SEGNATURA: 0385069|03/04/2023|R_MARCHE|GRM|VAAM|A|410.10.10/2023/VAAM/329

Protocollo in Partenza COMUNE DI NUMANA Prot.0005681-03/04/2023-c_f978-PG-SET4-P

COMUNE DI NUMANA

INDAGINI AMBIENTALI E MONITORAGGI ASSOCIATI AI LAVORI DI ESCAVO DEL PORTO DI NUMANA



OPERATORE SCIENTIFICO:
CNR – IRBIM ANCONA

COORDINATORE E RESPONSABILE SCIENTIFICO:
ANGELA SANTELLI

STESURA PIANO A CURA DI:
ANGELA SANTELLI
ALESSANDRA SPAGNOLO
GIANNA FABI

Ancona, marzo 2023

Protocollo in Partenza COMUNE DI NUMANA Prot.0005681-03/04/2023-c_f978-PG-SET4-P

INDICE

1. PREMESSA....1
2. AREA DI IMMERSIONE IN MARE....2
2.1. INDAGINI ANTE-OPERAM....3
2.1.1. GEOMORFOLOGIA DEL FONDALE....4
2.1.1.1 Rilevazione con Multibeam Echosounder (MBES)....4
2.1.1.2 Rilevazione con Side Scan Sonar (SSS)....4
2.1.1.3 Rilevazione con Sub Bottom Profiler (SBP)....4
2.1.2 FISICA E CHIMICA DEI SEDIMENTI....4
2.1.3 ECOTOSSICOLOGIA DEI SEDIMENTI....7
2.1.4 VALUTAZIONE DEI LIVELLI DI BIOACCUMULO DI INQUINANTI ORGANICI E INORGANICI IN ORGANISMI SENTINELLA....7
2.1.5 VALUTAZIONE DELLA MORTALITÀ E DELLE RISPOSTE BIOLOGICHE DI STRESS (BIOMARKERS) IN ORGANISMI SENTINELLA....8
2.1.6 INDAGINI SULLE COMUNITÀ BENTONICHE....9
2.2. INDAGINI POST-OPERAM....10
2.2.1. EVENTUALI INDAGINI AGGIUNTIVE....10
2.2.1.1 Indagini con videocamera subacquea....10
3. CONSEGNA DEGLI ELABORATI....10
4. LETTERATURA CITATA....11

Protocollo in Partenza COMUNE DI NUMANA Prot.0005681-03/04/2023-c_f978-PG-SET4-P

1. PREMESSA

Il Comune di Numana ha espresso la necessità di effettuare un intervento di dragaggio del proprio porto che prevede la movimentazione di circa 12.000 m^3 di materiale che potranno essere conferiti presso l'attuale area di immersione situata al largo di Ancona.

A tale scopo, il Comune di Numana, Prot. n. 97449 del 31/03/2023, ha incaricato il CNR-IRBIM di Ancona di redigere e attuare un piano di monitoraggio relativo all'immersione in mare dei suddetti sedimenti al fine di verificare eventuali impatti determinati da tale operazione sull'ecosistema presente nell'area.

Di seguito viene quindi proposto il piano di monitoraggio presso l'area di immersione a mare tenendo conto sia delle analisi già svolte in tale area in fase di caratterizzazione (2013; Punzo *et al*., 2014) sia del principio di gradualità indicato nel Cap. 3.3 del Decreto attuativo dell'art. 109, comma 2 lettera a), D.lgs. 152/2006 e ss.mm.ii. - Allegato tecnico, secondo cui "*il numero delle stazioni di campionamento e i parametri da monitorare nella colonna d'acqua, nel sedimento superficiale e nel biota devono essere commisurati alla qualità e alla quantità di materiali da sottoporre a movimentazione, alla durata e alle modalità operative relative alla localizzazione degli specifici interventi*".

Si specifica che, qualora in corso d'opera se ne ravvisi la necessità, il piano di monitoraggio proposto potrà essere modificato e/o integrato con campionamenti e analisi aggiuntive in relazione alle modalità di svolgimento delle operazioni di conferimento, previo accordo con il Comune di Numana.

Protocollo in Partenza COMUNE DI NUMANA Prot.0005681-03/04/2023-c_f978-PG-SET4-P

2. AREA DI IMMERSIONE IN MARE

L'attuale area di conferimento a mare dei sedimenti portuali è situata a una distanza di circa 4,8 mn a NE del porto di Ancona e a circa 4 mn dalla costa, a una profondità compresa tra 24 e 30 m (fig. 1) e ha come vertici i seguenti punti e corrispondenti coordinate geografiche:

A = 43°41',70N 13°36',70E

B = 43°40',15N 13°38',90E

C = 43°39',10N 13°37',50E

D = 43°40',70N 13°35',20E

L'area ha dimensioni di 2,3 x 1,5 mn per cui, considerando una ricopertura massima di 5 cm, spessore ritenuto compatibile con i processi di ricolonizzazione da parte degli organismi bentonici (ICRAM-APAT, 2007), è stato stimato che sia in grado di ricevere circa 590.000 m^3 di materiale.

Al fine di ottimizzare la gestione dell'area in oggetto, tale area è stata suddivisa in 4 celle, ciascuna avente dimensioni di 1,15x0,75 mn e in grado di ricevere circa 83.000 m^3 di sedimenti. Di queste celle, per l'immersione dei materiali provenienti dal porto di Numana può essere utilizzata la n. 3 essendo le altre ormai completate (fig. 1).

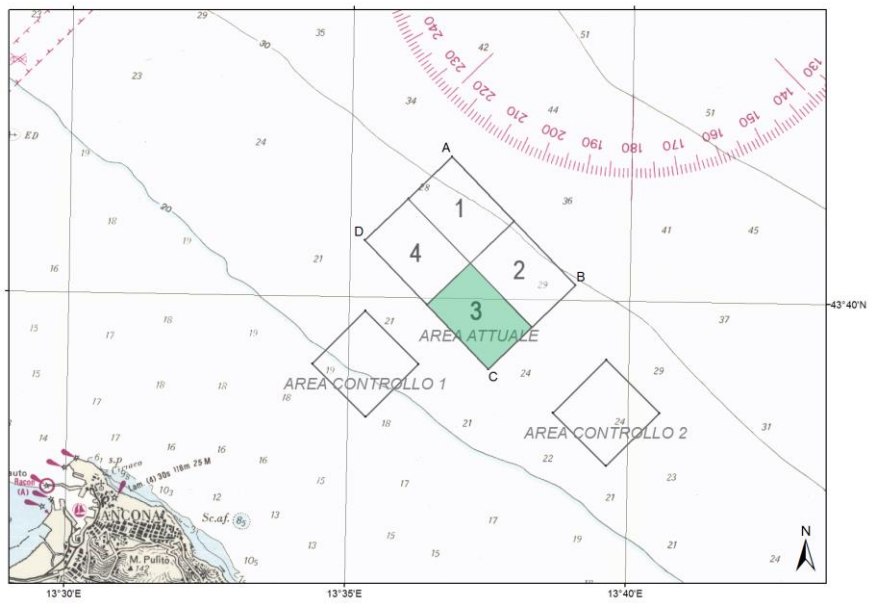


Fig. 1 – Ubicazione dell'area di conferimento (ABCD) e delle due aree di controllo. In verde la cella n. 3 da utilizzare per le operazioni di immersione dei materiali provenienti dalle operazioni di escavo del porto di Numana.

Tale cella è stata parzialmente utilizzata tra il 2019 e il 2020 per il conferimento dei sedimenti provenienti dai lavori di dragaggio dei porti di Civitanova Marche e di Numana (rispettivamente

Protocollo in Partenza COMUNE DI NUMANA Prot.0005681-03/04/2023-c_f978-PG-SET4-P

11.200 m^3 e circa 17.500 m^3), nel 2021 per l'immersione dei sedimenti provenienti dal porto turistico di Marina Dorica Spa (8.084,5 m^3) e dal porto di Numana (8.850 m^3), e nel 2022 per il dragaggio del porto di Numana (10.130 m^3), per cui ha ancora una capacità residua di circa 27.000 m^3 di materiale.

Al fine di ottenere una migliore gestione del conferimento dei sedimenti, evitare accumuli di materiale sul fondale della cella interessata ed eventuali fuoriuscite del materiale immerso dal perimetro della stessa, è stato deciso di suddividere la cella 3 in n. 8 settori, lasciando una fascia perimetrale di rispetto di 100 m lungo il contorno della cella (fig. 2).

Le operazioni di immersione dovranno essere effettuate mantenendo il mezzo in continuo e lento movimento nel centro di ciascun settore al fine di assicurare una distribuzione uniforme del materiale dragato all'interno della cella.

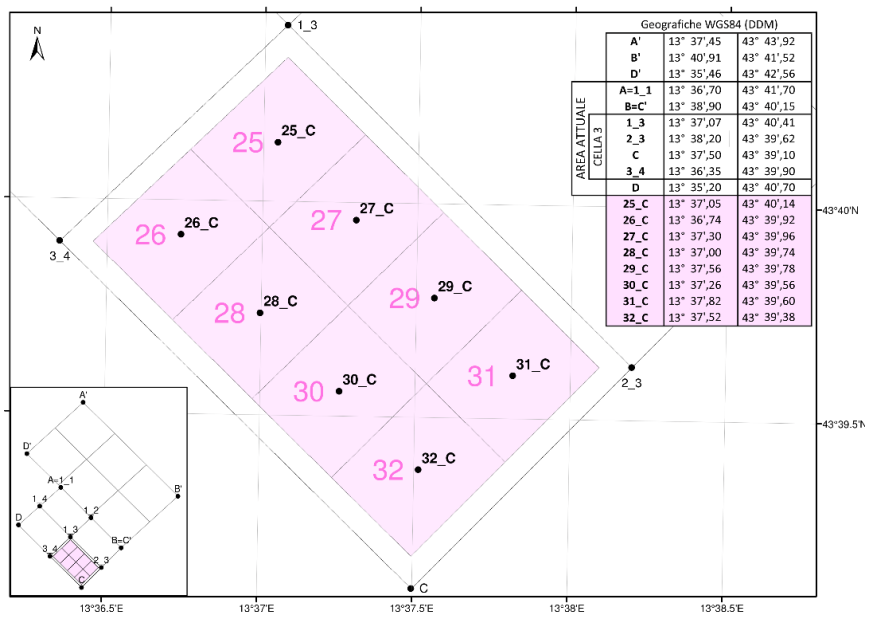


Fig. 2 – Suddivisione della cella 3 in 8 settori e fascia perimetrale di rispetto di 100 m.

2.1. INDAGINI ANTE-OPERAM

Il monitoraggio ambientale relativo alla fase ante-operam comprende indagini ambientali sui seguenti comparti:

- geomorfologia del fondale;
- fisica e chimica dei sedimenti;
- ecotossicologia dei sedimenti;
- bioaccumulo e biomarkers in organismi sentinella;
- comunità macrozoobentonica.

Protocollo in Partenza COMUNE DI NUMANA Prot.0005681-03/04/2023-c_f978-PG-SET4-P

Nell'ottobre 2022 nella cella 3 è stato effettuato il survey post-operam associato al conferimento da parte del Comune di Numana per l'annualità 2022, che aveva accertato l'idoneità della cella 3 a ricevere ulteriori materiali (Santelli *et al*., 2023). Pertanto, se il nuovo conferimento dei materiali dovesse avvenire entro 6 mesi da tale monitoraggio (fine aprile/inizio maggio 2023), le indagini condotte nel survey post-operam 2022 avranno anche funzione di ante-operam per la nuova immersione, per cui questa fase potrà essere omessa.

2.1.1. GEOMORFOLOGIA DEL FONDALE

2.1.1.1 RILEVAZIONE CON MULTIBEAM ECHOSOUNDER (MBES)

Al fine di identificare eventuali accumuli presenti sul fondale della cella 3 dovuti ai precedenti conferimenti di materiale, verrà effettuato un rilievo tramite Multibeam Echosounder Kongsberg EM3002 provvisto di doppia testa prima del conferimento.

L'intera area della cella verrà coperta con transetti paralleli alla linea di costa e distanziati l'uno dall'altro in modo da assicurare una sovrapposizione minima del 10%.

Sarà prodotta una carta batimetrica con curve di livello ogni 0,25/0,50 m in scala 1:2500.

2.1.1.2 RILEVAZIONE CON SIDE SCAN SONAR (SSS)

Il rilievo con sistema acustico ad alta frequenza a scansione laterale (Side Scan Sonar) verrà condotto ad integrazione del MBES per avere una maggiore definizione delle immagini del fondale.

I sonogrammi acquisiti verranno processati al fine di elaborare una carta morfologica con ubicazione dei materiali presenti sul fondale in scala 1:2500.

2.1.1.2 RILEVAZIONE CON SUB BOTTOM PROFILER (SBP)

Una volta identificati e mappati gli eventuali depositi già presenti sul fondale con il MBP e SSS, mediante opportuno software di navigazione saranno posizionate alcune rotte da eseguire con un sistema geofisico superficiale ad alta definizione SBP, al fine di definire eventuali spessori e stato di consistenza.

2.1.2 FISICA E CHIMICA DEI SEDIMENTI

Il campionamento verrà condotto all'interno della cella 3 e in due aree di controllo precedentemente individuate durante la fase di caratterizzazione (Punzo *et al*., 2014; fig. 3). Tali aree hanno ciascuna dimensioni di circa 1,0 x 1,0 mn e sono poste su batimetriche e

Protocollo in Partenza COMUNE DI NUMANA Prot.0005681-03/04/2023-c_f978-PG-SET4-P

tipologia di fondale simili a quelle dell'area oggetto di indagine: l'area di controllo 1 si trova a circa 0,6 mn in direzione della costa e l'area di controllo 2 è sita a 1,0 mn in direzione Sud-Est. All'interno della cella e di ciascuna area di controllo i prelievi verranno effettuati in 3 stazioni scelte di volta in volta in maniera random per tenere conto della variabilità ambientale ed evitare eventuali errori sistematici che possono intervenire in un campionamento a stazioni fisse.

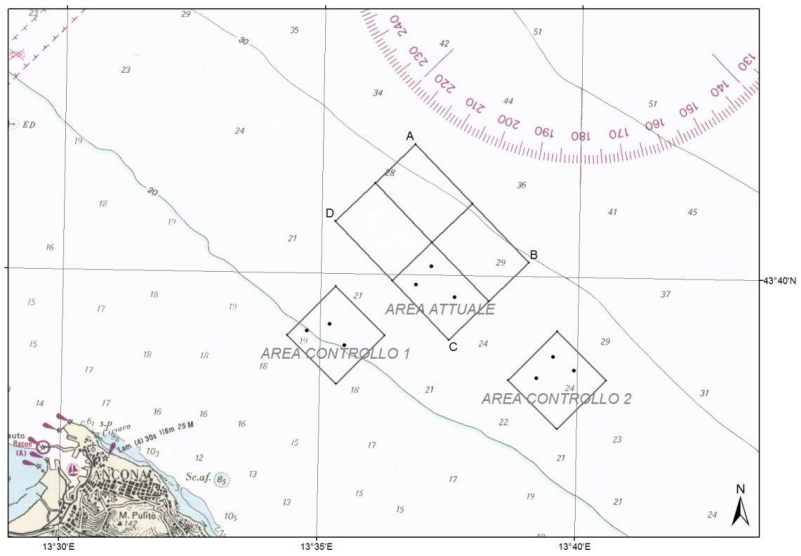


Fig. 3 – Schema di campionamento per le indagini sedimentologiche e delle comunità bentoniche nella cella 3 dell'attuale area di immersione a mare (ABCD). Area Controllo 1 e Area Controllo 2 = zone di controllo. I punti delle stazioni all'interno di ciascuna area (cella n. 2 e controlli) sono puramente indicativi.

Le coordinate dei vertici relativi alle due aree di controllo sono riportate in Tab. 1.

In ogni stazione verranno prelevate, tramite "box-corer", porzioni di sedimento ripartite in due aliquote da preparare per l'invio in laboratorio.

Tab. 1 – Coordinate geografiche dei vertici delle aree di controllo (Area Controllo 1 e Area Controllo 2).

	Latitudine	**Longitudine**
Area Controllo 1	43°39',78N	13°35',13E
	43°39',14N	13°36',18E
	43°38',43N	13°35',23E
	43°39',10N	13°34',24E
Area Controllo 2	43°39',22N	13°39',59E
	43°38',61N	13°40',62E
	43°37',91N	13°39',72E
	43°38',52N	13°38',65E

In situ verranno rilevati:

- aspetto macroscopico (colore, odore, eventuale presenza di frammenti di conchiglie,

Protocollo in Partenza COMUNE DI NUMANA Prot.0005681-03/04/2023-c_f978-PG-SET4-P

concrezioni, ecc.);
- tessitura;
- presenza di strutture sedimentarie di varia natura.

In laboratorio, invece, verranno analizzati i seguenti parametri fisici e chimici di cui alle Tabb. 2.4 e 2.6 del Decreto attuativo dell'art. 109, comma 2 lettera a), D.lgs. 152/2006 e ss.mm.ii. - Allegato tecnico:

- granulometria (frazioni granulometriche al 1/2φ);
- carbonio organico totale (espresso in mg/kg di sostanza secca);
- composti organostannici (sommatoria: Monobutil, Dibutil e Tributil stagno o Stagno organico);
- metalli pesanti (mg/kg di sostanza secca): Alluminio, Arsenico, Cromo VI, Cadmio, Cromo, Ferro, Mercurio, Nichel, Piombo, Rame, Vanadio, Zinco;
- Idrocarburi totali (distinti in C≤12 e C>12);
- Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) - verranno considerati i 16 IPA indicati dall'Environmental Protection Agency come contaminanti di rilevante importanza tossicologica: Acenaftilene Acenaftene, Antracene, Crisene, Fenantrene, Fluorantene, Fluorene, Naftalene, Benzo[a]Pirene, Indopirene, Benzo[b]Fluorantene, Benzo[k]Fluorantene, Benzo[ghi]Perilene, Pirene, Benza[a]Antracene, Dibenz[a,h]Antracene, Indeno[1,2,3-cd]Pirene;
- Pesticidi Organoclorurati (POC): Aldrin, Dieldrin, Endrin, α-esaclorocicloesano, β-esaclorocicloesano, γ- esaclorocicloesano (Lindano), DDD, DDT, DDE (per ogni sostanza verrà fornita la somma degli isomeri 2,4 e 4,4), Eptacloro, Eptacloro epossido, Clordano;
- Policlorebifenili (PCB): PCB 28, PCB 52, PCB 77, PCB 81, PCB 101, PCB 118, PCB 126, PCB 128, PCB 138, PCB 153, PCB 156, PCB 169, PCB 180 e loro sommatoria;
- Clorobenzeni: Esaclorobenzene;
- Sommatoria T.E. PCDD, PCDF e PCB Diossina simili.

Le analisi riguardanti la quantificazione delle concentrazioni dei composti organostannici verranno effettuate sui sedimenti di 1/3 delle stazioni individuate in ciascuna area (cella 3, area di controllo 1, area di controllo 2). Le altre analisi verranno condotte su tutte le stazioni campionate.

Le analisi chimiche e fisiche sui sedimenti saranno effettuate da un laboratorio accreditato per le prove precedentemente elencate.

Protocollo in Partenza COMUNE DI NUMANA Prot.0005681-03/04/2023-c_f978-PG-SET4-P

2.1.3 ECOTOSSICOLOGIA DEI SEDIMENTI

Le analisi verranno effettuate su 1/3 delle stazioni individuate in ciascuna area (cella 3, area di controllo 1, area di controllo 2) per le indagini fisiche e chimiche dei sedimenti (cfr. Cap. 2.1.2)
Verranno utilizzati organismi rappresentativi dei diversi livelli trofici:

- *Dunaliella tertiolecta* (saggio di inibizione della crescita algale);
- *Vibrio fischeri* (valutazione della variazione della bioluminescenza)*;*
- *Crassostrea gigas* (test di embriotossicità).

In Tab. 2 sono riportate le metodologie di riferimento che verranno adottate per ciascuna delle analisi sopra descritte.

2.1.4 VALUTAZIONE DEI LIVELLI DI BIOACCUMULO DI INQUINANTI ORGANICI E INORGANICI IN ORGANISMI SENTINELLA

Le analisi saranno effettuate sui sedimenti delle stesse stazioni utilizzate per le indagini ecotossicologiche (cfr. Cap. 2.1.3.).
La valutazione dei livelli di bioaccumulo servirà per identificare eventuali variazioni delle concentrazioni di alcuni metalli pesanti e composti organici di rilevanza ambientale in esemplari del polichete *Hediste diversicolor*, previamente analizzati e posti per 28 gg nel sedimento da testare.
Una serie di caratteristiche, infatti, rende i policheti particolarmente idonei alla valutazione dell'impatto di sostanze inquinanti nel sedimento marino. L'importanza di questi organismi nell'analisi degli effetti dei composti tossici è stata riconosciuta da differenti organizzazioni ambientali e ha portato alla stesura di linee guida europee su test di tossicità standard applicati sui policheti (ASTM, 1998; ASTM, 2000a; ASTM, 2000b).
Per le analisi chimiche verranno utilizzati campioni di tessuto provenienti da pool di 5 individui compresi in un range ristretto di taglie posti sui sedimenti di ogni stazione. Per ciascuna classe e/o gruppo di classi verranno misurate le concentrazioni di:

- Materia Organica Estratta (MOE);
- IPA: verranno considerati i 16 IPA indicati dall'Environmental Protection Agency come contaminanti di rilevante importanza tossicologica;
- Metalli pesanti: Alluminio, Arsenico, Bario, Cadmio, Cromo, Ferro, Mercurio, Nichel, Piombo, Rame, Vanadio, Zinco.

Protocollo in Partenza COMUNE DI NUMANA Prot.0005681-03/04/2023-c_f978-PG-SET4-P

2.1.5 VALUTAZIONE DELLA MORTALITÀ E DELLE RISPOSTE BIOLOGICHE DI STRESS (BIOMARKERS) IN ORGANISMI SENTINELLA

L'utilizzo di indici biologici di stress subletale (biomarker) permetterà di valutare il livello di rischio a cui gli organismi sono sottoposti, fornendo informazioni di tipo sia qualitativo che quantitativo dell'eventuale sindrome di stress.

Le analisi saranno effettuate sui sedimenti delle stesse stazioni utilizzate per le caratteristiche ecotossicologiche e i test di bioaccumulo (cfr. Capp. 2.1.3 e 2.1.4) e saranno volte a valutare sia i tassi di mortalità, sia eventuali alterazioni biochimiche e cellulari nei medesimi esemplari di *H. diversicolor* posti a contatto per 28 gg con i sedimenti da testare nel corso dei test di bioaccumulo (cfr. Cap. 2.1.4.).

Per le analisi biologiche verranno utilizzati 10-15 individui/stazione compresi in un range ristretto di taglie. Per ciascuna classe e/o gruppo di classi verranno misurati i seguenti indici:

- test di stabilità delle membrane lisosomiali;
- attività dell'enzima catalasi e livelli di malondialdeide;
- frequenze di micronuclei;
- livelli di lipofuscine e lipidi neutri.

In Tab. 2 sono riportate le metodologie di riferimento che verranno adottate per ciascuna delle analisi sopra descritte.

Tab. 2 - Metodologie di riferimento adottate per le indagini ecotossicologiche, stima del bioaccumulo e indici di stress su organismi marini.

	Test	**Matrice**	**Metodo di riferimento**
Analisi ecotossicologiche	Test di inibizione della crescita algale con *Dunaliella tertiolecta*	Elutriato di Sedimento	ASTM E 1218-04 e1 – Standard Guide for conducting static toxicity tests with Microalgae
	Test embriotossicità con molluschi bivalvi *Crassostrea gigas*	Elutriato di Sedimento	ASTM. 2004. Standard Guide for Conducting Static Acute Toxicity Tests Starting with Embryos of Four Species of Saltwater Bivalve Molluscs. *American Society for Testing and Material*s. E 724-98
	Determinazione dell'effetto inibitorio di campioni acquosi sull'emissione di luce di *Vibrio fischeri*	Elutriato di Sedimento	Norma UNI EN ISO 11348-3. 2009.Determinazione dell'effetto inibitorio di campioni acquosi sull'emissione di luce di *Vibrio fischeri* (prova su batteri luminescenti)
Valutazione bioaccumulo	Test di valutazione della tossicità del sedimento attraverso la mortalità di *Hediste diversicolor*	Sedimento	ASTM E1688-10 Standard Guide for Determination of the Bioaccumulation of Sediment-Associated Contaminants by Benthic Invertebrates

Protocollo in Partenza COMUNE DI NUMANA Prot.0005681-03/04/2023-c_f978-PG-SET4-P

Tab. 2 – Continuo.

Biomarker	Valutazione della stabilità delle membrane lisosmiali	Cellule cavità celomatica	Catalano *et al.* 2012. Can *Hediste diversicolor* (Nereidae, Polychaete) be considered a good candidate in evaluating PAH contamination? A multimarker approach. *Chemosphere* 86, 875–882
	Dosaggio della Malondialdeide	Organismo in toto	Banni *et al*. 2009. Mixture toxicity assessment of cadmium and benzo[a]pyrene in the sea worm *Hediste diversicolor*. *Chemosphere* 77,) 902–906
	Valutazione dell'attività dell'enzima di Catalasi	Organismo in toto	Banni *et al*. 2009. Mixture toxicity assessment of cadmium and benzo[a]pyrene in the sea worm *Hediste diversicolor*. *Chemosphere* 77, 902–906
	Frequenza di micronuclei	Cellule cavità celomatica	Catalano *et al*. 2012. Can *Hediste diversicolor* (Nereidae, Polychaete) be considered a good candidate in evaluating PAH contamination? A multimarker approach. *Chemosphere* 86, 875–882
	Dosaggio intracellulare di Lipofuscine e Lipidi Neutri	Criosezioni sottili apparato digerente	Gastaldi *et al*. 2007. Application of a biomarker battery for the evaluation of the sublethal effects of pollutants in the earthworm Eisenia Andrei. *Comparative Biochemistry and Physiology*, Part C 146 (2007) 398–405

2.1.6 COMUNITÀ BENTONICHE

Tutte le stazioni utilizzate per la caratterizzazione dei sedimenti (cfr. Cap. 2.1.2) verranno campionate mediante una benna di tipo Van Veen avente una capacità di 13 lt e un'apertura pari a 0,095 m^2. Presso ciascuna stazione verranno prelevate 4 repliche. Il materiale raccolto sarà setacciato a bordo dell'imbarcazione con una maglia da 0,5 mm, quindi fissato in formaldeide al 5% per le successive analisi di laboratorio.

Il riconoscimento sistematico degli organismi del macrozoobenthos presenti verrà effettuato, quando possibile, a livello di specie. Per ciascun taxon verrà contato il numero degli individui e rilevato il peso totale.

I dati così ottenuti verranno utilizzati per calcolare i seguenti indici:

- abbondanza totale (N);
- ricchezza specifica totale (S);
- ricchezza specifica media (Sm);
- indice di Dominanza (D; May, 1979);
- diversità specifica di Shannon-Weaver (H'; Pielou, 1974).

Protocollo in Partenza COMUNE DI NUMANA Prot.0005681-03/04/2023-c_f978-PG-SET4-P

Sulla base degli organismi rinvenuti verranno individuate le principali biocenosi presenti nell'area.

Inoltre, il livello di qualità ecologica dell'area verrà valutato tramite l'applicazione degli indici AMBI e BENTIX (Borja et al. 2000; Simboura e Zenetos, 2002; Muxika et al., 2007; Borja e Mader, 2008), che potranno essere combinati anche utilizzando indici aggiuntivi quale l'indice W di Clarke (Clarke e Warwick, 1994).

2.2. INDAGINI POST OPERAM

Al termine del conferimento dell'intero quantitativo di materiale da parte del Comune di Numana la cella 3 sarà sottoposta alle stesse indagini previste per la fase ante-operam (cfr. Cap. 2.1.).

2.2.1. EVENTUALI INDAGINI AGGIUNTIVE

2.2.1.1 INDAGINI CON VIDEOCAMERA SUBACQUEA

Qualora i rilievi geomorfologici evidenziassero la presenza cospicua di materiale di origine antropogenica non rinvenuto prima dell'immersione, durante il monitoraggio post-operam saranno anche effettuati passaggi con ROV provvisto di videocamera in corrispondenza di target specifici significativi al fine di individuarne la natura.

3. CONSEGNA DEGLI ELABORATI

I dati raccolti nel corso dei monitoraggi ante- e post-operam e i risultati delle analisi verranno restituiti in n. 2 rapporti che verranno consegnati entro 60 gg lavorativi dalla fine di ciascuna fase.

Protocollo in Partenza COMUNE DI NUMANA Prot.0005681-03/04/2023-c_f978-PG-SET4-P

4. LETTERATURA CITATA

ASTM. 1998. *Standard guide for determination of the bioaccumulation of sediment associated contaminants by benthic invertebrates*. Standard ASTM E1688-97a. American Society for testing and materials, Philadelphia, PA.

ASTM. 2000a. *Conducting Acute, Chronic, and Life-Cycle Aquatic Toxicity Tests with Polychaetous Annelids E 1562–00 (Reapproved 2006).* American Society for testing and materials, Philadelphia, PA.

ASTM. 2000b. *Standard Guide for Conducting Sediment Toxicity Tests with Polychaetous Annelids Designation: E 1611–00*. American Society for testing and materials, Philadelphia, PA.

Borja A., Franco J., Pérez V. 2000. A marine biotic index two establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environment. *Mar. Poll. Bull*., 40 (12): 1100-1114.

Borja A., Mader J. 2008. *Instructions for the use of the AMBI index software (version 4.1).* AZTI-Tecnalia. 13 pp.

Clarke K.R., Warwick R.M. 1994. *Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*. Natural Environment Research Council, 140 (2). 144 pp.

ICRAM-APAT. 2007. *Manuale per la movimentazione dei sedimenti marini*. 72 pp.

Punzo E., Campanelli A., Fabi G., Gomiero A., Spagnolo A. 2014. *Caratterizzazione aree di sversamento in mare dei sedimenti provenienti dai lavori di escavo del porto di Ancona. Area attuale.* Rapporto per Autorità Portuale di Ancona. 143 pp + Allegati + Tavole.

May R.M. 1979. Patterns of Species Abundance and Diversity. *In* Cody M.L. and Diamond J.M. (Eds). *Ecology and Evolution of Communities*, 4: 81-120.

Muxika I., Borja A., Bald J. 2007. Using historical data, export judgment and multivariate analysis in assessing reference conditions and benthic ecological status, according to the European Framework Directive. *Mar. Poll. Bull*., 55: 13-29.

Pielou E.C. 1974. *Population and Community Ecology: Principles and Methods*. Gordon and Breach Sci. Pubbl., New York. 424 pp.

Santelli A., Spagnolo A., Gomiero A., Manarini T., Montagnini L., Fabi G. 2023. *Monitoraggio post-operam dei sedimenti provenienti dai lavori di escavo del Comune di Numana – Cella n. 3*. Rapporto per il Comune di Numana. 78 pp + Allegato.

Simboura N., Zenetos A. 2002. Benthic indicators to use in ecological quality classification of Mediterranean soft bottom marine ecosystem, including a new biotic index. *Mediterr. Mar. Sci.*, 3: 77-111.