,3	0,14	0,11	0,11
mercurio (mg/kg s.s.)	0,3	< 0,1	< 0,1	< 0,1
nichel (mg/kg s.s.)	30	3	3	6
piombo (mg/kg s.s.)	30	7	5	5
tributilstagno (µg/kg s.s.)	5	< 1	< 1	< 1
benzo(a)pirene (µg/kg s.s.)	30	42	39	18
benzo(b)fluorantene (µg/kg s.s.)	40	19	14	5
benzo(k)fluorantene (µg/kg s.s.)	20	11	12	6
benzo(g,h,i)perilene (µg/kg s.s.)	55	34	28	14
indeno(1,2,3-c,d)pirene (µg/kg s.s.)	70	36	31	13
antracene (µg/kg s.s.)	45	11	12	7
fluorantene (µg/kg s.s.)	110	69	84	32
naftalene (µg/kg s.s.)	35	12	11	7
sommatoria policiclici aromatici (µg/kg s.s.)		222	218	94
aldrin (µg/kg s.s.)	0,2	< 0,1	< 0,1	< 0,1
alfa-esaclorocicloesano (a-BHC) (µg/kg s.s.)	0,2	< 0,1	< 0,1	< 0,1
beta-esaclorocicloesano (b-BHC) (µg/kg s.s.)	0,2	< 0,1	< 0,1	< 0,1
gamma-esaclorocicloesano (g-BHC) (µg/kg s.s.)	0,2	< 0,1	< 0,1	< 0,1
DDD (µg/kg s.s.) (3)	0,8	< 0,1	< 0,1	< 0,1
2,4'-DDD (µg/kg s.s.)		< 0,2	< 0,2	< 0,2
4,4'-DDD (µg/kg s.s.)		< 0,2	< 0,2	< 0,2
DDT (µg/kg s.s.) (3)	1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
2,4'-DDE (µg/kg s.s.)		< 0,2	< 0,2	< 0,2
4,4'-DDE (µg/kg s.s.)		< 0,2	< 0,2	< 0,2
DDE (µg/kg s.s.) (3)	1,8	< 0,1	< 0,1	< 0,1
DDD,DDT,DDE (µg/kg s.s.)		< 0,1	< 0,1	< 0,1
dieldrin (µg/kg s.s.)	0,2	< 0,1	< 0,1	< 0,1
esaclorobenzene (µg/kg s.s.)	0,4	< 0,1	< 0,1	< 0,1
endrin (µg/kg s.s.)		< 0,1	< 0,1	< 0,1
2,4'-DDT (µg/kg s.s.)		< 0,2	< 0,2	< 0,2
sommatoria fitofarmaci (µg/kg s.s.)		< 0,1	< 0,1	< 0,1
4,4'-DDT (µg/kg s.s.)		< 0,2	< 0,2	< 0,2

Tab. 2/A Standard di qualità nei sedimenti

Note alla tabella 2/A

- (1) Standard di qualità ambientale espresso come valore medio annuo (SQA-MA).
- (2) In considerazione della complessità della matrice sedimento è ammesso, ai fini della classificazione del buono stato chimico uno scostamento pari al 20% del valore riportato in tabella
- (3) DDE, DDD, DDT: lo standard è riferito alla somma degli isomeri 2,4 e 4,4 di ciascuna sostanza.

Come può essere osservato i sedimenti risultano tutti, ad eccezione del benzo(a)pirene (leggermente superiore ai SQA-MA sia all'interno che all'esterno dell'area portuale), compresi all'interno degli Standard di qualità nei sedimenti, utilizzati come riferimento di valutazione dello stato chimico (vedi tabella riepilogativa e certificati allegati).

Si può pertanto affermare che la eventuale movimentazione dei materiali dall'interno dell'area portuale alla zona esterna del molo di sopraflutto non peggiorerà lo stato chimico dei sedimenti del sito di deposito.

Per quanto riguarda le ipotesi di gestione del sedimento nel caso in cui i sedimenti dei domini Sn_08 e Sn_09 venissero dragati piuttosto che movimentati, è necessario richiamare gli esiti chimici del 2017 per la l'area definita dal dominio ACC_03, così come calcolati il software SediQualSoft 109.0®.

Caratterizzazione chimica dei sedimenti			
Ente:	Copia n. 25 Lithos S.r.l. - Settore Ambiente		
Latitudine:			
Longitudine:			
Area:			
Sito:			
Data:			
Cod. campionamento:			
Cod. carota:			
Livello:			
Cod. campione:	ACC_03		
% Pelite:	6,3		
Note			
Lista parametri standard non completa (Tabella 2.4, Allegato tecnico)			
	L1	L2	
Indice HQc	6,179	0,101	
Max % contr a HQc	42,4% (Cd)	0% ()	
N° param. non conformi	3	0	
N° param. con riferimento	37	30	
N° param. analizzati	66	66	
Classe di gravità del pericolo	MEDIO	ASSENTE	

Come si può osservare per il campione ACC_03, relativo alla zona in cui è stato effettuato l'approfondimento di indagine, il valore di L1 era risultato "medio" mentre L2 è risultato "assente".

Mantenendo cautelativamente tali condizioni anche per i campioni ACC_01 e ACC_02 relativi alle indagini 2019 e ai domini Sn_08 e Sn_09, in riferimento alle opzioni di gestione, i sedimenti caratterizzati presentano una combinazione ecotossicologica ASSENTE e HQc (L2) ≤ TRASCURABILE. Pertanto, nella condizione evidenziata dall'approfondimento di indagine, il sedimento delle aree dei domini Sn_08 e Sn_09, potrà essere gestito, come il resto dell'area portuale, con la "IMMERSIONE DELIBERATA IN AREE MARINE NON COSTIERE (oltre le 3 mn)".

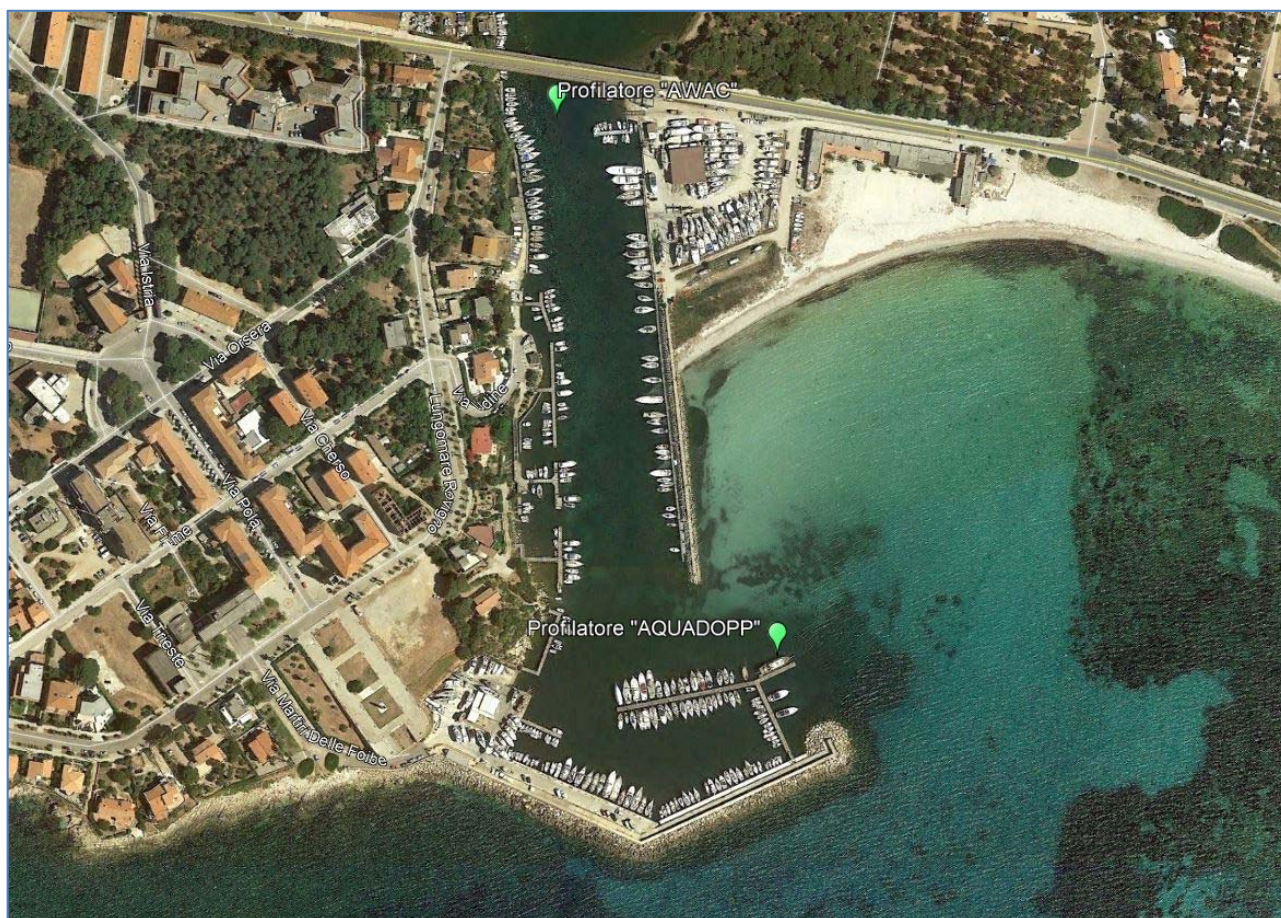
4. CONCLUSIONI

L'aggiornamento delle attività di caratterizzazione e il rilievo batimetrico effettuato tra luglio e agosto 2019 hanno palesato alcuni aspetti di seguito riepilogati.

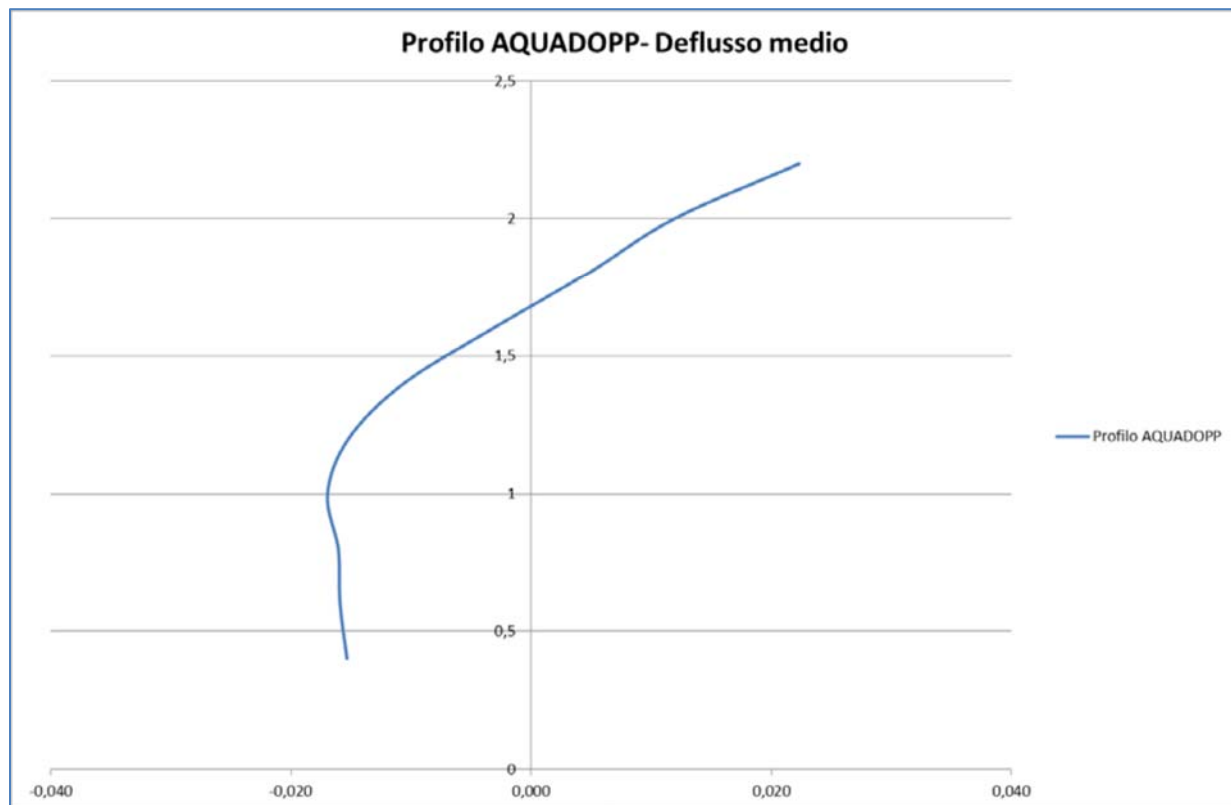
Dal novembre 2016 al settembre 2019 l'imboccatura del porto di Fertilia ha subito un progressivo insabbiamento di spessore medio di circa 50 cm, in particolare dal lato del molo di sottoflutto. Il motivo è da ricercarsi nel gioco delle correnti che all'imboccatura del porto risultano prevalenti in uscita in superficie mentre sono prevalenti in ingresso sul fondale, con evidente tendenza al trascinarsi dei sedimenti sabbiosi.

Le registrazioni delle correnti sono state effettuate in maniera continua tra il 20/05/2017 ed il 26/06/2017 mediante l'utilizzo di due profilatori acustici posizionati sul fondale del porto nelle posizioni indicate nell'immagine sotto riportata.

Un profilatore di tipo "AWAC" è stato posizionato su una batimetrica di -8,90 metri in corrispondenza del ponte stradale all'ingresso del Calich, mentre il profilatore "AQUADOPP" su una batimetrica di -2,80 metri in corrispondenza dell'ingresso all'area portuale.



Qui di seguito si riporta di seguito il profilo complessivo del profilatore "AQUADOPP" già riportato nella relazione del 2017 a cui si rimanda per una visione più ampia del fenomeno dell'insabbiamento.



Il fenomeno dell'insabbiamento dell'imboccatura portuale comporta due problemi. Il primo è quello legato al pericolo per la navigazione, soprattutto in condizioni di bassa marea e tempo perturbato, condizioni che potrebbero esporre le barche a vela al concreto rischio di arenarsi, come già è avvenuto in diverse circostanze quest'ultima stagione.

Il secondo problema è legato all'interscambio tra le acque del Calich e le acque costiere. Il progressivo insabbiamento dell'imboccatura non può che provocare una riduzione dell'idoneo ricambio tra i due corpi idrici e una progressiva diminuzione della salinità tipica dello stagno.

Per quanto riguarda l'eventuale movimentazione dei materiali sabbiosi accumulati all'ingresso dell'area portuale le indagini di caratterizzazione ecotossicologica hanno evidenziato una tossicità assente sia per lo strato più superficiale (0,0 – 0,5 m) che quello più profondo (0,5 - 0,8 m).

La caratterizzazione chimica ha invece determinato che non ci saranno criticità o variazioni significative nella movimentazione tra aree interne (Sn_08 e Sn_09) ed area esterna come indicata nella planimetria allegata.

In quest'ultima non ci saranno impatti su biocenosi sensibili nell'area indicata di deposito in quanto, come si può osservare dall'immagine aerea allegata e dallo stralcio qui di seguito, non sono presenti né posidonieti né substrati rocciosi che possano favorire lo sviluppo di organismi bentonici. Il fondale si presenta esclusivamente sabbioso.



Potrà essere infine anche rispettata la terza condizione per la movimentazione in quanto la superficie di intervento è circa 5.000 mq e lo spessore sarà compreso tra 50 e 100 cm con una previsione di volumi tra i 4 e i 6 mila metri cubi.

Gli stessi materiali che in un intervento emergenziale potrebbero essere movimentati, potranno essere invece eventualmente dragati e i materiali, identificati con una "Classe di Qualità del materiale" nel valore "A", ossia caratterizzato da una Classe di pericolo ecotossicologico "ASSENTE" e valori chimici $HQ_c(L2) \leq \text{TRASCURABILE}$, essere trattati come il resto dell'area portuale prevedendo anche per essi la "IMMERSIONE DELIBERATA IN AREE MARINE NON COSTIERE (oltre le 3 mn)".

Le attività di monitoraggio, da prevedersi durante le attività di ripristino funzionale dei fondali, sia per la movimentazione che per il dragaggio, andranno modulate in funzione della stagione di intervento.

In linea di principio tali interventi sono auspicabili nel periodo autunnale/invernale principalmente per tre ragioni. Scarso intralcio alla nautica da diporto, assenza di effetti sulla stagione balneare del litorale di Fertilia / Maria Pia in quanto l'eventuale torbidità indotta dalla movimentazione tenderà a scomparire nel breve periodo, limitata o assenza di disturbi per l'ittiofauna e avifauna.

Si ritiene che un monitoraggio della torbidità intorno alle zone di deposito in caso di movimentazione o all'imboccatura del Calich e dell'area portuale in caso di dragaggio, da valutare sia in ante operam, sia in corso d'opera che in post operam, possa determinare gli effetti ambientali di tali operazioni.

Tale attività potrà essere integrata con contestuali rilievi delle acque dello stagno del Calich in alcuni punti ritenuti significativi, da concordare con gli Enti di Controllo, mediante l'utilizzo di sonda multiparametrica che rilevi i tenori di Clorofilla "a" ($\mu\text{g/l}$), Temperatura ($^{\circ}\text{C}$), pH, Concentrazione di ossigeno disciolto (%), Torbidità (NTU), Conducibilità compensata (mS), da valutare nella loro variabilità, anche in questo caso, nelle tre fasi di AO, CO e PO.

Allegato 01 – Ubicazione sondaggi e rilievo batimetrico settembre 2019



punto riferimento
4493979.98 N 439009.89 E
+1.04 m sul l.m.m.

4494000 N

+439900 E

+439950 E

Limiti area
accorpamento
ACC_03 (2017)

Sn_08

Sn_09

Sn_SF

Punta del Gall

Allegato 02 – Aree di movimentazione



Allegato 03 – Schede di campo

SCHEDA "STAZIONE"


<i>SITO (Città, Porto, ecc.)</i>	<i>CAMPAGNA</i>	<i>DATA</i>	<i>AREA DI PRELIEVO</i>
Fertilia, Alghero (SS)	Carotaggi a mano	16/07/2019	Imboccatura porto turistico

<i>CODICE STAZIONE</i>	<i>COORDINATE TEORICHE</i>	<i>PROF. (m)</i>	<i>ALTRI RIFERIMENTI (punti noti a terra)</i>
Sn_08	40° 35' 31.60" N 8° 17' 16.99" E	2.0	

STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

✓ CAROTIERE: Carotiere manuale con subacqueo

DETTAGLI PRELIEVO

<i>N.</i>	<i>COORDINATE REALI</i>	<i>PROF. REALE (m)</i>	<i>Rif. Fotografia:</i>
1	40°35'31.16" N 08°17'17.00" E	2.0	
		<i>RECUPERO (cm)</i>	
		70/100	

DESCRIZIONE MACROSCOPICA DELLA STRATIGRAFIA (dall'alto)

Colore, odore, presenza di concrezioni, residui di origine naturale e/o antropica, evidenti discontinuità, ecc.	Descrizione stratigrafica
Sabbie di colore grigio scuro con abbondanti resti di posidonia nella parte più superficiale. Frammenti di conchiglie nella porzione più profonda. Odore di sostanza organica marcescente riconducibile alla presenza di posidonia.	0 ÷ 0,4 m Resti di posidonia frammisti a sabbie 0,4 ÷ 0,7 m Sabbie con resti di posidonia

SCHEDA "STAZIONE"


<i>SITO (Città, Porto, ecc.)</i>	<i>CAMPAGNA</i>	<i>DATA</i>	<i>AREA DI PRELIEVO</i>
Fertilia, Alghero (SS)	Carotaggi a mano	16/07/2019	Imboccatura porto turistico

<i>CODICE STAZIONE</i>	<i>COORDINATE TEORICHE</i>	<i>PROF. (m)</i>	<i>ALTRI RIFERIMENTI (punti noti a terra)</i>
Sn_09	40° 35' 31.76" N 8° 17' 19.11" E	1.8	

STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

✓ CAROTIERE: Carotiere manuale con subacqueo

DETTAGLI PRELIEVO

<i>N.</i>	<i>COORDINATE REALI</i>	<i>PROF. REALE (m)</i>	<i>Rif. Fotografia:</i>
1	40° 35' 31.54" N 8° 17' 19.16" E	1.8	
		RECUPERO (cm)	
		90/100	

DESCRIZIONE MACROSCOPICA DELLA STRATIGRAFIA (dall'alto)

Colore, odore, presenza di concrezioni, residui di origine naturale e/o antropica, evidenti discontinuità, ecc.	Descrizione stratigrafica
Sabbie di colore grigio scuro frammiste a resti di posidonia nella parte più superficiale. Rari frammenti di conchiglie. Leggero odore di sostanza organica marcescente riconducibile alla presenza di posidonia.	0 ÷ 0,9 m - Sabbie con resti di posidonia

SCHEDA "STAZIONE"

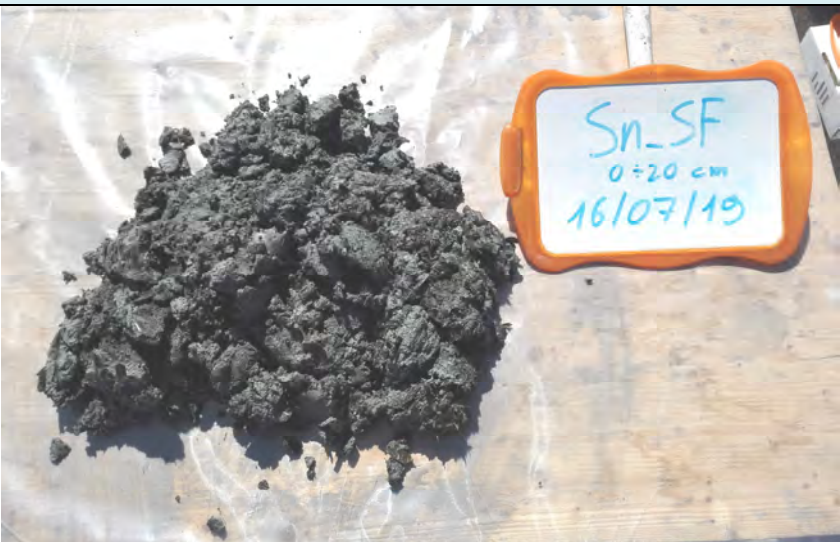
<i>SITO (Città, Porto, ecc.)</i>	<i>CAMPAGNA</i>	<i>DATA</i>	<i>AREA DI PRELIEVO</i>
Fertilia, Alghero (SS)	Carotaggi a mano	16/07/2019	Area contigua al porto turistico

<i>CODICE STAZIONE</i>	<i>COORDINATE TEORICHE</i>	<i>PROF. (m)</i>	<i>ALTRI RIFERIMENTI (punti noti a terra)</i>
Sn_SF	40° 35' 18.66" N 8° 17' 16.51" E	4.0	In prossimità del molo di sopraflutto

STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

Campionamento manuale effettuato da operatore subacqueo

DETTAGLI PRELIEVO

<i>N.</i>	<i>COORDINATE REALI</i>	<i>PROF. REALE (m)</i>	<i>Rif. Fotografia:</i>
1	40° 35' 27.14" N 8° 17' 19.32" E	7.3	
		RECUPERO (cm)	
		20/20	

DESCRIZIONE MACROSCOPICA DELLA STRATIGRAFIA (dall'alto)

Colore, odore, presenza di concrezioni, residui di origine naturale e/o antropica, evidenti discontinuità, ecc.	Descrizione stratigrafica
Sabbie fini omogenee di colore grigio	0 ÷ 0,2 m Sabbie fini di colore grigio

Allegato 04 – Certificati di laboratorio



Consulenza Progettazione Gestione
analisi, studi e ricerche
chimiche - ambientali - agroalimentari

Sistemi di Gestione Certificati RINA

Qualità UNI EN ISO 9001:2015 - Ambiente UNI EN ISO 14001:2015

Sicurezza UNI ISO 45001:2018



LAB N° 0288

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento
EA, IAF e ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC
Mutual Recognition Agreements

Rapporto di prova n°: **19LA16676 rev.00 del 05/09/2019**

Committente

Lithos S.r.l.

Via Municipale, 92/94
07040 Tissi SS

Dati del campione

Matrice: sedimenti



19LA16676

Descrizione Campione: ACC_01

Dati di campionamento

Data: 16/07/2019

Campionato da: cliente

Presso: Porto di Fertilia

Modalità di campionamento ---

Prova Metodo	U.M.	Risultato	Incertezza Intervallo di confidenza	Valori limite	Data Inizio Data Fine	
B scheletro tra 2 cm e 2 mm <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1</i>	g/kg	< 0,1			18/07/2019 22/07/2019	
A residuo a 105°C <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.2</i>	%	93,9	±0,9		18/07/2019 29/07/2019	
A cadmio <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1+DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.XI + EPA6020B 2014</i>	mg/kg s.s.	0,11	±0,02	0,3	0,8	02/08/2019 05/08/2019
A mercurio <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1+DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.XI + EPA6020B 2014</i>	mg/kg s.s.	< 0,1		0,3	0,8	02/08/2019 05/08/2019
A nichel <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1+DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.XI + EPA6020B 2014</i>	mg/kg s.s.	3	±1	30	75	02/08/2019 05/08/2019
A piombo <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1+DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.XI + EPA6020B 2014</i>	mg/kg s.s.	5	±1	30	70	02/08/2019 05/08/2019
*A tributilstagno <i>MPI 123 rev 0 2006</i>	µg/kg s.s.	< 1		5		05/08/2019 06/08/2019
Policiclici aromatici:						
A benzo(a)pirene <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018</i>	µg/kg s.s.	39	±9	30	100	08/08/2019 08/08/2019
A benzo(b)fluorantene <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018</i>	µg/kg s.s.	14	±3	40	500	08/08/2019 08/08/2019
A benzo(k)fluorantene <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018</i>	µg/kg s.s.	12	±3	20	500	08/08/2019 08/08/2019
A benzo(g,h,i)perilene <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018</i>	µg/kg s.s.	28	±7	55	100	08/08/2019 08/08/2019

C.P.G. Lab S.r.l. Sede Legale e amministrativa e Laboratori: C.so Stalingrado, 50 - 17014 Cairo Montenotte (SV)

Unità Locale e Laboratori: Via G. Da Verrazzano Z.I. 07046 Porto Torres (SS)

tel.: 019 517764 - 848690307 fax: 019 5143544 e-mail: servizioclienti@cpglab.it contabilitaclienti@cpglab.it contabilitafornitori@cpglab.it

P.IVA n°00374910099 C.C.I.A.A. SV n°074620 Trib. Reg. Soc. n°6158 Capitale Sociale Euro 100.000,00 i.v.

Inserimento nell'elenco del M.U.R.S.T. n° 90480YPF Autorizzazione del Ministero della Sanità - Direzione Generale degli Alimenti e la Nutrizione n° 386/0169
Inserimento nell'elenco della Regione Liguria dei laboratori che effettuano analisi ai fini dell'autocontrollo per le industrie alimentari

L'elenco delle prove accreditate per le sedi di Cairo Montenotte e Porto Torres è reperibile sul sito www.accredia.it



Consulenza Progettazione Gestione
analisi, studi e ricerche
chimiche - ambientali - agroalimentari

Sistemi di Gestione Certificati RINA

Qualità UNI EN ISO 9001:2015 - Ambiente UNI EN ISO 14001:2015

Sicurezza UNI ISO 45001:2018



LAB N° 0288

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento
EA, IAF e ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC
Mutual Recognition Agreements

Segue rapporto di prova n°: **19LA16676 rev.00**

Prova Metodo	U.M.	Risultato	Incertezza Intervallo di confidenza	Valori limite	Data Inizio Data Fine	
A indeno(1,2,3-c,d)pirene <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018</i>	µg/kg s.s.	31	±7	70	100	08/08/2019 08/08/2019
A antracene <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018</i>	µg/kg s.s.	12	±3	45	245	08/08/2019 08/08/2019
A fluorantene <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018</i>	µg/kg s.s.	84	±20	110	1494	08/08/2019 08/08/2019
A naftalene <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018</i>	µg/kg s.s.	11	±3	35	391	08/08/2019 08/08/2019
A sommatória policiclici aromatici	µg/kg s.s.	218	±53	900	4000	08/08/2019 08/08/2019
Fitofarmaci:						
A aldrin <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018</i>	µg/kg s.s.	< 0,1		0,2	10	08/08/2019 08/08/2019
A alfa-esaclorocicloesano (a-BHC) <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018</i>	µg/kg s.s.	< 0,1		0,2	10	08/08/2019 08/08/2019
A beta-esaclorocicloesano (b-BHC) <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018</i>	µg/kg s.s.	< 0,1		0,2	10	08/08/2019 08/08/2019
A gamma-esaclorocicloesano (g-BHC) <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018</i>	µg/kg s.s.	< 0,1		0,2	1	08/08/2019 08/08/2019
A DDD <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018</i>	µg/kg s.s.	< 0,1				08/08/2019 08/08/2019
A DDT <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018</i>	µg/kg s.s.	< 0,1				08/08/2019 08/08/2019
A DDE <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018</i>	µg/kg s.s.	< 0,1				08/08/2019 08/08/2019
A DDD,DDT,DDE <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018</i>	µg/kg s.s.	< 0,1		0,8	4,8	08/08/2019 08/08/2019
A dieldrin <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018</i>	µg/kg s.s.	< 0,1		0,2	4,3	08/08/2019 08/08/2019
A esaclorobenzene <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018</i>	µg/kg s.s.	< 0,1		0,4		08/08/2019 08/08/2019
A endrin <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018</i>	µg/kg s.s.	< 0,1		2,7	10	08/08/2019 08/08/2019
A sommatória fitofarmaci	µg/kg s.s.	< 0,1				08/08/2019 08/08/2019
A Granulometria: <i>UNI EN 933-1: 2012</i>			vedi allegato			18/07/2019 29/07/2019

(*) Le prove contrassegnate dall'asterisco non sono accreditate da ACCREDIA

Valori limite riferiti a: Tabella 2.4 Decreto 15/07/2016

C.P.G. Lab S.r.l. Sede Legale e amministrativa e Laboratori: C.so Stalingrado, 50 - 17014 Cairo Montenotte (SV)

Unità Locale e Laboratori: Via G. Da Verrazzano Z.I. 07046 Porto Torres (SS)

tel.: 019 517764 - 848690307 fax: 019 5143544 e-mail: servizioclienti@cpglab.it contabilitaclienti@cpglab.it contabilitafornitori@cpglab.it

P.IVA n°00374910099 C.C.I.A.A. SV n°074620 Trib. Reg. Soc. n°6158 Capitale Sociale Euro 100.000,00 i.v.

Inserimento nell'elenco del M.U.R.S.T. n° 90480YPF Autorizzazione del Ministero della Sanità - Direzione Generale degli Alimenti e la Nutrizione n° 386/0169
Inserimento nell'elenco della Regione Liguria dei laboratori che effettuano analisi ai fini dell'autocontrollo per le industrie alimentari

L'elenco delle prove accreditate per le sedi di Cairo Montenotte e Porto Torres è reperibile sul sito www.accredia.it



Consulenza Progettazione Gestione
analisi, studi e ricerche
chimiche - ambientali - agroalimentari

Sistemi di Gestione Certificati RINA

Qualità UNI EN ISO 9001:2015 - Ambiente UNI EN ISO 14001:2015

Sicurezza UNI ISO 45001:2018



LAB N° 0288

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento
EA, IAF e ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC
Mutual Recognition Agreements

Segue rapporto di prova n°: **19LA16676 rev.00**

A: Prova eseguita presso il Laboratorio di Cairo Montenotte (SV) C.so Stalingrado, 50

B: Prova eseguita presso il Laboratorio di Porto Torres (SS) Via Giovanni da Verrazzano Z.I.

III: Prova eseguita fuori sede. La sede di riferimento compare vicino ai singoli parametri da campo.

#: Prova eseguita da laboratorio terzo

MDL : Method Detection Limit

U.M. : Unità di Misura

L'incertezza indicata è l'incertezza estesa corrispondente ad un fattore di copertura k approssimato a 2 che, per una distribuzione normale dei dati, corrisponde ad un intervallo di fiducia del 95%.

Per i parametri microbiologici, l'intervallo di confidenza è calcolato con un fattore di copertura pari a 2 e con un livello di fiducia del 95%.

I risultati riportati sul rapporto di prova non sono corretti per il fattore di recupero in quanto il medesimo rientra nei limiti di accettabilità, qualora previsti, dei singoli metodi di prova.

Il laboratorio declina ogni responsabilità in merito ai dati forniti dal cliente.

Ove i metodi lo richiedono, si garantisce il rispetto di tutte le condizioni ambientali necessarie al corretto svolgimento delle prove analitiche.

I risultati riportati nel presente rapporto di prova si riferiscono unicamente al campione effettivamente sottoposto a prova e, se fornito dal cliente, così come ricevuto.

Nel caso in cui il campione si presenti con alterazioni tali da poter influenzare i risultati analitici, ma il cliente ne chieda comunque l'analisi, il laboratorio declina ogni responsabilità.

Il presente rapporto di prova può essere riprodotto solo integralmente. La riproduzione parziale può avvenire solo previa autorizzazione scritta di C.P.G. Lab S.r.l.

Direttore Responsabile - Laboratorio Porto
Torres
Dott. Stefano Pinna
Ordine Provinciale dei Chimici e dei Fisici di
Sassari n° 199

Direttore Responsabile - Laboratorio Rifiuti
Dott. ssa Tiziana Giusto
Ordine Interprovinciale dei Chimici e dei
Fisici della Liguria n° 1011

Direttore Responsabile - Laboratorio Cairo
M.te
Dott. Massimiliano Brignone
Ordine Interprovinciale dei Chimici e dei Fisici
della Liguria n° 1278

Il presente rapporto di prova è firmato digitalmente da:

Dott. Massimiliano Brignone
Ordine Interprovinciale dei Chimici e dei Fisici
della Liguria n°1278

Dott. Stefano Pinna
Ordine Provinciale dei Chimici e dei Fisici di
Sassari n° 199

----- Fine rapporto di prova -----

C.P.G. Lab S.r.l. Sede Legale e amministrativa e Laboratori: C.so Stalingrado, 50 - 17014 Cairo Montenotte (SV)

Unità Locale e Laboratori: Via G. Da Verrazzano Z.I. 07046 Porto Torres (SS)

tel.: 019 517764 - 848690307 fax: 019 5143544 e-mail: servizioclienti@cpglab.it contabilitaclienti@cpglab.it contabilitafornitori@cpglab.it

P.IVA n°00374910099 C.C.I.A.A. SV n°074620 Trib. Reg. Soc. n°6158 Capitale Sociale Euro 100.000,00 i.v.

Inserimento nell'elenco del M.U.R.S.T. n° 90480YPF Autorizzazione del Ministero della Sanità - Direzione Generale degli Alimenti e la Nutrizione n° 386/0169
Inserimento nell'elenco della Regione Liguria dei laboratori che effettuano analisi ai fini dell'autocontrollo per le industrie alimentari

L'elenco delle prove accreditate per le sedi di Cairo Montenotte e Porto Torres è reperibile sul sito www.accredia.it



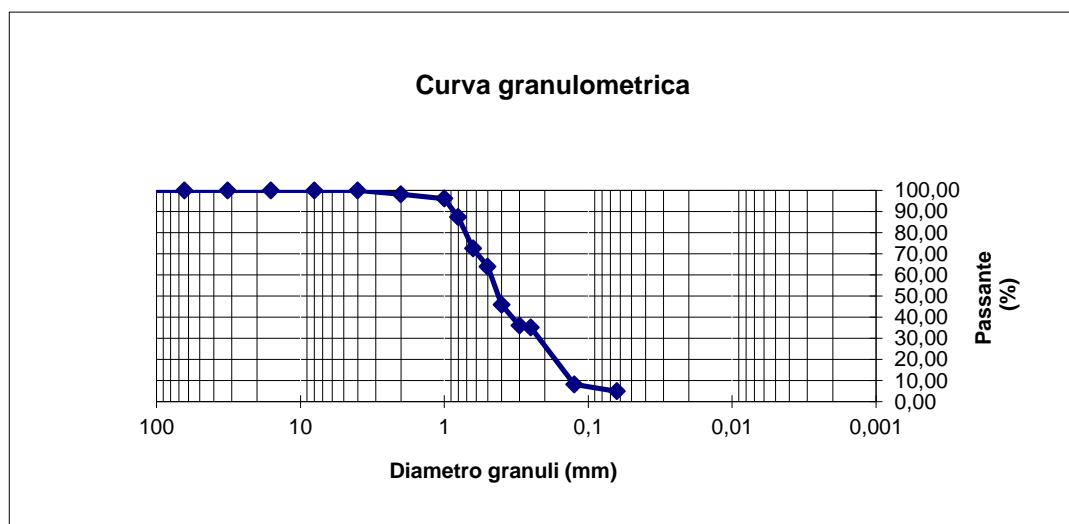
Allegato al rapporto di prova n°:

19LA16676

del XXXXX

ANALISI GRANULOMETRICA

Apertura maglie (mm)	Peso terreno trattenuto (g)	Terreno analizzato M (g)=		Totale dei passanti (%)	
		Parziale dei trattenuti %	Totale dei trattenuti (%)		
128	0,00	0,00	0,00	100,00	
64	0,00	0,00	0,00	100,00	
32	0,00	0,00	0,00	100,00	
16	0,00	0,00	0,00	100,00	
8	0,00	0,00	0,00	100,00	
4	0,00	0,00	0,00	100,00	
2	3,55	1,80	1,80	98,20	
1	4,06	2,06	3,86	96,14	
0,8	17,36	8,81	12,68	87,32	
0,63	29,24	14,84	27,52	72,48	
0,5	16,84	8,55	36,07	63,93	
0,4	35,50	18,02	54,09	45,91	% ghiaia
0,3	19,51	9,90	63,99	36,01	1,80
0,25	1,83	0,93	64,92	35,08	% sabbia
0,125	52,98	26,89	91,82	8,18	93,27
0,063	6,41	3,25	95,07	4,93	% limo/argilla
Fondo	9,71				4,93



L'analisi granulometrica è stata eseguita per via umida secondo la scala Wentworth

I risultati riportati sul presente rapporto di prova sono rappresentativi del solo campione sottoposto a prova.

Il presente rapporto di prova non può essere riprodotto parzialmente, senza l'autorizzazione del Direttore Generale Tecnico.

Il presente allegato al rapporto di prova è firmato digitalmente

C.P.G. Lab S.r.l. Sede legale e amministrativa e Laboratori: C.so Stalingrado, 50 17014 Cairo Montenotte (SV)

Unità Locale: Via G. Da Verrazzano Z.I. 07046 Porto Torres (SS)

Partita IVA n° 00374910099 - C.C.I.A.A. SV n° 074620 - Trib. Reg. Soc. n° 6158

Responsabile del Laboratorio Cairo M.te
Dott. Brignone Massimiliano - Ordine
dei chimici della Liguria, n°1278



Consulenza Progettazione Gestione
analisi, studi e ricerche
chimiche - ambientali - agroalimentari

Sistemi di Gestione Certificati RINA

Qualità UNI EN ISO 9001:2015 - Ambiente UNI EN ISO 14001:2015

Sicurezza UNI ISO 45001:2018



LAB N° 0288

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento
EA, IAF e ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC
Mutual Recognition Agreements

Rapporto di prova n°: **19LA16677 rev.00 del 05/09/2019**

Committente

Lithos S.r.l.

Via Municipale, 92/94
07040 Tissi SS

Dati del campione

Matrice: sedimenti



19LA16677

Descrizione Campione: ACC_02

Dati di campionamento

Data: 16/07/2019

Campionato da: cliente

Presso: Porto di Fertilia

Modalità di campionamento ---

Prova Metodo	U.M.	Risultato	Incertezza Intervallo di confidenza	Valori limite	Data Inizio Data Fine	
B scheletro tra 2 cm e 2 mm <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1</i>	g/kg	15,4	±1,7		18/07/2019 22/07/2019	
A residuo a 105°C <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.2</i>	%	92,2	±0,9		18/07/2019 29/07/2019	
A cadmio <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1+DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.XI + EPA6020B 2014</i>	mg/kg s.s.	0,11	±0,02	0,3	0,8	02/08/2019 05/08/2019
A mercurio <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1+DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.XI + EPA6020B 2014</i>	mg/kg s.s.	< 0,1		0,3	0,8	02/08/2019 05/08/2019
A nichel <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1+DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.XI + EPA6020B 2014</i>	mg/kg s.s.	6	±1	30	75	02/08/2019 05/08/2019
A piombo <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1+DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.XI + EPA6020B 2014</i>	mg/kg s.s.	5	±1	30	70	02/08/2019 05/08/2019
*A tributilstagno <i>MPI 123 rev 0 2006</i>	µg/kg s.s.	< 1		5		05/08/2019 06/08/2019
Policiclici aromatici:						
A benzo(a)pirene <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018</i>	µg/kg s.s.	18	±4	30	100	08/08/2019 08/08/2019
A benzo(b)fluorantene <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018</i>	µg/kg s.s.	5	±1	40	500	08/08/2019 08/08/2019
A benzo(k)fluorantene <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018</i>	µg/kg s.s.	6	±1	20	500	08/08/2019 08/08/2019
A benzo(g,h,i)perilene <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018</i>	µg/kg s.s.	14	±3	55	100	08/08/2019 08/08/2019

C.P.G. Lab S.r.l. Sede Legale e amministrativa e Laboratori: C.so Stalingrado, 50 - 17014 Cairo Montenotte (SV)

Unità Locale e Laboratori: Via G. Da Verrazzano Z.I. 07046 Porto Torres (SS)

tel.: 019 517764 - 848690307 fax: 019 5143544 e-mail: servizioclienti@cpglab.it contabilitaclienti@cpglab.it contabilitafornitori@cpglab.it

P.IVA n°00374910099 C.C.I.A.A. SV n°074620 Trib. Reg. Soc. n°6158 Capitale Sociale Euro 100.000,00 i.v.

Inserimento nell'elenco del M.U.R.S.T. n° 90480YPF Autorizzazione del Ministero della Sanità - Direzione Generale degli Alimenti e la Nutrizione n° 386/0169
Inserimento nell'elenco della Regione Liguria dei laboratori che effettuano analisi ai fini dell'autocontrollo per le industrie alimentari

L'elenco delle prove accreditate per le sedi di Cairo Montenotte e Porto Torres è reperibile sul sito www.accredia.it



Consulenza Progettazione Gestione
analisi, studi e ricerche
chimiche - ambientali - agroalimentari

Sistemi di Gestione Certificati RINA

Qualità UNI EN ISO 9001:2015 - Ambiente UNI EN ISO 14001:2015

Sicurezza UNI ISO 45001:2018



LAB N° 0288

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento
EA, IAF e ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC
Mutual Recognition Agreements

Segue rapporto di prova n°: **19LA16677 rev.00**

Prova Metodo	U.M.	Risultato	Incertezza Intervallo di confidenza	Valori limite	Data Inizio Data Fine	
A indeno(1,2,3-c,d)pirene <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018</i>	µg/kg s.s.	13	±3	70	100	08/08/2019 08/08/2019
A antracene <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018</i>	µg/kg s.s.	7	±2	45	245	08/08/2019 08/08/2019
A fluorantene <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018</i>	µg/kg s.s.	32	±8	110	1494	08/08/2019 08/08/2019
A naftalene <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018</i>	µg/kg s.s.	7	±2	35	391	08/08/2019 08/08/2019
A sommatoria policiclici aromatici	µg/kg s.s.	94	±23	900	4000	08/08/2019 08/08/2019
Fitofarmaci:						
A aldrin <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018</i>	µg/kg s.s.	< 0,1		0,2	10	08/08/2019 08/08/2019
A alfa-esaclorocicloesano (a-BHC) <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018</i>	µg/kg s.s.	< 0,1		0,2	10	08/08/2019 08/08/2019
A beta-esaclorocicloesano (b-BHC) <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018</i>	µg/kg s.s.	< 0,1		0,2	10	08/08/2019 08/08/2019
A gamma-esaclorocicloesano (g-BHC) <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018</i>	µg/kg s.s.	< 0,1		0,2	1	08/08/2019 08/08/2019
A DDD <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018</i>	µg/kg s.s.	< 0,1				08/08/2019 08/08/2019
A DDT <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018</i>	µg/kg s.s.	< 0,1				08/08/2019 08/08/2019
A DDE <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018</i>	µg/kg s.s.	< 0,1				08/08/2019 08/08/2019
A DDD,DDT,DDE <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018</i>	µg/kg s.s.	< 0,1		0,8	4,8	08/08/2019 08/08/2019
A dieldrin <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018</i>	µg/kg s.s.	< 0,1		0,2	4,3	08/08/2019 08/08/2019
A esaclorobenzene <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018</i>	µg/kg s.s.	< 0,1		0,4		08/08/2019 08/08/2019
A endrin <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018</i>	µg/kg s.s.	< 0,1		2,7	10	08/08/2019 08/08/2019
A sommatoria fitofarmaci	µg/kg s.s.	< 0,1				08/08/2019 08/08/2019
A Granulometria: <i>UNI EN 933-1: 2012</i>			vedi allegato			18/07/2019 29/07/2019

(*) Le prove contrassegnate dall'asterisco non sono accreditate da ACCREDIA

Valori limite riferiti a: Tabella 2.4 Decreto 15/07/2016

C.P.G. Lab S.r.l. Sede Legale e amministrativa e Laboratori: C.so Stalingrado, 50 - 17014 Cairo Montenotte (SV)

Unità Locale e Laboratori: Via G. Da Verrazzano Z.I. 07046 Porto Torres (SS)

tel.: 019 517764 - 848690307 fax: 019 5143544 e-mail: servizioclienti@cpglab.it contabilitaclienti@cpglab.it contabilitafornitori@cpglab.it

P.IVA n°00374910099 C.C.I.A.A. SV n°074620 Trib. Reg. Soc. n°6158 Capitale Sociale Euro 100.000,00 i.v.

Inserimento nell'elenco del M.U.R.S.T. n° 90480YPF Autorizzazione del Ministero della Sanità - Direzione Generale degli Alimenti e la Nutrizione n° 386/0169
Inserimento nell'elenco della Regione Liguria dei laboratori che effettuano analisi ai fini dell'autocontrollo per le industrie alimentari

L'elenco delle prove accreditate per le sedi di Cairo Montenotte e Porto Torres è reperibile sul sito www.accredia.it



Consulenza Progettazione Gestione
analisi, studi e ricerche
chimiche - ambientali - agroalimentari

Sistemi di Gestione Certificati RINA

Qualità UNI EN ISO 9001:2015 - Ambiente UNI EN ISO 14001:2015

Sicurezza UNI ISO 45001:2018



LAB N° 0288

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento
EA, IAF e ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC
Mutual Recognition Agreements

Segue rapporto di prova n°: **19LA16677 rev.00**

A: Prova eseguita presso il Laboratorio di Cairo Montenotte (SV) C.so Stalingrado, 50

B: Prova eseguita presso il Laboratorio di Porto Torres (SS) Via Giovanni da Verrazzano Z.I.

III: Prova eseguita fuori sede. La sede di riferimento compare vicino ai singoli parametri da campo.

#: Prova eseguita da laboratorio terzo

MDL : Method Detection Limit

U.M. : Unità di Misura

L'incertezza indicata è l'incertezza estesa corrispondente ad un fattore di copertura k approssimato a 2 che, per una distribuzione normale dei dati, corrisponde ad un intervallo di fiducia del 95%.

Per i parametri microbiologici, l'intervallo di confidenza è calcolato con un fattore di copertura pari a 2 e con un livello di fiducia del 95%.

I risultati riportati sul rapporto di prova non sono corretti per il fattore di recupero in quanto il medesimo rientra nei limiti di accettabilità, qualora previsti, dei singoli metodi di prova.

Il laboratorio declina ogni responsabilità in merito ai dati forniti dal cliente.

Ove i metodi lo richiedono, si garantisce il rispetto di tutte le condizioni ambientali necessarie al corretto svolgimento delle prove analitiche.

I risultati riportati nel presente rapporto di prova si riferiscono unicamente al campione effettivamente sottoposto a prova e, se fornito dal cliente, così come ricevuto.

Nel caso in cui il campione si presenti con alterazioni tali da poter influenzare i risultati analitici, ma il cliente ne chieda comunque l'analisi, il laboratorio declina ogni responsabilità.

Il presente rapporto di prova può essere riprodotto solo integralmente. La riproduzione parziale può avvenire solo previa autorizzazione scritta di C.P.G. Lab S.r.l.

Direttore Responsabile - Laboratorio Porto
Torres
Dott. Stefano Pinna
Ordine Provinciale dei Chimici e dei Fisici di
Sassari n° 199

Direttore Responsabile - Laboratorio Rifiuti
Dott. ssa Tiziana Giusto
Ordine Interprovinciale dei Chimici e dei
Fisici della Liguria n° 1011

Direttore Responsabile - Laboratorio Cairo
M.te
Dott. Massimiliano Brignone
Ordine Interprovinciale dei Chimici e dei Fisici
della Liguria n° 1278

Il presente rapporto di prova è firmato digitalmente da:

Dott. Massimiliano Brignone
Ordine Interprovinciale dei Chimici e dei Fisici
della Liguria n°1278

Dott. Stefano Pinna
Ordine Provinciale dei Chimici e dei Fisici di
Sassari n° 199

----- Fine rapporto di prova -----

C.P.G. Lab S.r.l. Sede Legale e amministrativa e Laboratori: C.so Stalingrado, 50 - 17014 Cairo Montenotte (SV)

Unità Locale e Laboratori: Via G. Da Verrazzano Z.I. 07046 Porto Torres (SS)

tel.: 019 517764 - 848690307 fax: 019 5143544 e-mail: servizioclienti@cpglab.it contabilitaclienti@cpglab.it contabilitafornitori@cpglab.it

P.IVA n°00374910099 C.C.I.A.A. SV n°074620 Trib. Reg. Soc. n°6158 Capitale Sociale Euro 100.000,00 i.v.

Inserimento nell'elenco del M.U.R.S.T. n° 90480YPF Autorizzazione del Ministero della Sanità - Direzione Generale degli Alimenti e la Nutrizione n° 386/0169
Inserimento nell'elenco della Regione Liguria dei laboratori che effettuano analisi ai fini dell'autocontrollo per le industrie alimentari

L'elenco delle prove accreditate per le sedi di Cairo Montenotte e Porto Torres è reperibile sul sito www.accredia.it



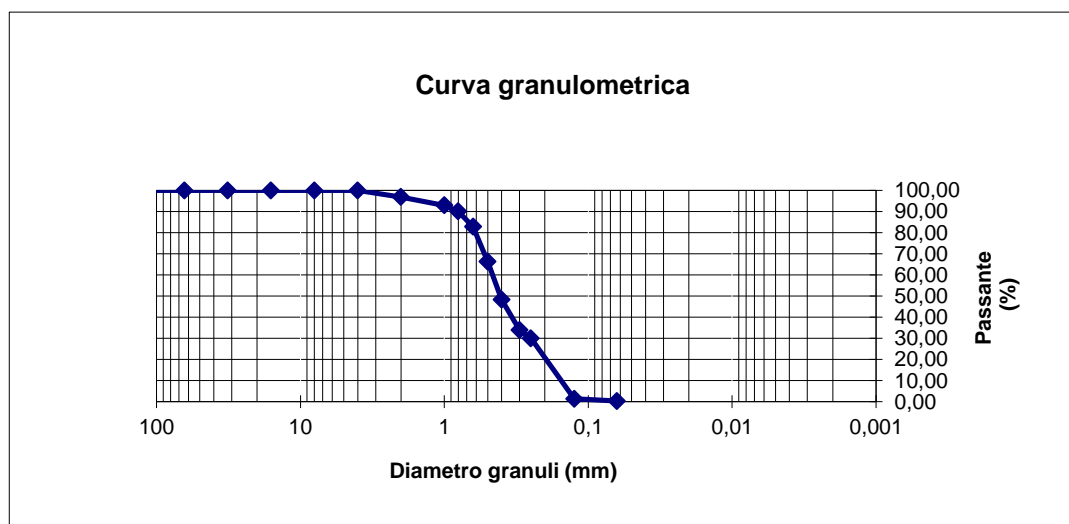
Allegato al rapporto di prova n°:

19LA16677

del XXXXX

ANALISI GRANULOMETRICA

Apertura maglie (mm)	Peso terreno trattenuto (g)	Terreno analizzato M (g)=		Totale dei passanti (%)	
		Parziale dei trattenuti %	Totale dei trattenuti (%)		
				194,55	
128	0,00	0,00	0,00	100,00	
64	0,00	0,00	0,00	100,00	
32	0,00	0,00	0,00	100,00	
16	0,00	0,00	0,00	100,00	
8	0,00	0,00	0,00	100,00	
4	0,00	0,00	0,00	100,00	
2	6,12	3,15	3,15	96,85	
1	7,65	3,93	7,08	92,92	
0,8	5,63	2,89	9,97	90,03	
0,63	14,15	7,27	17,24	82,76	
0,5	32,10	16,50	33,74	66,26	
0,4	34,87	17,92	51,67	48,33	% ghiaia
0,3	28,04	14,41	66,08	33,92	3,15
0,25	7,64	3,93	70,01	29,99	% sabbia
0,125	55,69	28,63	98,63	1,37	96,57
0,063	2,11	1,08	99,72	0,28	% limo/argilla
Fondo	0,55				0,28



L'analisi granulometrica è stata eseguita per via umida secondo la scala Wentworth

I risultati riportati sul presente rapporto di prova sono rappresentativi del solo campione sottoposto a prova.

Il presente rapporto di prova non può essere riprodotto parzialmente, senza l'autorizzazione del Direttore Generale Tecnico.

Il presente allegato al rapporto di prova è firmato digitalmente

C.P.G. Lab S.r.l. Sede legale e amministrativa e Laboratori: C.so Stalingrado, 50 17014 Cairo Montenotte (SV)

Unità Locale: Via G. Da Verrazzano Z.I. 07046 Porto Torres (SS)

Partita IVA n° 00374910099 - C.C.I.A.A. SV n° 074620 - Trib. Reg. Soc. n° 6158

Responsabile del Laboratorio Cairo M.te
 Dott. Brignone Massimiliano - Ordine
 dei chimici della Liguria, n°1278



Consulenza Progettazione Gestione
analisi, studi e ricerche
chimiche - ambientali - agroalimentari

Sistemi di Gestione Certificati RINA

Qualità UNI EN ISO 9001:2015 - Ambiente UNI EN ISO 14001:2015

Sicurezza UNI ISO 45001:2018



LAB N° 0288

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento
EA, IAF e ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC
Mutual Recognition Agreements

Rapporto di prova n°: **19LA16675 rev.00 del 05/09/2019**

Committente

Lithos S.r.l.

Via Municipale, 92/94
07040 Tissi SS

Dati del campione

Matrice: sedimenti



19LA16675

Descrizione Campione: Sn_SF

Dati di campionamento

Data: 16/07/2019

Campionato da: cliente

Presso: Porto di Fertilia

Modalità di campionamento ---

Prova Metodo	U.M.	Risultato	Incertezza Intervallo di confidenza	Valori limite	Data Inizio Data Fine	
B scheletro tra 2 cm e 2 mm <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1</i>	g/kg	1,2	±0,1		18/07/2019 22/07/2019	
A residuo a 105°C <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.2</i>	%	97,5	±1,0		18/07/2019 29/07/2019	
A cadmio <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1+DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.XI + EPA6020B 2014</i>	mg/kg s.s.	0,14	±0,02	0,3	0,8	02/08/2019 05/08/2019
A mercurio <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1+DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.XI + EPA6020B 2014</i>	mg/kg s.s.	< 0,1		0,3	0,8	02/08/2019 05/08/2019
A nichel <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1+DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.XI + EPA6020B 2014</i>	mg/kg s.s.	3	±1	30	75	02/08/2019 05/08/2019
A piombo <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1+DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.XI + EPA6020B 2014</i>	mg/kg s.s.	7	±1	30	70	02/08/2019 05/08/2019
*A tributilstagno <i>MPI 123 rev 0 2006</i>	µg/kg s.s.	< 1		5		05/08/2019 06/08/2019
Policiclici aromatici:						
A benzo(a)pirene <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018</i>	µg/kg s.s.	42	±10	30	100	08/08/2019 08/08/2019
A benzo(b)fluorantene <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018</i>	µg/kg s.s.	19	±5	40	500	08/08/2019 08/08/2019
A benzo(k)fluorantene <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018</i>	µg/kg s.s.	11	±3	20	500	08/08/2019 08/08/2019
A benzo(g,h,i)perilene <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018</i>	µg/kg s.s.	34	±8	55	100	08/08/2019 08/08/2019

C.P.G. Lab S.r.l. Sede Legale e amministrativa e Laboratori: C.so Stalingrado, 50 - 17014 Cairo Montenotte (SV)

Unità Locale e Laboratori: Via G. Da Verrazzano Z.I. 07046 Porto Torres (SS)

tel.: 019 517764 - 848690307 fax: 019 5143544 e-mail: servizioclienti@cpglab.it contabilitaclienti@cpglab.it contabilitafornitori@cpglab.it

P.IVA n°00374910099 C.C.I.A.A. SV n°074620 Trib. Reg. Soc. n°6158 Capitale Sociale Euro 100.000,00 i.v.

Inserimento nell'elenco del M.U.R.S.T. n° 90480YPF Autorizzazione del Ministero della Sanità - Direzione Generale degli Alimenti e la Nutrizione n° 386/0169
Inserimento nell'elenco della Regione Liguria dei laboratori che effettuano analisi ai fini dell'autocontrollo per le industrie alimentari

L'elenco delle prove accreditate per le sedi di Cairo Montenotte e Porto Torres è reperibile sul sito www.accredia.it



Consulenza Progettazione Gestione
analisi, studi e ricerche
chimiche - ambientali - agroalimentari

Sistemi di Gestione Certificati RINA

Qualità UNI EN ISO 9001:2015 - Ambiente UNI EN ISO 14001:2015

Sicurezza UNI ISO 45001:2018



LAB N° 0288

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento
EA, IAF e ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC
Mutual Recognition Agreements

Segue rapporto di prova n°: **19LA16675 rev.00**

Prova Metodo	U.M.	Risultato	Incertezza Intervallo di confidenza	Valori limite	Data Inizio Data Fine	
A indeno(1,2,3-c,d)pirene <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018</i>	µg/kg s.s.	36	±9	70	100	08/08/2019 08/08/2019
A antracene <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018</i>	µg/kg s.s.	11	±3	45	245	08/08/2019 08/08/2019
A fluorantene <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018</i>	µg/kg s.s.	69	±17	110	1494	08/08/2019 08/08/2019
A naftalene <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018</i>	µg/kg s.s.	12	±3	35	391	08/08/2019 08/08/2019
A sommatoria policiclici aromatici	µg/kg s.s.	222	±54	900	4000	08/08/2019 08/08/2019
Fitofarmaci:						
A aldrin <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018</i>	µg/kg s.s.	< 0,1		0,2	10	08/08/2019 08/08/2019
A alfa-esaclorocicloesano (a-BHC) <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018</i>	µg/kg s.s.	< 0,1		0,2	10	08/08/2019 08/08/2019
A beta-esaclorocicloesano (b-BHC) <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018</i>	µg/kg s.s.	< 0,1		0,2	10	08/08/2019 08/08/2019
A gamma-esaclorocicloesano (g-BHC) <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018</i>	µg/kg s.s.	< 0,1		0,2	1	08/08/2019 08/08/2019
A DDD <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018</i>	µg/kg s.s.	< 0,1				08/08/2019 08/08/2019
A DDT <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018</i>	µg/kg s.s.	< 0,1				08/08/2019 08/08/2019
A DDE <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018</i>	µg/kg s.s.	< 0,1				08/08/2019 08/08/2019
A DDD,DDT,DDE <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018</i>	µg/kg s.s.	< 0,1		0,8	4,8	08/08/2019 08/08/2019
A dieldrin <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018</i>	µg/kg s.s.	< 0,1		0,2	4,3	08/08/2019 08/08/2019
A esaclorobenzene <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018</i>	µg/kg s.s.	< 0,1		0,4		08/08/2019 08/08/2019
A endrin <i>DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018</i>	µg/kg s.s.	< 0,1		2,7	10	08/08/2019 08/08/2019
A sommatoria fitofarmaci	µg/kg s.s.	< 0,1				08/08/2019 08/08/2019
A Granulometria: <i>UNI EN 933-1: 2012</i>			vedi allegato			18/07/2019 29/07/2019

(*) Le prove contrassegnate dall'asterisco non sono accreditate da ACCREDIA

Valori limite riferiti a: Tabella 2.4 Decreto 15/07/2016

C.P.G. Lab S.r.l. Sede Legale e amministrativa e Laboratori: C.so Stalingrado, 50 - 17014 Cairo Montenotte (SV)

Unità Locale e Laboratori: Via G. Da Verrazzano Z.I. 07046 Porto Torres (SS)

tel.: 019 517764 - 848690307 fax: 019 5143544 e-mail: servizioclienti@cpglab.it contabilitaclienti@cpglab.it contabilitafornitori@cpglab.it

P.IVA n°00374910099 C.C.I.A.A. SV n°074620 Trib. Reg. Soc. n°6158 Capitale Sociale Euro 100.000,00 i.v.

Inserimento nell'elenco del M.U.R.S.T. n° 90480YPF Autorizzazione del Ministero della Sanità - Direzione Generale degli Alimenti e la Nutrizione n° 386/0169
Inserimento nell'elenco della Regione Liguria dei laboratori che effettuano analisi ai fini dell'autocontrollo per le industrie alimentari

L'elenco delle prove accreditate per le sedi di Cairo Montenotte e Porto Torres è reperibile sul sito www.accredia.it



Consulenza Progettazione Gestione
analisi, studi e ricerche
chimiche - ambientali - agroalimentari

Sistemi di Gestione Certificati RINA

Qualità UNI EN ISO 9001:2015 - Ambiente UNI EN ISO 14001:2015

Sicurezza UNI ISO 45001:2018



LAB N° 0288

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento
EA, IAF e ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC
Mutual Recognition Agreements

Segue rapporto di prova n°: **19LA16675 rev.00**

A: Prova eseguita presso il Laboratorio di Cairo Montenotte (SV) C.so Stalingrado, 50

B: Prova eseguita presso il Laboratorio di Porto Torres (SS) Via Giovanni da Verrazzano Z.I.

III: Prova eseguita fuori sede. La sede di riferimento compare vicino ai singoli parametri da campo.

#: Prova eseguita da laboratorio terzo

MDL : Method Detection Limit

U.M. : Unità di Misura

L'incertezza indicata è l'incertezza estesa corrispondente ad un fattore di copertura k approssimato a 2 che, per una distribuzione normale dei dati, corrisponde ad un intervallo di fiducia del 95%.

Per i parametri microbiologici, l'intervallo di confidenza è calcolato con un fattore di copertura pari a 2 e con un livello di fiducia del 95%.

I risultati riportati sul rapporto di prova non sono corretti per il fattore di recupero in quanto il medesimo rientra nei limiti di accettabilità, qualora previsti, dei singoli metodi di prova.

Il laboratorio declina ogni responsabilità in merito ai dati forniti dal cliente.

Ove i metodi lo richiedono, si garantisce il rispetto di tutte le condizioni ambientali necessarie al corretto svolgimento delle prove analitiche.

I risultati riportati nel presente rapporto di prova si riferiscono unicamente al campione effettivamente sottoposto a prova e, se fornito dal cliente, così come ricevuto.

Nel caso in cui il campione si presenti con alterazioni tali da poter influenzare i risultati analitici, ma il cliente ne chieda comunque l'analisi, il laboratorio declina ogni responsabilità.

Il presente rapporto di prova può essere riprodotto solo integralmente. La riproduzione parziale può avvenire solo previa autorizzazione scritta di C.P.G. Lab S.r.l.

Direttore Responsabile - Laboratorio Porto
Torres
Dott. Stefano Pinna
Ordine Provinciale dei Chimici e dei Fisici di
Sassari n° 199

Direttore Responsabile - Laboratorio Rifiuti
Dott. ssa Tiziana Giusto
Ordine Interprovinciale dei Chimici e dei
Fisici della Liguria n° 1011

Direttore Responsabile - Laboratorio Cairo
M.te
Dott. Massimiliano Brignone
Ordine Interprovinciale dei Chimici e dei Fisici
della Liguria n° 1278

Il presente rapporto di prova è firmato digitalmente da:

Dott. Massimiliano Brignone
Ordine Interprovinciale dei Chimici e dei Fisici
della Liguria n°1278

Dott. Stefano Pinna
Ordine Provinciale dei Chimici e dei Fisici di
Sassari n° 199

----- Fine rapporto di prova -----

C.P.G. Lab S.r.l. Sede Legale e amministrativa e Laboratori: C.so Stalingrado, 50 - 17014 Cairo Montenotte (SV)

Unità Locale e Laboratori: Via G. Da Verrazzano Z.I. 07046 Porto Torres (SS)

tel.: 019 517764 - 848690307 fax: 019 5143544 e-mail: servizioclienti@cpglab.it contabilitaclienti@cpglab.it contabilitafornitori@cpglab.it

P.IVA n°00374910099 C.C.I.A.A. SV n°074620 Trib. Reg. Soc. n°6158 Capitale Sociale Euro 100.000,00 i.v.

Inserimento nell'elenco del M.U.R.S.T. n° 90480YPF Autorizzazione del Ministero della Sanità - Direzione Generale degli Alimenti e la Nutrizione n° 386/0169
Inserimento nell'elenco della Regione Liguria dei laboratori che effettuano analisi ai fini dell'autocontrollo per le industrie alimentari

L'elenco delle prove accreditate per le sedi di Cairo Montenotte e Porto Torres è reperibile sul sito www.accredia.it



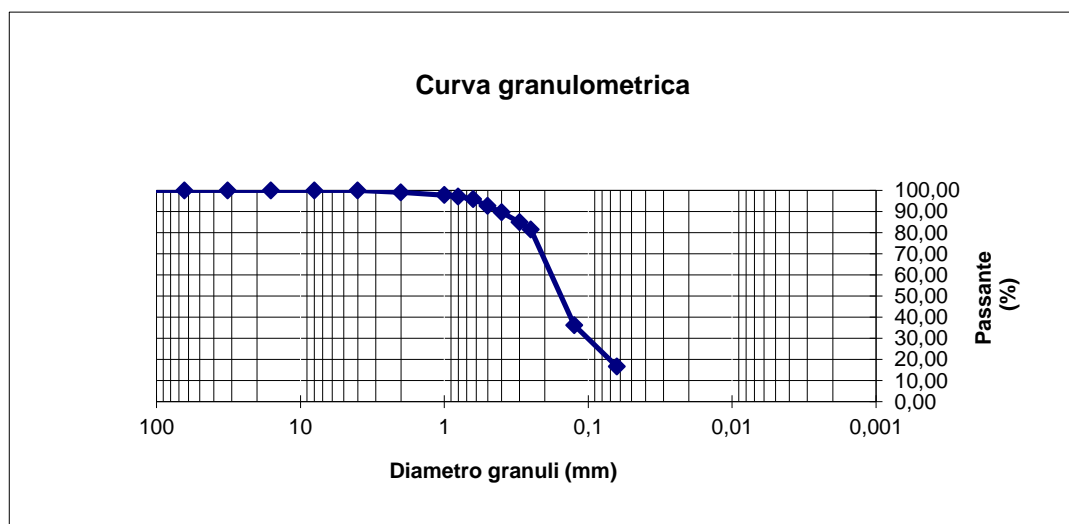
Allegato al rapporto di prova n°:

19LA16675

del XX/XX/XX

ANALISI GRANULOMETRICA

		Terreno analizzato M (g)=		232,67		
Apertura maglie (mm)	Peso terreno trattenuto (g)	Parziale dei trattenuti %	Totale dei trattenuti (%)	Totale dei passanti (%)		
128	0,00	0,00	0,00	100,00		
64	0,00	0,00	0,00	100,00		
32	0,00	0,00	0,00	100,00		
16	0,00	0,00	0,00	100,00		
8	0,00	0,00	0,00	100,00		
4	0,00	0,00	0,00	100,00		
2	2,14	0,92	0,92	99,08		
1	3,06	1,32	2,23	97,77		
0,8	1,70	0,73	2,97	97,03		
0,63	2,69	1,16	4,12	95,88		
0,5	7,50	3,22	7,35	92,65		
0,4	6,97	3,00	10,34	89,66	% ghiaia	
0,3	11,03	4,74	15,08	84,92	0,92	
0,25	8,18	3,52	18,60	81,40	% sabbia	
0,125	105,09	45,17	63,76	36,24	82,52	
0,063	45,79	19,68	83,44	16,56	% limo/argilla	
Fondo	38,52				16,56	



L'analisi granulometrica è stata eseguita per via umida secondo la scala Wentworth

I risultati riportati sul presente rapporto di prova sono rappresentativi del solo campione sottoposto a prova.

Il presente rapporto di prova non può essere riprodotto parzialmente, senza l'autorizzazione del Direttore Generale Tecnico.

Il presente allegato al rapporto di prova è firmato digitalmente

C.P.G. Lab S.r.l. Sede legale e amministrativa e Laboratori: C.so Stalingrado, 50 17014 Cairo Montenotte (SV)

Unità Locale: Via G. Da Verrazzano Z.I. 07046 Porto Torres (SS)

Partita IVA n° 00374910099 - C.C.I.A.A. SV n° 074620 - Trib. Reg. Soc. n° 6158

Responsabile del Laboratorio Cairo M.te
 Dott. Brignone Massimiliano - Ordine
 dei chimici della Liguria, n°1278

Allegato 05 - Relazione di caratterizzazione ecotossicologica

Relazione Tecnica – Luglio 2019**Caratterizzazione Ecotossicologica ai sensi dell'Allegato Tecnico
del Decreto attuativo dell'art. 109, comma 2 lettera a) del D.lgs. 152/2006
(G.U. del 06/09/2016) di sedimenti prelevati presso il Porto di Fertilia (SS).**

**OGGETTO: Esecuzione di saggi ecotossicologici di laboratorio per la caratterizzazione di n°
2 campioni di sedimento prelevati presso il Porto di Fertilia (SS).**

In base al contratto in essere (offerta prot.0004305/2019 del 02/07/2019), riportiamo nella presente relazione tecnica i risultati dell'indagine ecotossicologica di laboratorio eseguita sui campioni di sedimento (n° 2) prelevati a cura del committente (Lithos S.r.l.) in data 16/07/2019 presso il Porto di Fertilia (SS). Come concordato, la caratterizzazione ecotossicologica è stata eseguita secondo quanto indicato nell'Allegato Tecnico del Decreto attuativo dell'art. 109, comma 2 lettera a) del D.lgs. 152/2006 (G.U. del 06/09/2016), che prevede l'esecuzione di una batteria minima di tre saggi su organismi appartenenti a gruppi tassonomici distinti, che vanno scelti tra quelli riportati nella tabella 2.3 del sopra citato Allegato Tecnico.

A seguito la relazione dettagliata ed i risultati ottenuti.

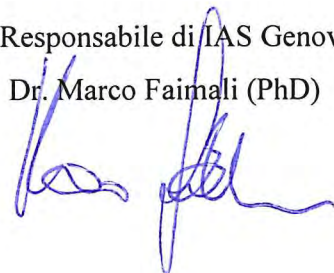
Il Responsabile della Sperimentazione

Dr.ssa Veronica Piazza (PhD)



Il Responsabile di IAS Genova

Dr. Marco Faimali (PhD)



INTRODUZIONE

A seguito di un incarico affidato da Lithos S.r.l., è stata eseguita una caratterizzazione ecotossicologica di campioni di sedimento (n° 2) prelevati presso il Porto di Fertilia (SS) (campioni sigla ACC01; ACC02). Tale indagine ambientale ha lo scopo di classificare dal punto di vista ecotossicologico il materiale di escavo, per stabilirne la modalità di gestione a seguito del prelievo. La procedura seguita per la caratterizzazione, classificazione e gestione del sedimento è quella indicata nell'Allegato Tecnico del Decreto attuativo dell'art. 109, comma 2 lettera a) del D.lgs. 152/2006 (G.U. del 06/09/2016).

Secondo quanto indicato nell'Allegato Tecnico del Decreto attuativo sopra citato (paragrafo 2.3 "Caratterizzazione e classificazione ecotossicologica"), è stata eseguita una batteria di saggi ecotossicologici selezionando 3 organismi appartenenti a gruppi tassonomici distinti, scegliendo tra quelli indicati nella Tabella 2.3 presente nell'Allegato Tecnico. Secondo le indicazioni presenti nell'Allegato Tecnico, i tre biosaggi devono essere applicati uno sulla frazione solida e due sulla frazione liquida (elutriato 1:4) dei campioni di sedimento. La batteria finale risulta quindi essere composta da tre saggi biologici, ciascuno appartenente ad una delle tre tipologie indicate nella tabella. Un esempio di batteria applicabile è la seguente:

- per la frazione solida (sedimento privo dell'acqua interstiziale): il saggio di inibizione della bioluminescenza del batterio marino *Vibrio fischeri*. Tale saggio indaga la tossicità acuta (30 minuti) e viene eseguito sulla frazione solida del sedimento in esame mediante l'applicazione del protocollo Microtox® Solid Phase Test (SPT) adattato secondo la procedura del "Manuale per la movimentazione dei sedimenti marini" di APAT-ICRAM (2007);
- per la frazione liquida (elutriato 1:4): il saggio di inibizione della crescita algale su *Phaeodactylum tricorutum* (protocollo UNI EN ISO 10253:2006). Tale saggio prevede la valutazione della inibizione della crescita algale dopo 72 ore di esposizione statica al campione di sedimento (elutriato 1:4) in esame;
- per la frazione liquida (elutriato 1:4): saggio di embriotossicità sul mollusco bivalve *Crassostrea gigas* (ISO 17244:2015). Tale test prevede la valutazione della percentuale di larve malformate dopo 24 ore di esposizione statica al campione di sedimento (elutriato) in esame.

Nel caso specifico, i campioni di sedimento ricevuti da Lithos S.r.l. (sigle: ACC01, ACC02) presentavano percentuali di sabbia/ghiaia maggiori del 90%, ovvero percentuali di pelite (frazione granulometrica < 0.063 mm) inferiori al 10% (dati granulometrici forniti da Lithos S.r.l.: percentuale di pelite campione ACC01 4.9%; campione ACC02 0.28%). In questo caso, come indicato nell'Allegato Tecnico, in considerazione dei possibili falsi positivi, la prova su fase solida può essere sostituita da un ulteriore saggio sulla fase liquida, scelto tra quelli appartenenti alla 2^a tipologia indicati nella tabella 2.3.

La batteria finale applicata per la caratterizzazione ecotossicologica è risultata pertanto essere, per tutti i campioni, composta da tre saggi eseguiti sulla fase liquida (elutriato 1:4), nello specifico composta come segue:

- 1) saggio di inibizione della crescita algale su *Phaeodactylum tricornutum* (protocollo UNI EN ISO 10253:2006). Tale saggio prevede la valutazione della inibizione della crescita algale dopo 72 ore di esposizione statica al campione di sedimento (elutriato 1:4) in esame;
- 2) saggio di mortalità per i nauplii del crostaceo marino *Amphibalanus amphitrite* dopo 48 ore di esposizione al campione di sedimento (elutriato) in esame (Norma UNICHIM 2245/2011). Tale prova ha durata massima di 48 ore e viene condotta in condizioni statiche;
- 3) saggio di embriotossicità sul mollusco bivalve *Crassostrea gigas* (ISO 17244: 2015). Tale test prevede la valutazione della percentuale di larve malformate dopo 24 ore di esposizione statica al campione di sedimento (elutriato) in esame.

I test sono stati effettuati presso il laboratorio di biologia marina dell'Istituto per lo Studio degli Impatti Antropici e sostenibilità in ambiente marino del CNR di Genova nel periodo compreso tra il 22/07/2019 ed il 31/07/2019.

Le sigle di identificazione dei campioni di sedimento ricevuti da Lithos S.r.l. sono le seguenti: ACC01 ed ACC02 (provenienti dal Porto di Fertilia e ricevuti in data 19/07/2019).

A seguito vengono riportate nel dettaglio le modalità di esecuzione dei tre saggi eseguiti ed i risultati ottenuti sui campioni di sedimento in oggetto.

MATERIALI E METODI

1. SAGGIO DI INIBIZIONE DELLA CRESCITA ALGALE SU *PHAEODACTYLUM TRICORNUTUM* (METODO UNI EN ISO 10253:2006).

Organismo modello

P. tricornutum è una diatomea appartenente al genere *Phaeodactylum*. Questa alga può essere facilmente allevata in laboratorio; la sua morfologia la rende particolarmente adatta ai fini del conteggio tramite emocitometro (Camera di Burker) poiché *P. tricornutum* non forma aggregati o catene. La sua crescita è sufficientemente rapida da poterne misurare la crescita dopo 72 ore di incubazione, ed è una specie moderatamente sensibile alle sostanze tossiche.

Metodologia del Test - Principio

La fitotossicità viene tradizionalmente valutata mediante test algali in fiasche (USEPA, 1987). Tuttavia, più recentemente è stata introdotta la tecnica che utilizza micropiastre per valutare la tossicità algale su varie specie di acqua dolce e salata (UNI EN ISO 10253:2006).

Colture in fase di crescita esponenziale di *P. tricornutum* vengono esposte in micropiastre in un sistema statico, in condizioni controllate di temperatura e luce. La crescita delle alghe esposte alla soluzione saggata viene comparata con la crescita algale del controllo dopo un periodo di tempo definito (pari a 72 ore). Una sostanza viene considerata tossica quando si verifica una inibizione della crescita algale dose-dipendente statisticamente significativa.

Allestimento della coltura algale

Le alghe vengono allevate e mantenute in laboratorio in condizioni controllate di illuminazione e temperatura. La coltura algale viene mantenuta a 20 ± 1 °C in condizioni di luce continua. Le fiasche contenenti le alghe devono essere poste su di un agitatore in continuo a 100 rpm oppure agitate manualmente almeno due volte al giorno. Sono necessari da 3 a 5 giorni affinché la coltura raggiunga la fase di crescita esponenziale (e possa quindi essere utilizzata per allestire il test); quando tale fase viene raggiunta la coltura assume il colore verde. Le colture algali devono essere rinnovate almeno una volta alla settimana, al fine di assicurare un regolare ricambio di cellule algali

in crescita. Il rinnovo della coltura viene effettuato ponendo (in condizioni di sterilità) 4 ml di coltura algale in una fiasca pulita contenente 100 ml di terreno di coltura.

Preparazione dell'elutriato

Gli elutriati sono stati preparati secondo la metodologia EPA (2001) descritta a seguito. Un'aliquota di sedimento viene prelevata ed unita, in una beuta, ad acqua di mare naturale filtrata (0.22 μm FNSW) in un rapporto 1:4, inteso come 1 parte di sedimento + 3 parti di acqua. Successivamente le beute vengono poste su un agitatore orbitale per 1 ora ($T=20\text{ }^{\circ}\text{C}$, buio). La miscela acqua/sedimento viene quindi centrifugata a 3000 rpm per 10 min, il surnatante viene prelevato e filtrato con filtro sterile da 0.22 μm . Tale preparato rappresenta l'elutriato tal quale (100%, ovvero non diluito) e viene conservato al buio a 4 $^{\circ}\text{C}$. Il test di inibizione della crescita algale viene allestito entro 24 ore dalla preparazione dell'elutriato.

Metodo

I test sono stati eseguiti in accordo con il protocollo UNI EN ISO 10253 (2006). Colture di *P. tricornutum* in fase di crescita esponenziale vengono esposte a differenti diluizioni dell'elutriato di sedimento (12.5 – 25 – 50 – 100%) utilizzando piastre multi pozzetto in polistirene (sistema statico). In ogni pozzetto vengono posti 3000 μL di soluzione testata (ovvero elutriato alle differenti diluizioni) e 300 μL di inoculo algale ad una concentrazione iniziale pari a 10,000 cell/mL.

Le piastre multipozzetto vengono poi mantenute a $20 \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ in condizioni di luce continua per 72 ore, trascorse le quali la concentrazione algale (numero di cellule/ml) viene conteggiata in ogni pozzetto mediante un emocitometro (Camera di Burkner), utilizzando un microscopio invertito. Il numero di cellule algali all'interno dei pozzetti contenenti la soluzione testata (elutriato) e le sue diluizioni viene comparato con il numero di cellule algali nel controllo. Vengono eseguite tre repliche per ogni diluizione e per il controllo. L'end-point finale consiste nella alterazione della crescita algale; vengono quindi calcolati i valori di EC_{50} , ovvero le diluizioni di elutriato in grado di determinare una riduzione della crescita algale pari al 50% rispetto al controllo, e di EC_{20} (diluizioni di elutriato in grado di determinare una riduzione della crescita algale pari al 20% rispetto al controllo).

Tabella 1: Sintesi delle condizioni del test di inibizione della crescita algale con *P. tricornerutum*

Parametri del test	Condizioni del test
Organismo modello	<i>Phaeodactylum tricornerutum</i>
Tipologia del test	Statico, 72 ore di esposizione
Matrice	Elutriato (1:4)
Temperatura	20 ± 1 °C
Contenitori per l'esposizione	Piastre multipozzetto in polistirene
Volume di soluzione per l'esposizione	3 ml
Inoculo algale	300 µl
Illuminazione	luce bianca continua (6000 – 10000 lx)
Range di diluizioni del campione di elutriato	12.5 – 25 – 50 – 100 %
Numero di controlli	1 (n° 3 repliche)
Effetto indagato	Inibizione della crescita algale
End-point	EC ₅₀ (diluizione di elutriato cui corrisponde una alterazione della crescita algale pari al 50% rispetto al controllo)
Tossico di riferimento	Bicromato di Potassio

2. SAGGIO DI MORTALITA' PER I NAUPLII DEL CROSTACEO *AMPHIBALANUS AMPHITRITE* (NORMA UNICHIM 2245/2011).

Organismo modello

Amphibalanus (Balanus) amphitrite, (Darwin, 1854) è un crostaceo cirripede con una fase adulta sessile preceduta da una serie di fasi larvali planctoniche. Gli embrioni già formati vengono emessi dagli adulti al II stadio naupliare. Lo sviluppo larvale procede poi attraverso una serie di stadi naupliari planctonici (Instars III-VI) seguiti da uno stadio larvale lecitotrofico denominato *cypris*.

Tale stadio larvale rappresenta la fase competente per l'insediamento, l'adesione irreversibile al substrato e la metamorfosi nella fase adulta. Questa specie presenta caratteristiche idonee ad essere proposta come organismo modello per saggi ecotossicologici: presenta infatti un'ampia

distribuzione geografica, rilevanza ecologica ed è relativamente semplice da allevare in condizioni controllate di laboratorio. Presenta inoltre uno sviluppo larvale rapido ed una elevata sensibilità ad un'ampia gamma di sostanze tossiche (Piazza et al., 2012; Faimali et al., 2006).

Campioni testati

L'elutriato ottenuto da ciascun campione di sedimento (per l'ottenimento vedere paragrafo 1) è stato testato tal quale (100%) e diluito al 50, 25 e 12.5 % con acqua di mare (0.22 μ m FNSW).

Metodologia del Test – Principio

Nauplii al II stadio larvale sono stati ottenuti da colture di adulti di *A. amphitrite* mantenute in laboratorio. Circa 20-30 esemplari adulti di *A. amphitrite* vengono mantenuti in contenitori in vetro con un volume pari a 700/800 ml di acqua di mare naturale filtrata 0.45 μ (FNSW, salinità 37 ‰) aerata ad una temperatura pari a 20 \pm 2°C con un fotoperiodo luce:buio pari a 16:8 h. Gli adulti vengono alimentati ogni due giorni somministrando nauplii di *Artemia salina* (100 mL, 20-35 larve mL⁻¹), ed una aliquota della microalga *Tetraselmis suecica* (100 mL, 2 x 10⁵ cells·mL⁻¹).

L'emissione dei nauplii da parte degli adulti viene stimolata tramite un cambio di acqua nei becker, ponendo gli adulti in acqua ad una temperatura di circa 5-6 °C superiore a quella di mantenimento. Le larve (nauplii II stadio) vengono raccolte utilizzando una pipetta (volume 5 ml) e ponendo il becker vicino ad un fascio di luce, sfruttando così il fototattismo positivo dei nauplii. Dopo essere stati raccolti, i nauplii vengono filtrati con un filtro in nylon (maglia 80 μ m) e trasferiti in un becker contenente acqua di mare naturale filtrata 0.22 μ m, ad una densità pari a 15-20 larve/ml.

Il saggio di tossicità viene allestito entro 2-4 ore dalla emissione dei nauplii. L'allestimento prevede l'utilizzo di una piastra in polistirene, 15-20 nauplii II stadio vengono posti in ciascun pozzetto insieme a 2 ml della soluzione da testare (elutriato alle diverse diluizioni). Le piastre vengono poi conservate a 20 \pm 2°C e dopo 24 e 48 ore si procede al conteggio degli organismi morti ed immobili, utilizzando uno stereomicroscopio. Le larve vengono considerate morte se non presentano alcun movimento per un tempo di osservazione pari a 10 secondi. Il numero degli organismi immobili è dato dalla somma dei morti e dei "non natanti" (ovvero quegli organismi che muovono le appendici ma non sono in grado di spostare il baricentro). E' stato inoltre allestito un controllo negativo (ovvero nauplii mantenuti nelle medesime condizioni di esposizione in FNSW pulita) ed un

controllo positivo, utilizzando il Nitrato di Cadmio come sostanza tossica di riferimento. Sono state allestite tre repliche per ciascuna diluizione di elutriato e per i controlli, il risultato finale corrisponde al valore medio delle tre repliche. Sono stati infine calcolati (dopo 24 e 48 ore) i valori di EC₅₀, ovvero la diluizione di elutriato in grado di causare la mortalità per il 50% degli organismi esposti.

Tabella 2: Sintesi delle condizioni del test di mortalità con nauplii del crostaceo *A. amphitrite*.

Parametri del test	Condizioni del test
Organismo modello	<i>Amphibalanus amphitrite</i>
Tipologia del test	Statico, 48 ore di esposizione
Matrice	Elutriato (1:4)
Temperatura	20 ± 1 °C
Contenitori per l'esposizione	Piastre multipozzetto in polistirene
Volume di soluzione per l'esposizione	2 ml
Illuminazione	buio
Range di diluizioni del campione di elutriato	12.5 – 25 – 50 – 100 %
Numero di controlli	1 (n° 3 repliche)
Effetto indagato	mortalità
End-point	EC ₅₀ (diluizione di elutriato cui corrisponde una mortalità larvale pari al 50% rispetto al controllo)
Tossico di riferimento	Cadmio Nitrato

3. SAGGIO DI EMBRIOTOSSICITÀ CON CRASSOSTREA GIGAS (METODO ASTM, 1998; US EPA, 1995; ICES, 2013).

Organismo modello

Crassostrea gigas è un mollusco bivalve endemico delle coste asiatiche dell'Oceano Pacifico. È conosciuta anche come ostrica concava, ostrica del Pacifico o ostrica giapponese. Tale specie si è

diffusa anche nell'Atlantico nord orientale ed in particolare in Francia, Portogallo e successivamente anche nel Mediterraneo; è diffusamente allevata, specialmente in Francia, tanto che rappresenta il 75% della produzione europea. Come tutti i bivalvi, soddisfa gran parte dei requisiti che devono possedere i buoni indicatori di tossicità: sono organismi di cui si hanno conoscenze biologiche approfondite e sono facilmente reperibili. Per i test ecotossicologici è possibile impiegare stadi molto sensibili del loro ciclo vitale, nonché disporre di end-point facilmente osservabili; è possibile utilizzare per i saggi stadi di sviluppo omogenei e, per tempi limitati, sono organismi facili da mantenere in laboratorio, nonché sufficientemente tolleranti alla manipolazione (Volpi Ghirardini et al., 2001). La sensibilità e la rapidità di risposta degli stadi larvali ed embrionali dei molluschi bivalvi come bioindicatori da usare in saggi di tossicità è ampiamente riconosciuta a livello internazionale (US EPA, 1995; ASTM, 1998).

Metodologia del Test - Principio

Nel saggio di embriotossicità, la valutazione della tossicità di inquinanti e matrici ambientali è basata sulla percentuale di “larve-D” (primo stadio della larva veliger) anormali trovate dopo la fertilizzazione delle uova e la successiva incubazione nell’acqua sotto investigazione per un certo periodo di tempo (24–48 ore, a seconda della specie impiegata). Durante tale periodo infatti l’organismo si trova in una fase particolarmente delicata dello sviluppo poiché si verificano delle importanti modificazioni fisiologiche che portano alla formazione dello stadio veliger e l’eventuale contatto con sostanze tossiche potrebbe provocare la morte, il rallentamento dello sviluppo, o uno sviluppo non corretto delle larve (Brunelli et al., 2004).

Allevamento riproduttori (organismi adulti)

I riproduttori *Crassostrea gigas* (esemplari di almeno un anno di età) sono stati acquistati da Guernsey Sea Farms (Channel Island, UK). I molluschi sono stati trasportati in laboratorio a secco, avvolti in un panno umido, all’interno di un contenitore termico. Sono stati così scartati gli animali già morti o compromessi per la perdita di acqua, poi sono stati esclusi tutti quegli organismi malformati o con evidenti segni di rottura della conchiglia. Successivamente i molluschi che hanno superato la selezione sono stati puliti dal detrito e dagli organismi epibionti (mediante raschiatura

manuale della conchiglia), sciacquati rapidamente sotto acqua corrente e stabulati per alcuni giorni in vasche con acqua di mare alla salinità del 25 ± 1 ‰ e temperatura di 24 ± 1 °C.

Metodo di ottenimento gameti

Prima di procedere alla fase di stimolazione chimica, i molluschi sono stati mantenuti a secco per alcune ore (pretrattamento). Come stimolante è stato impiegato il perossido di idrogeno (H₂O₂) secondo la metodica descritta da Morse et al. (1977) e modificata da Turolla et al. (2002a, 2002b). Temperatura e salinità sono rimaste invariate rispetto alle condizioni di mantenimento (25 ± 1 ‰; 24 ± 1 °C). Dopo 15 minuti di esposizione al perossido d'idrogeno in ambiente basico, si è provveduto al lavaggio dei molluschi e al loro trasferimento in acqua di stabulazione. Nei minuti successivi al trattamento, sono stati prontamente rimossi tutti gli organismi che mostravano emissione dei gameti, per essere posti singolarmente in vaschette contenenti 200 ml di acqua marina naturale filtrata (la stessa impiegata per la stabulazione, FNSW 0,45 µm), aerata per 24 ore prima dell'utilizzo e portata alla temperatura di 24°C. I gameti emessi durante i 15 minuti di trattamento con perossido di idrogeno sono stati scartati e, pertanto, non sono stati utilizzati per l'esecuzione dei test di embriotossicità.

Preparazione dell'elutriato

Gli elutriati sono stati preparati secondo la metodologia EPA (2001). Un'aliquota di sedimento viene prelevata ed unita, in una beuta, ad acqua di mare naturale filtrata (0.22 µm FNSW) in un rapporto 1:4, inteso come 1 parte di sedimento + 3 parti di acqua. Successivamente le beute vengono poste su un agitatore orbitale per 1 ora (T = 20 °C, buio). La miscela acqua/sedimento viene quindi centrifugata a 3000 rpm per 10 min, il surnatante viene prelevato e filtrato con filtro sterile da 0.22 µm. Tale preparato rappresenta l'elutriato tal quale (100%, ovvero non diluito) e viene conservato al buio a 4 °C. Il test di embriotossicità su *Crassostrea gigas* viene allestito entro 24 ore dalla preparazione dell'elutriato.

Fecondazione dei gameti

Una volta conclusa l'emissione dei gameti, gli organismi sono stati rimossi dalle camere test. Le uova sono state filtrate con un setaccio di maglia pari a 100 µm così da eliminare eventuali

impurità, e trasferite in un cilindro portando il volume della sospensione a 500 ml con acqua di mare naturale filtrata (0.22 μm FNSW) sempre alla temperatura di 22°C. In seguito, mantenendo in agitazione la sospensione di uova con l'aiuto di uno stantuffo (costituito da un bastone cui viene inserito ad una estremità un disco perforato), sono stati prelevati quattro campioni di 100 μl , ed il numero di uova presenti in tale aliquota è stato contato al microscopio ottico utilizzando camere di sedimentazione. Sono stati poi preparati poi 300 ml complessivi di soluzione di spermatozoi, ottenuti da almeno due maschi diversi, ed è stata osservata la mobilità dei gameti maschili al microscopio ottico. Si è proceduto quindi alla fecondazione unendo al beaker contenente le uova pochi millilitri di sospensione di spermatozoi (2-3 ml di sospensione di spermatozoi sono sufficienti a fecondare 3-4 milioni di uova), in modo da contare 10-20 spermatozoi attorno alla membrana di ciascun uovo (His et al., 1997). Dopo circa 15 minuti si è verificato al microscopio il successo della fecondazione: la quasi totalità delle uova (più del 90%) aveva forma rotondeggiante, mostrava la membrana di fertilizzazione e l'emissione del globulo polare. Le uova fecondate di *C. gigas* sono state quindi esposte all'elutriato del sedimento non diluito (100%) utilizzando piastre multi pozzetto in polistirene (sistema statico). In ogni pozzetto vengono posti 100 μl di uova fecondate (200-300 uova) in 10 ml di elutriato e incubati per 24 ore a 24 \pm 1°C, con fotoperiodo di 16 h luce: 8 h buio. Oltre al controllo in acqua di mare filtrata con un filtro a porosità di 0,22 μm (0.22 μm FNSW), è stato allestito un controllo positivo con Nitrato di rame (6-12-18-30-50 $\mu\text{g/l}$). Sono state allestite 3 repliche per i controlli e per l'elutriato. Al termine del periodo di incubazione (24 ore) i campioni sono stati fissati con 200 μl di Lugol.

Letture dei campioni

La lettura dei campioni è stata eseguita al microscopio ottico invertito, per ogni pozzetto (replica), sono state conteggiate le larve che avevano raggiunto un corretto e completo sviluppo dopo le 24 ore di incubazione (larve normali), fino ad arrivare ad un numero massimo pari a 100. La categoria di larve "normoformate" comprende i veliger vivi con completo e normale sviluppo della conchiglia (larve-D). La categoria di larve "non normoformate" include invece: uova segmentate, embrioni normali o malformati che non hanno raggiunto lo stadio di veliger, trocofore e pre-veliger; veliger con mantello che protrude dalla conchiglia, veliger con conchiglia incompleta, con incisioni nel margine, o con cerniera convessa. Il test viene considerato valido (ASTM, E 724-98) se al termine

delle 24 ore nel controllo più del 70% degli embrioni ha raggiunto uno sviluppo corretto e completo (ovvero la percentuale di larve normoformate nel controllo è ≥ 70 %).

Tabella 3: Sintesi delle condizioni del test di embriotossicità su larve di *Crassostrea gigas*.

Parametri del test	Condizioni del test
Organismo modello	<i>Crassostrea gigas</i>
Tipologia del test	Statico, 24 ore di esposizione
Matrice	Elutriato (1:4)
Temperatura	24 ± 1 °C
Contenitori per l'esposizione	Piastre multipozzetto in polistirene
Volume di soluzione per l'esposizione	10 ml
Inoculo larvale	100 µl (200-300 uova fecondate)
Illuminazione	fotoperiodo di 16 h luce: 8 h buio
Range di diluizioni del campione di elutriato	100 %
Numero di controlli	1 (n° 3 repliche)
Effetto indagato	% larve non normoformate
Tossico di riferimento	Nitrato di rame

RISULTATI

1. SAGGIO DI INIBIZIONE DELLA CRESCITA ALGALE SU *PHAEODACTYLUM TRICORNUTUM* (METODO UNI EN ISO 10253:2006).

A seguito vengono riportati i risultati delle prove eseguite per il saggio di inibizione della crescita algale su *Phaeodactylum tricornutum* per l'elutriato dei campioni di sedimento ACC01, ACC02.

Nei Rapporti di Prova (Tabelle 4 e 5) vengono riportati i parametri di controllo del saggio biologico ed i risultati ottenuti, espressi come valore di EC_{50} , ovvero la diluizione di elutriato cui corrisponde una inibizione della crescita algale pari al 50% rispetto al controllo.

Tabella 4: Rapporto di prova del test di inibizione della crescita algale con *P. tricornutum* per il campione di sedimento ACC01 (elutriato).

Campione	ACC01
Data campionamento	16/07/2019
Matrice	Elutriato (1:4)
Diluizioni testate	12.5 – 25 – 50 - 100%
Organismo test	<i>P. tricornutum</i>
Metodo utilizzato	UNI EN ISO 10253:2006
End-point misurato	Inibizione della crescita algale
Sostanza tossica di riferimento (controllo positivo)	Bicromato di Potassio
EC_{50} e limiti fiduciali (controllo positivo)	$EC_{50(72h)} = 21.1$ (17.9-24.9) mg/L
Range di riferimento (controllo positivo)	$EC_{50(72h)}$ ISO 10253(2006)= 20.1 ± 5.3 mg/L
Acqua usata per il test come controllo/diluente	Acqua di mare naturale filtrata 0.22 μ m (NFSW)
Parametri di controllo	Salinità = 37 ppt; T = 20°C
Nr. repliche	3
Tempo di esposizione	72 ore
EC_{50} con limiti fiduciali	$EC_{50(72h)} > 100$ %
Effetto percentuale medio alla conc. max	- 4.9 % (crescita rispetto al controllo)

Consiglio Nazionale delle Ricerche
IAS – Istituto per lo studio degli Impatti Antropici e Sostenibilità in ambiente marino

Dev. Std. Delle repliche alla conc. max	1.1
Criteri di accettabilità	Densità cellule algali nell'inoculo = 10^4 cell/ml; Densità cellule algali nel controllo dopo 72 ore = 1.45×10^6 cell/ml (deve presentare un fattore di incremento ≥ 16 dopo 72 ore)

Tabella 5: Rapporto di prova del test di inibizione della crescita algale con *P. tricorutum* per il campione di sedimento ACC02 (elutriato).

Campione	ACC02
Data campionamento	16/07/2019
Matrice	Elutriato (1:4)
Diluizioni testate	12.5 – 25 – 50 - 100%
Organismo test	<i>P. tricorutum</i>
Metodo utilizzato	UNI EN ISO 10253:2006
End-point misurato	Inibizione della crescita algale
Sostanza tossica di riferimento (controllo positivo)	Bicromato di Potassio
EC₅₀ e limiti fiduciali (controllo positivo)	EC _{50(72h)} = 21.1 (17.9-24.9) mg/L
Range di riferimento (controllo positivo)	EC _{50(72h)} ISO 10253(2006)= 20.1 ± 5.3 mg/L
Acqua usata per il test come controllo/diluente	Acqua di mare naturale filtrata 0.22 µm (NFSW)
Parametri di controllo	Salinità = 37 ppt; T = 20°C
Nr. repliche	3
Tempo di esposizione	72 ore
EC₅₀ con limiti fiduciali	EC _{50(72h)} > 100 %
Effetto percentuale medio alla conc. max	- 2.3 % (crescita rispetto al controllo)
Dev. Std. Delle repliche alla conc. max	2.02
Criteri di accettabilità	Densità cellule algali nell'inoculo = 10^4 cell/ml; Densità cellule algali nel controllo dopo 72 ore = 1.45×10^6 cell/ml (deve presentare un fattore di incremento ≥ 16 dopo 72 ore)

2. SAGGIO DI MORTALITA' PER I NAUPLII DEL CROSTACEO *AMPHIBALANUS AMPHITRITE* (NORMA UNICHIM 2245/2011).

A seguito vengono riportati i risultati delle prove eseguite per il saggio di mortalità sui nauplii del crostaceo *A. amphitrite* per l'elutriato dei campioni di sedimento ACC01, ACC02.

Nei Rapporti di Prova (Tabelle 6 e 7) vengono riportati i parametri di controllo del saggio biologico ed i risultati ottenuti, espressi come valore di EC_{50} , ovvero la diluizione di elutriato cui corrisponde una mortalità pari al 50% rispetto al controllo.

Tabella 6: Rapporto di prova del test di mortalità sui nauplii di *A. amphitrite* per il campione di sedimento ACC01 (elutriato).

Campione	ACC01
Data campionamento	16/07/2019
Matrice	Elutriato (1:4)
Diluizioni testate	12.5 – 25 – 50 – 100%
Organismo test	<i>A. amphitrite</i>
Metodo utilizzato	Metodo UNICHIM 2245/2011
End-point misurato	Mortalità
Sostanza tossica di riferimento (controllo positivo)	Cadmio Nitrato
EC_{50} e limiti fiduciali (controllo positivo)	$EC_{50(48h)} = 0,75 (0,68-0,82)$ mg/L
Range di riferimento (controllo positivo)	$EC_{50(48h)}$ M.U.2245/2011=0.49 (0.41-0.57) mg/L
Acqua usata per il test come controllo/diluente	Acqua di mare naturale filtrata 0.22 μ m (NFSW)
Parametri di controllo	Salinità = 37 ppt; T = 20°C
Nr. repliche	3
Tempo di esposizione	48 ore
EC_{50} con limiti fiduciali	$EC_{50(48h)} > 100\%$
Effetto percentuale medio alla conc. Max	3.2 %
Dev. Std. Delle repliche alla conc. max	1.4
Criteri di accettabilità	Mortalità nel controllo negativo = 2.9 % (deve essere

Consiglio Nazionale delle Ricerche
IAS – Istituto per lo studio degli Impatti Antropici e Sostenibilità in ambiente marino

	< 10%)
--	--------

Tabella 7: Rapporto di prova del test di mortalità sui nauplii di *A. amphitrite* per il campione di sedimento ACC02 (elutriato).

Campione	ACC02
Data campionamento	16/07/2019
Matrice	Elutriato (1:4)
Diluizioni testate	12.5 – 25 – 50 – 100%
Organismo test	<i>A. amphitrite</i>
Metodo utilizzato	Metodo UNICHIM 2245/2011
End-point misurato	Mortalità
Sostanza tossica di riferimento (controllo positivo)	Cadmio Nitrato
EC₅₀ e limiti fiduciali (controllo positivo)	EC _{50(48h)} = 0,75 (0,68-0,82) mg/L
Range di riferimento (controllo positivo)	EC _{50(48h)} M.U.2245/2011=0.49 (0.41-0.57) mg/L
Acqua usata per il test come controllo/diluente	Acqua di mare naturale filtrata 0.22 µm (NFSW)
Parametri di controllo	Salinità = 37 ppt; T = 20°C
Nr. repliche	3
Tempo di esposizione	48 ore
EC₅₀ con limiti fiduciali	EC _{50(48h)} > 100%
Effetto percentuale medio alla conc. Max	1.4 %
Dev. Std. Delle repliche alla conc. max	1.2
Criteri di accettabilità	Mortalità nel controllo negativo = 0 (deve essere < 10%)

2. SAGGIO DI EMBRIOTOSSICITA' SU *CRASSOSTREA GIGAS* (ISO 17244:2015)

A seguito vengono riportati i risultati delle prove eseguite per il saggio di embriotossicità su *Crassostrea gigas* per l'elutriato dei campioni di sedimento ACC01, ACC02.

Nei Rapporti di Prova (Tabelle 8 e 9) vengono riportati i parametri di controllo del saggio biologico ed i risultati ottenuti (espressi come valore di EC50, ovvero la diluizione di elutriato cui corrisponde una percentuale di larve malformate pari al 50% rispetto al controllo).

Tabella 8: Rapporto di prova del test di embriotossicità su *C. gigas* dopo 24 ore di contatto con l'elutriato del campione di sedimento ACC01.

Campione	ACC01
Data campionamento	16/07/2019
Matrice	Elutriato (1:4)
Diluizioni testate	25 – 50 - 100%
Organismo test	<i>Crassostrea gigas</i>
Metodo utilizzato	ISO 17244:2015
End-point misurato	Numero di larve (veliger) malformate
Sostanza tossica di riferimento (controllo positivo)	Nitrato di Rame
EC₅₀ e limiti fiduciali (controllo positivo)	EC _{50(24h)} = 14.44 (12.61-16.53) µg/L
Range di riferimento (controllo positivo)	EC _{50(24h)} Cachot et al.(2013)= 12.5 (11.0-14.2) µg/L
Acqua usata per il test come controllo/diluyente	Acqua di mare naturale filtrata 0.22 µm (NFSW)
Parametri di controllo	Salinità = 37 ppt; T = 18°C
Nr. repliche	3
Tempo di esposizione	24 ore
EC₅₀ con limiti fiduciali	EC _{50(72h)} > 100 %
Effetto percentuale medio alla conc. max	9.7 %
Dev. Std. Delle repliche alla conc. max	2.1
Criteri di accettabilità	Percentuale di larve (veliger) normoformati nel controllo = 90.3 % (deve essere > 70%)

Tabella 9: Rapporto di prova del test di embriotossicità su *C. gigas* dopo 24 ore di contatto con l'elutriato del campione di sedimento ACC02.

Campione	ACC02
Data campionamento	16/07/2019
Matrice	Elutriato (1:4)
Diluizioni testate	25 – 50 - 100%
Organismo test	<i>Crassostrea gigas</i>
Metodo utilizzato	ISO 17244:2015
End-point misurato	Numero di larve (veliger) malformate
Sostanza tossica di riferimento (controllo positivo)	Nitrato di Rame
EC₅₀ e limiti fiduciali (controllo positivo)	EC _{50(24h)} = 14.44 (12.61-16.53) µg/L
Range di riferimento (controllo positivo)	EC _{50(24h)} Cachot et al.(2013)= 12.5 (11.0-14.2) µg/L
Acqua usata per il test come controllo/diluyente	Acqua di mare naturale filtrata 0.22 µm (NFSW)
Parametri di controllo	Salinità = 37 ppt; T = 18°C
Nr. repliche	3
Tempo di esposizione	24 ore
EC₅₀ con limiti fiduciali	EC _{50(72h)} > 100 %
Effetto percentuale medio alla conc. max	10.3 %
Dev. Std. Delle repliche alla conc. max	1.5
Criteri di accettabilità	Percentuale di larve (veliger) normoformati nel controllo = 90.3 % (deve essere > 70%)

SINTESI DEI RISULTATI

I risultati ottenuti applicando la batteria di saggi ecotossicologici sui campioni di sedimento inviati da Lithos S.r.l. (campioni ACC01, ACC02) possono essere sintetizzati come segue. Come detto nell'introduzione, date le basse percentuali di pelite (< 10%) presenti nei campioni, la prova su fase solida non è stata applicata, ed i tre biosaggi previsti dal DM 173 sono stati eseguiti utilizzando la fase liquida (elutriato 1:4): due saggi sono stati allestiti utilizzando organismi appartenenti alla tipologia 2 della Tabella 2.3, il terzo saggio ha invece previsto l'utilizzo di un organismo appartenente alla tipologia 3.

Per il primo saggio di tipologia 2 su fase liquida è stato eseguito il test di inibizione della crescita algale sulla specie *Phaeodactylum tricorutum*. L'elutriato è stato saggiato, per entrambe i campioni, nel seguente range di diluizioni: 12.5 – 25 – 50 – 100%. Il saggio di inibizione della crescita algale ha evidenziato, dopo 72 ore di contatto, valori di EC₅₀ (ovvero la diluizione di elutriato in grado di inibire del 50% la crescita algale rispetto al controllo) superiori al 100% (ovvero la massima diluizione saggiata), indicando quindi una totale assenza di effetto tossico per tali sedimenti nei confronti di questo organismo modello (tossicità assente o trascurabile).

Il secondo saggio ecotossicologico (tipologia 2) su fase liquida ha previsto l'utilizzo della fase larvale (nauplii II stadio) del crostaceo *Amphibalanus amphitrite* e prevedeva come end-point la stima della mortalità naupliare dopo 48 ore di contatto con i campioni in esame (elutriato dei sedimenti). L'elutriato è stato saggiato nel seguente range di diluizioni: 12.5 – 25 – 50 – 100%. Il valore di EC₅₀ (ovvero la diluizione di elutriato in grado di determinare la mortalità per il 50% degli organismi esposti) è risultato essere superiore al 100% per entrambe i campioni. Anche per tale organismo modello viene quindi riscontrata una completa assenza di tossicità per i sedimenti ACC01 ed ACC02 (percentuali di mortalità dopo 48 ore pari a 3.2 ed 1.4 % rispettivamente).

Il terzo saggio ecotossicologico su fase liquida (Tipologia 3) è stato eseguito sugli embrioni del mollusco bivalve *Crassostrea gigas* e prevedeva come end-point la stima del numero di larve normoformate dopo 24 ore di contatto con i campioni in esame (elutriato dei sedimenti). L'elutriato è stato saggiato nel seguente range di diluizioni: 12.5 – 25 – 50 – 100%. Il valore di EC₅₀ (ovvero la diluizione di elutriato in grado di determinare un numero di embrioni malformati superiore al 50% rispetto al controllo) è risultato essere superiore al 100% per entrambe i campioni, che presentavano

dopo le 24 ore percentuali di larve normoformate paragonabili a quelle del controllo (percentuale di larve normoformate dopo 24 ore: 90.3 % ACC01; 89.7 % ACC02; 90.3 % controllo).

Integrazione ponderata dei risultati

Come previsto dall'Allegato Tecnico del Decreto attuativo dell'art. 109, comma 2 lettera a) del D.lgs. 152/2006 (G.U. del 06/09/2016), la classificazione ecotossicologica dei campioni di sedimento ACC01 ed ACC02 è stata eseguita utilizzando i criteri di integrazione ponderata indicati nell'Allegato Tecnico medesimo, che considerano aspetti importanti e caratteristiche specifiche dei saggi biologici inclusi nella batteria utilizzata, tra cui ad esempio la severità dell'effetto (inteso come gravità del danno biologico misurato), la tipologia di esposizione (acuta o cronica) e la rappresentatività ambientale della matrice testata (sedimento tal quale o elutriato).

Per l'attribuzione del Livello di Pericolo (Hazard Quotient) della batteria di saggi ecotossicologici ($HQ_{batteria}$) e specifico di ogni singolo saggio ($HQ_{specifico}$), è stato utilizzato il modello SediQualSoft 109.0[®] versione 1.0, un software per la classificazione della qualità dei sedimenti marini e salmastri ai sensi del D.M. 173 del 15 luglio 2016. Tale software è stato fornito da ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale). Il modello è in grado di eseguire una integrazione dei dati, attribuire un peso ad ogni risultato in funzione della rilevanza dell'endpoint biologico, la matrice ed il tempo di esposizione, e formulare un giudizio di tossicità finale, ovvero un indice di pericolo complessivo della batteria di saggi ($HQ_{batteria}$) che viene calcolato come sommatoria degli "effetti pesati" dei singoli saggi corretti secondo un fattore che corrisponde al prodotto dei pesi assegnati ad ogni saggio in funzione della rilevanza biologica dell'end-point considerato, della rilevanza ecologica della matrice e della tipologia di esposizione (acuta o cronica).

L'indice $HQ_{batteria}$ ottenuto viene normalizzato ad una scala compresa tra 0 e 10, dove 10 corrisponde al valore massimo della batteria (quando tutti i saggi mostrano il 100% di effetto). A seconda del valore dell' $HQ_{batteria}$ normalizzato, il livello di pericolo ecotossicologico viene attribuito ad una classe di gravità (da assente a molto alto), secondo quanto riportato nella tabella 10.

Tabella 10: Classi di pericolo ecotossicologico rispetto ai valori di HQ (Hazard Quotient) della batteria di saggi.

HQ batteria	Classe di Pericolo Ecotossicologico
< 1	Assente
≥ 1 – 1.5	Basso
≥ 1.5 – 3.0	Medio
≥ 3.0 – 6.0	Alto
≥ 6.0 – 10.0	Molto alto

I dati ecotossicologici ottenuti dai tre saggi eseguiti su ogni campione sono stati importati nel modello SediQualSoft 109.0[®] ed elaborati al fine di ottenere un giudizio sintetico del livello di pericolo. I valori complessivi di HQ_{batteria} e specifici ottenuti per ogni singolo saggio ecotossicologico (HQ_{specifico}) per i campioni di sedimento ACC01 ed ACC02 sono riportati nella tabella a seguito (Tabella 11).

Tabella 11: Livello di pericolo (HQ_{batteria}) della batteria di saggi ecotossicologici e livello di pericolo specifico di ogni saggio (HQ_{specifico}) ottenuti tramite il modello SediQualSoft 109.0[®] per i campioni di sedimento ACC01 ed ACC02.

Campione	HQ _{batteria}	HQ _{specifico} <i>P. tricornerutum</i>	HQ _{specifico} <i>A. amphitrite</i>	HQ _{specifico} <i>C. gigas</i>	Classe di gravità del pericolo ecotossicologico
ACC01	0	0	0.02	0	ASSENTE
ACC02	0.02	0	0.06	0.01	ASSENTE

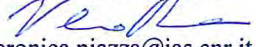
Come riportato nella Tabella 11, la classe di gravità del pericolo ecotossicologico della batteria di saggi (HQ_{batteria}) eseguiti risulta essere ASSENTE per entrambe i campioni. Come evidenziato dai valori relativi all’HQ specifico, per tutti e tre gli organismi modello l’elutriato dei sedimenti non ha determinato effetti di tossicità.

CONCLUSIONI

Il risultato della classificazione ecotossicologica, eseguita secondo le indicazioni dell'Allegato Tecnico del Decreto attuativo dell'art. 109, comma 2 lettera a) del D.lgs. 152/2006 (G.U. del 06/09/2016), dei sedimenti prelevati a cura di Lithos S.r.l. presso il Porto di Fertilia (SS), porta a collocare i campioni ACC01 ed ACC02 nella classe di pericolo ecotossicologico ASSENTE. L'integrazione di tale dato con la classificazione chimica dei medesimi campioni di sedimento, fornirà le indicazioni utili a definire le opzioni di gestione del materiale di escavo.

I Responsabili della sperimentazione

Dr.ssa Veronica Piazza


E-mail: veronica.piazza@ias.cnr.it



Dr.ssa Elisa Costa

E-mail: elisa.costa@ias.cnr.it

Il Responsabile di IAS CNR Genova
Dr. Marco Faimali

