



## KM3NeT INFRADEV – H2020 – 739560

### Environmental impact assessment of the KM3NeT-It/ARCA site

#### KM3NeT INFRADEV GA DELIVERABLE: D5.5

Document identifier:	<b>KM3NeT-INFRADEV- WP5-D5.5</b>
Date:	<b>15/07/2020</b>
Work package:	<b>WP5 Societal role, societal impact</b>
Lead partner:	<b>FOM/NWO</b>
Document status:	<b>Final</b>
Dissemination level:	<b>Public</b>
Document link:	

#### Abstract

The ARCA seafloor network is located at about 90km towards SE of Portopalo di Capo Passero, Sicilia, Italy. An environmental impact study has been performed in order to evaluate the effect of laying submarine cables in the marine area. The impact of the acoustic positioning system has been also evaluated. The document reports the main outcome of these studies, together with the current status of the definition of a marine protected area around the detector footprint.

## I. COPYRIGHT NOTICE

Copyright © Members of the KM3NeT Collaboration.

## II. DELIVERY SLIP

	Name	Partner/WP	Date
Author(s)	S.Biagi	INFN	24/06/2020
Reviewed by	N. Randazzo	INFN	15/07/2020
Approved by	PMB		01/08/2020

## III. DOCUMENT LOG

Issue	Date	Comment	Author/Partner
1	12-12-2019	Very first draft	S. Biagi/INFN
2	30-01-2020	Second draft	N. de Graaf/NWO
3	24-06-2020	Version 1 released	S. Biagi/INFN

## IV. APPLICATION AREA

This document is a formal deliverable for the GA of the project, applicable to all members of the KM3NeT INFRADEV project, beneficiaries and third parties, as well as its collaborating projects.

## V. LIST OF FIGURES

Figure 1: Cable route on nautical chart



## VI. TERMINOLOGY

ARCA:	Astroparticle Research with Cosmics in the Abyss
DOM:	Digital Optical Module
DU:	Detection Unit
EEZ:	Exclusive Economic Zone
EMSO ERIC:	European Multidisciplinary Seafloor and water column Observatory
ESS:	Earth and Sea Sciences
KM3NeT:	Kilometre cube Neutrino telescope
RI:	Research Infrastructure
ROV:	Remotely Operated underwater Vehicle
SCI:	Site of Community Importance

## VII. PROJECT SUMMARY

KM3NeT is a large Research Infrastructure that will consist of a network of deep-sea neutrino telescopes in the Mediterranean Sea with user ports for Earth and Sea sciences. Following the appearance of KM3NeT 2.0 on the ESFRI roadmap 2016 and in line with the recommendations of the Assessment Expert Group in 2013, the KM3NeT-INFRADEV project addresses the Coordination and Support Actions (CSA) to prepare a legal entity and appropriate services for KM3NeT, thereby providing a sustainable solution for the operation of the Research Infrastructure during ten (or more) years. The KM3NeT-INFRADEV is funded by the European Commission's Horizon 2020 framework and its objectives comprise, amongst others, environmental impact studies for all existent and potential installation sites (work package 5).

## VIII. EXECUTIVE SUMMARY

The installation of a submarine infrastructure has to follow rules and regulations to obtain authorization of installation. The main issue is the impact of the installation on the marine ecosystem. The document reports the main outcomes of an environmental impact study for direct effects of the detector construction and decommissioning.



## Table of Contents

I.	COPYRIGHT NOTICE.....	2
II.	DELIVERY SLIP.....	2
III.	DOCUMENT LOG.....	2
IV.	APPLICATON AREA.....	2
V.	LIST OF FIGURES.....	2
VI.	TERMINOLOGY.....	3
VII.	PROJECT SUMMARY.....	3
VIII.	EXECUTIVE SUMMARY.....	3
	Table of Contents.....	4
1.	Introduction.....	5
2.	Environmental impact study.....	5
3.	Environmental impact of acoustic positioning system.....	7
4.	Request for Marine Protected Area.....	7
5.	Decommissioning plan.....	7
6.	Conclusion.....	8
IX.	REFERENCES.....	9
X.	ANNEX 1: Studio di incidenza ambientale, livello I: screening (in Italian).....	10
XI.	ANNEX 2: Authorisation of Portopalo di Capo Passero municipality for the installation of the electric-optic submarine cable (in Italian).....	28
XII.	ANNEX 3: Progetto IDMAR: Relazione tecnica illustrativa (in Italian).....	31
XIII.	ANNEX 4: Progetto IDMAR: Posa di un cavo sottomarino a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero. Caratterizzazione ambientale ai sensi del DM 1996 (in Italian). ....	58
XIV.	ANNEX 5: Protezione infrastruttura INFN – Progetto KM3NeT (in Italian). ....	136



# 1. Introduction

The KM3NeT Collaboration aims at building a multi-site underwater apparatus for the detection of cosmic neutrinos and the study of neutrino properties.

The submarine KM3NeT-It/ARCA infrastructure will be connected onshore through a network of submarine cables and junction boxes. Two main electric-optic cables will provide power and data transfer for the entire infrastructure. This document and the enclosed charts provide all relevant information collected during the desktop study conducted to thoroughly investigate the contractual route of a submarine electric-optic cable system extending from Portopalo di Capo Passero (Southern Sicilia, Italy) for about 90 km towards SE. It reports the survey and installation operations of the electric-optic cable, in order to preserve the integrity of the cable for its 25-year design life and to have a minimal impact on the marine environment.

## 2. Environmental impact study

The KM3NeT project involves laying a fibre optic cable on the bottom of the territorial sea and onshore, as well as the burial and protection of the same. The cable protections and the burial itself will make it possible to keep the work in safe conditions. The sea route of the cable, in a south-west direction, between the port of Portopalo di Capo Passero and the limit of territorial waters crosses an area of continental shelf, slightly inclined to the east, which extends for about 2 km from the coast. The definitive route for laying the cable does not pass through any protected environmental area, and the cable itself cannot in any way cause negative and immediate influences on the environment in the immediate and medium-long term.

The cable will be partly laid in Italian territorial waters and partly in international waters, the limits of territorial waters are defined by the nautical map (Figure 1).

The proposed cable is a submarine fibre optic cable type "Subsea DC / FO LWP cable" designed to be laid no later than 300 m of seabed that will be installed on the beach, and of type "Subsea DC / FO SA cable" usually designed for bathymetry of 0 and 1500m, programmed as laying in the marine section. The cables are designed using materials to reduce the environmental impact to a minimum, able to accommodate up to 48 fibres, housed in a stainless steel tube, surrounded by a layer of steel wires that in turn form a protection against pressure and external contact, in addition to providing tensile strength. The cable is then enclosed in a hermetically sealed copper tube and insulated with a layer of polyethylene. The low-density polyethylene outer coating ensures high voltage electrical insulation as well as abrasion protection. The materials used for the construction of the cable are of the same type as those used in previous generations of fibre optic and coaxial cables, which have demonstrated more than 20 years of reliability.



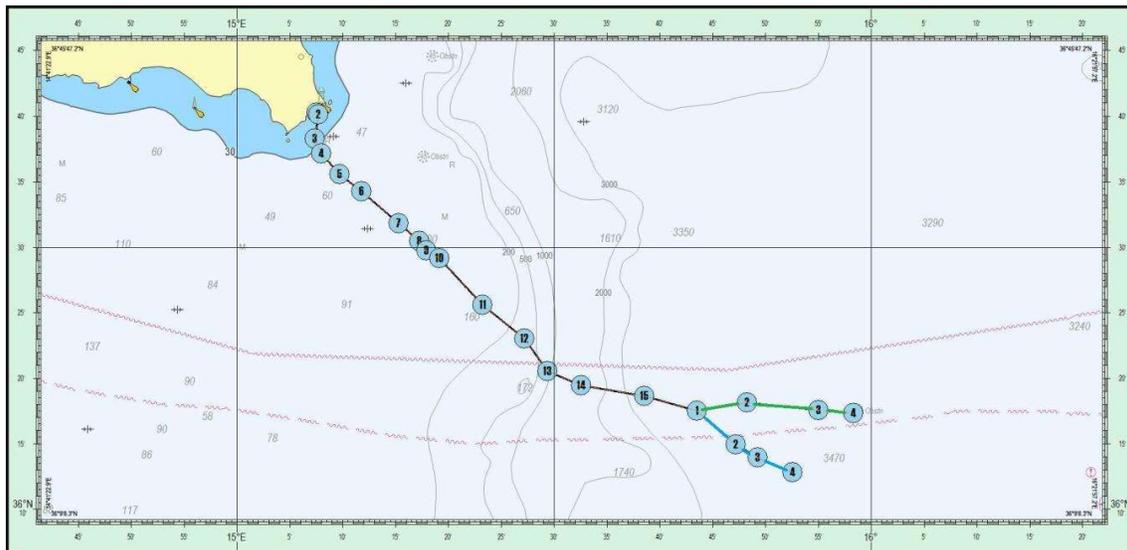


Figure 1: Cable route on nautical chart.

The laying operation basically consists in navigating along the cable route pulling the grapnel which has the purpose of eliminating peaks, fishing nets, chains and whatever else is present on the surface of the seabed itself, so as not to obstruct the subsequent operation of the cable. Any steel ropes, nets, etc. that were intercepted, will be recovered and stored on the ground to be subsequently disposed of by specialized companies based on current regulations. The area affected by the activity does not fall within the Site of Community Importance (SCI) area. The intervention at sea for the laying of a fibre optic cable involves a low movement of sediments that, considering the distance of the SCI from the laying path, will hardly be able to disturb the fauna and the marine flora. Interference with the environmental system is not an accident. The fixing of the cable to the seabed is carried out using techniques able to respect the marine environment. In the presence of Posidonia, vines will be stuck in the bottom near the cables (after laying them) with a suitable spacing (typically between 5.00 - 20.00 m). The cables will then be anchored to these screws thus being fixed to the bottom. The cable is protected by using jute bags or other eco-compatible and / or biodegradable material (containing a cement mixture) on Posidonia.

The operation of laying the electro-optical cable is carried out by specialized companies. The use of hazardous substances is not contemplated. The use and maintenance of the hydraulic machines possibly present on the support means are performed in a controlled environment. These systems, homologated and tested according to the regulations in force, provide for the automatic interruption of flows when any losses occur, preventing the risk of pollution. No natural resources will be used.

During all the operative phases foreseen for the realization of the plant in question (cleaning of the seabed, laying of the cable, protections, etc.) no emission of harmful and/or polluting substances (lubricants, hydraulic fluids, additives) are produced.

### 3. Environmental impact of acoustic positioning system

The Positioning System is expected to have negligible impact on subsea environment. Hydrophones and piezos in DOM are totally acoustically passive sensors.

The only active elements in the system are the beacons. In this case the KM3NeT Collaboration has pursued as mitigation actions the following rules:

- Reduce the integrated time of emission per pulse;
- Reduce the amplitude of the emitted signal;
- Use of a range of frequencies (20: 40 kHz) with high attenuation in water.

At present each beacon emits 12 pulses every 10 minutes. When all elements of the auto calibrating LBL will be in place, and the mechanical model will be fully functional, the number of sound emissions per hour will be strongly reduced. Already at this stage data show that detector movements are few cm per hour, this makes possible the reduction of the number of pulses to a level of few tens per hour per beacon. Also, for the full detector, the amplitude of the signal can be reduced -a factor 10 is expected- based on actual measurements and improved sensitivity of piezo.

For what concerns chemical pollution, all components are built following RoHS Eu standards and contained in envelopes built with non-toxic and sea water resistant materials: Glass, POM-C, polyurethane. In addition, after the expected lifetime, the detector will be fully recovered in the decommissioning operation. Marine grade paints are used for stainless steel protection (Calibration Bases, Instrumentation Units and Autonomous beacon tripods). The amount of surface area covered with paint for the full detector (including DU bases) is well below the one of a single cargo ship.

### 4. Request for Marine Protected Area

A request for the definition of a Marine Protected Area including the KM3NeT-It area is ongoing. This will limit the presence of human activities in the detector area, reducing the amount of garbage produced in situ that could create issues during the detector construction and operation. Some actions have been performed in order to limit the fishing activity in a large area around the detector site. In the annex 5, the ongoing actions are summarised.

### 5. Decommissioning plan

All the instruments deployed on the seafloor are built in order to allow their recovery. As an example, all the tripods for the positioning system were recovered once and installed again on the seabed; a detailed procedure for the recovery already exists.

One DU was recovered for repair, a preliminary procedure was prepared and applied in this case.



The upgraded ensemble of this procedures will be applied for the decommissioning of the full detector. A cost estimation is under evaluation.

## 6. Conclusion

The performed studies indicate that the installation and operation of the Research Infrastructure has a minor or negligible impact on the environment. Regular contacts with the public administration to understand the situation with regards to the regulation is mandatory as well as the support of an engineering company to release the documentation needed. Specific budget and time should be allocated since the beginning of the project to fulfil this procedure. A detailed plan for decommissioning has to be finalised, and the amount of money needed to dismantle the entire detector secured well in advance.



## IX. REFERENCES

- [1] Studio di incidenza ambientale, livello I (screening), Progetto IDMAR, October 2019.
- [2] Nulla osta all'installazione di un cavo sottomarino a fibra ottica – approdo Portopalo di Capo Passero, Comune di Portopalo di Capo Passero, November 2019.
- [3] Relazione tecnica illustrativa, Progetto IDMAR, May 2019.
- [4] Caratterizzazione ambientale ai sensi del DM 1996, Progetto IDMAR, August 2019.
- [5] Misure di conservazione sito di interesse comunitario “Fondali di Capo Passero” (ITA090028).
- [6] Domanda di rilascio concessione e di eventuale contestuale anticipata occupazione – Richiesta di destinazione di zone demaniali marittime ad altri usi pubblici, October 2020.



## X. ANNEX 1: Studio di incidenza ambientale, livello I: screening (in Italian).



 Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Porto Palo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>		
	 POLISERVIZI s.r.l. <small>Survey Agency Maritime Environmental Engineering Services</small>	Titolo doc.: <b>Studio di incidenza ambientale, livello I (screening)</b>	N.doc.: 18_024_03	N.pag.: -

## Progetto IDMAR

Posa di un cavo sottomarino a fibra ottica  
(approdo Porto Palo di Capo Passero)

# Studio di incidenza ambientale livello I: screening

“SIC ITA090028 Fondali dell'isola di Capo Passero”

09/10/2019	00	Ing. L. Maimone	Ing. A. Bellitti	Ing. L. Barone
Data	Rev.	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO



 Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Porto Palo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>		
	 <small>POLISERVIZI s.r.l. SURVEILLANCE AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small>	Titolo doc.: <b>Studio di incidenza ambientale, livello I (screening)</b>	N.doc.: 18_024_03	N.pag.: -

## Sommario

<b>Premessa</b> .....	<b>3</b>
<b>1- Metodologia</b> .....	<b>4</b>
<b>2- Caratteristiche del progetto/intervento</b> .....	<b>6</b>
<b>2.1- Descrizione tipologie delle azioni/opere:</b> .....	<b>6</b>
<b>2.2- Descrizione delle dimensioni del progetto/ambito di riferimento dell'intervento</b> .....	<b>12</b>
<b>2.3- Uso delle risorse naturali</b> .....	<b>13</b>
<b>2.4- Produzione di rifiuti</b> .....	<b>13</b>
<b>2.5- Inquinamento e disturbi ambientali prodotti</b> .....	<b>13</b>
<b>2.6- Rischi di incidenti (sostanze e tecnologie utilizzate)</b> .....	<b>13</b>
<b>3- Descrizione dell'area oggetto di progetto/intervento</b> .....	<b>13</b>
<b>3.1- Elementi naturali presenti</b> .....	<b>13</b>
<b>3.2- Elementi paesaggistici dell'intorno</b> .....	<b>13</b>
<b>4- Interferenza con il sistema ambientale</b> .....	<b>13</b>

## ALLEGATI

- Elaborato tecnico n.doc. 18\_024\_02

 Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Porto Palo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>		
	 POLISERVIZI s.r.l. <small>SUBMARIAN AGENCY</small> <small>Maritime Environmental Engineering Services</small>	Titolo doc.: <b>Studio di incidenza ambientale, livello I (screening)</b>	N.doc.: 18_024_03	N.pag.: 3 a 17

## Premessa

La presente relazione è stata redatta allo scopo di valutare l'eventuale incidenza ambientale connessa alla posa del cavo sottomarino a fibra ottica del progetto IDMAR (collegamento BMH Porto Palo di Capo Passero – Y\_SPLICE), sull'adiacente SIC marino ITA090028 Fondali dell'isola di Capo Passero. Va precisato che la rotta del cavo non intercetta in alcun punto il sopracitato SIC, sviluppandosi parallelamente ad esso, per una lunghezza di circa 2,00 km e una distanza variabile tra gli 80,00 e i 120,00 m circa (si veda fig.1).

Il cavo è di proprietà dell'INFN (Istituto Nazionale di Fisica Nucleare) che, tramite il sopracitato progetto IDMAR, conta di aggiornare l'infrastruttura terrestre e marina nell'ambito della ricerca multidisciplinare volta all'acquisizione di informazioni relative all'ambiente marino.

Nello Studio per la Valutazione di Incidenza Ambientale (VIInCA) saranno valutati e verificati, in modo oggettivo e scientifico, eventuali rapporti e rischi correlati tra lo svolgimento dell'attività prevista e l'integrità dell'adiacente SIC.



Fig. 1) sviluppo del cavo parallelo al SIC

 Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Porto Palo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>		
	 <small>POLISERVIZI s.r.l. SURVEILLANCE AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small>	Titolo doc.: <b>Studio di incidenza ambientale, livello I (screening)</b>	N.doc.: 18_024_03	N.pag.: 4 a 17

## 1- Metodologia

Il presente Studio di Incidenza Ambientale è stato redatto seguendo la procedura del “principio di precauzione” proposta nella Guida Metodologica alle disposizioni dell’articolo 6, paragrafi 3 e 4 della direttiva “Habitat” 92/43/CEE - Commissione Europea-DG Ambiente, 2001 ed in accordo con quanto stabilito dal D.A. del 30 marzo 2007 della Regione Sicilia ed in particolar modo con quanto riportato nell’art. 4, relativamente all’istanza di verifica (screening).

La direttiva "Habitat" si basa implicitamente sull'applicazione del principio di precauzione, nella misura in cui essa prescrive che gli obiettivi di conservazione di Natura 2000 dovrebbero prevalere in caso d'incertezza. A tale proposito, la "Comunicazione della Commissione sul principio di precauzione" (Commissione Europea, 2000a, COM (2000) 1 Final) stabilisce che l'applicazione del principio precauzionale presuppone:

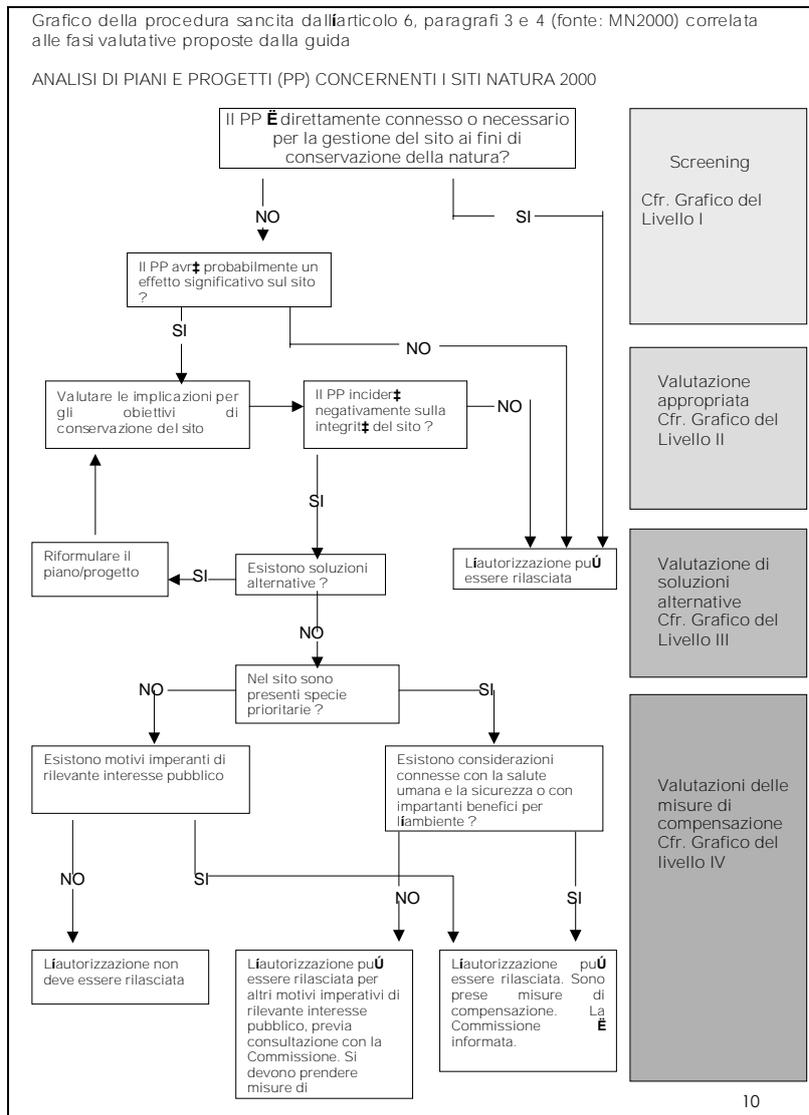
- i) l'individuazione degli effetti potenzialmente negativi risultanti da un dato fenomeno, prodotto o procedura;
- ii) una valutazione scientifica dei rischi che non possono essere determinati con sufficiente certezza in ragione della loro natura imprecisa o non definitiva o della insufficienza di dati (Commissione Europea, 2000a).

Nella valutazione occorre innanzitutto dimostrare in maniera oggettiva e documentabile che:

- **Livello I: Screening: non ci saranno effetti significativi su siti Natura 2000;** oppure:
- **Livello II: valutazione appropriata** - non ci saranno effetti in grado di pregiudicare l'integrità di un sito Natura 2000; oppure:
- **Livello III: valutazione di soluzioni alternative** - non esistono alternative al piano o progetto in grado di pregiudicare l'integrità di un sito Natura 2000; oppure:
- **Livello IV: valutazione delle misure compensative** - esistono misure compensative in grado di mantenere o incrementare la coerenza globale di Natura 2000.

Il presente studio è stato redatto seguendo le indicazioni relative **il Livello I: screening** ovvero il processo d'individuazione delle implicazioni potenziali di un progetto o piano su un sito Natura 2000, singolarmente o congiuntamente ad altri piani o progetti, e determinazione del possibile grado di significatività di tali incidenze.

 <p>INFN Istituto Nazionale di Fisica Nucleare</p>	<p>Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Porto Palo di Capo Passero</b></p>	<p>N. prog.: <b>18_024</b></p>		
	 <p>POLISERVIZI s.r.l. SURVEILLANCE MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</p>	<p>Titolo doc.: <b>Studio di incidenza ambientale, livello I (screening)</b></p>	<p>N.doc.: 18_024_03</p>	<p>N.pag.: 5 a 17</p>



 Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Porto Palo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>		
	 POLISERVIZI s.r.l. <small>Survey Agency Maritime Environmental Engineering Services</small>	Titolo doc.: <b>Studio di incidenza ambientale, livello I (screening)</b>	N.doc.: 18_024_03	N.pag.: 6 a 17

## 2- Caratteristiche del progetto/intervento

### 2.1- Descrizione tipologie delle azioni/opere:

L'attività consiste nella "posa del cavo sottomarino a fibra ottica, del progetto IDMAR, collegamento dal BMH di Porto Palo fino al Y- Splice".

Il tracciato del cavo a mare ha una lunghezza complessiva, dalla linea di battigia fino al limite delle acque territoriali, di circa 24,43 km, di cui, come precisato in premessa, solo 2,00 km si sviluppano parallelamente al SIC marino ITA090028 Fondali dell'isola di Capo Passero (fig.1).

Il LP (landing point o punto di passaggio terra/mare) del cavo è sito sulla battigia, nell'area già interessata dall'approdo di un altro cavo, progetto NEMO (fig.3).

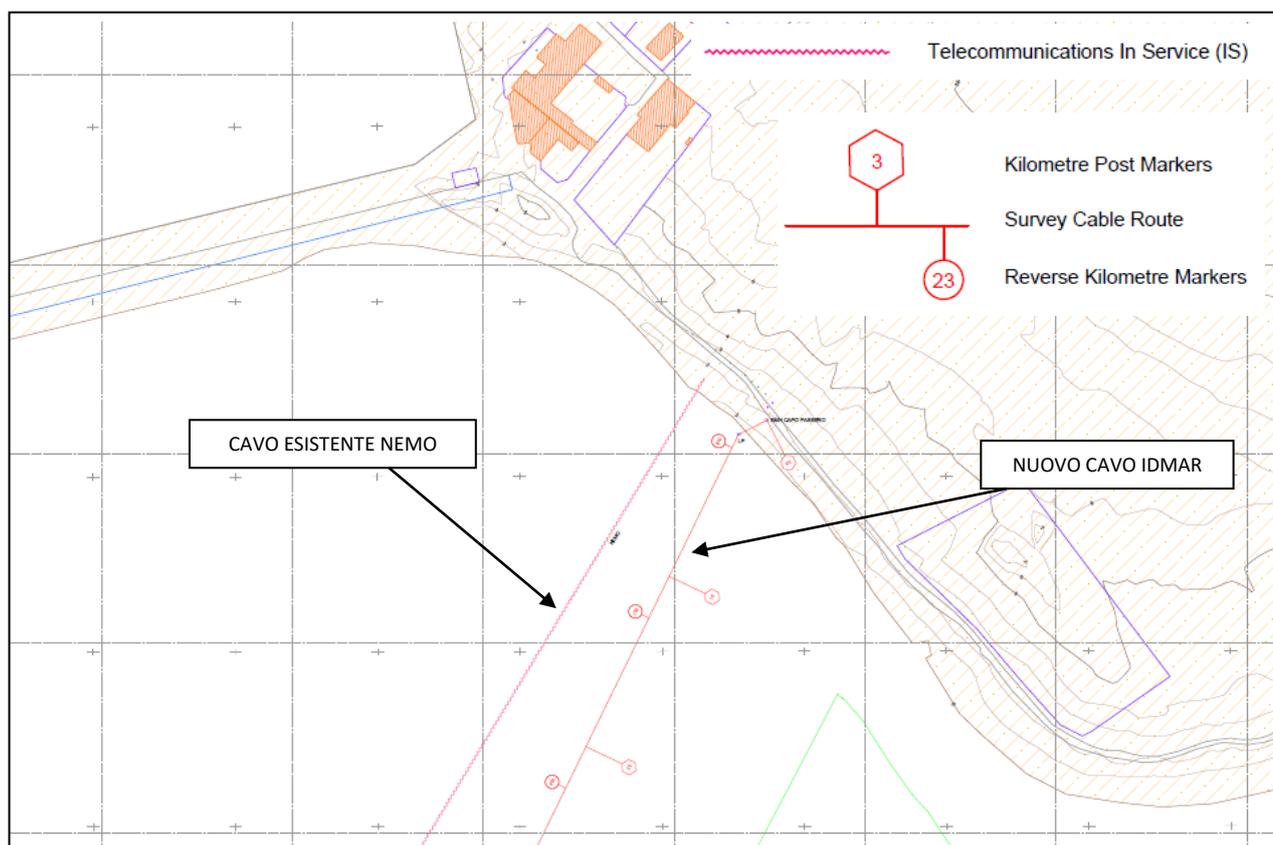


Fig.3) tracciato dell'esistente cavo Nemo e tracciato del nuovo cavo relativo il progetto IDMAR

Per la posa è previsto l'intervento di una nave posacavi che nell'ultimo tratto prospiciente il LP, dalla batimetria dei 10,00 m, verrà coadiuvata da imbarcazioni minori e dall'intervento di OTS altamente specializzati nell'attività finale di pull-in (tiro a terra del cavo). Né la nave posacavi né le unità minori saranno autorizzate a ormeggiare o svolgere attività nell'area SIC, al massimo lo specchio acqueo potrà essere interessato dal transito.

 Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Porto Palo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>		
	 <small>POLISERVIZI s.r.l. SURVIVAL AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small>	Titolo doc.: <b>Studio di incidenza ambientale, livello I (screening)</b>	N.doc.: 18_024_03	N.pag.: 7 a 17

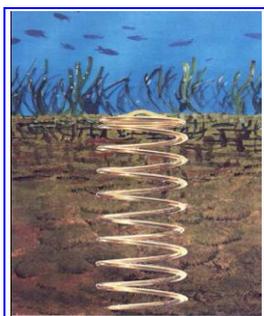
Il cavo in corrispondenza di fondale popolato da posidonia verrà assicurato al fondo a mezzo di ancoraggi e protetto tramite conchiglie o altri sistemi fino al limite inferiore della prateria, mentre nei tratti sabbiosi è previsto l'interramento con apposite macchine da interro secondo la natura del fondale.

Le metodologie di protezione del cavo sono funzione del tipo di fondale riscontrato; lo schema delle protezioni agli approdi ad oggi previsto è il seguente:

- Fissaggio del cavo su praterie di posidonia;
- Protezione del cavo mediante l'applicazione di conchiglie in ghisa;
- Posizionamento di sacchetti in juta contenenti cemento per il livellamento del cavo sul fondo marino;
- Fissaggio mediante tasselli in acciaio inox su roccia;
- Interro del cavo a 1,00 m in sabbia con sistemi a getti per bassa profondità.

#### Fissaggio del cavo su praterie di Posidonia

In presenza di Posidonia, delle viti verranno infisse nel fondale vicino ai cavi (dopo la loro posa) con una spaziatura opportuna (tipicamente tra i 5,00 – 20,00 m). I cavi verranno poi ancorati a tali viti risultando così fissati al fondo.



*Figura 4): Esempio di ancoraggio mediante viti*

In tal modo si evita il possibile movimento del cavo sul fondo in aree caratterizzate dalla presenza di Posidonia. Nel tempo, con lo sviluppo della Posidonia, i cavi tenderanno ad essere inglobati nelle "mattes" da essa generate, fornendo così un ulteriore bloccaggio ed anche un certo grado di protezione.

 Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Porto Palo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>		
	 POLISERVIZI s.r.l. <small>SAVVING AGENCY</small> <small>Maritime Environmental Engineering Services</small>	Titolo doc.: <b>Studio di incidenza ambientale, livello I (screening)</b>	N.doc.: 18_024_03	N.pag.: 8 a 17

### Protezione del cavo mediante l'uso di conchiglie in ghisa

Possono essere previste anche delle ulteriori protezioni del cavo mediante l'utilizzo di conchiglie in ghisa che in presenza di un fondale pressoché sabbioso facilitano l'affondamento del cavo ed in presenza di "mattes" di posidonia le stesse tenderanno con il tempo ad inglobare tale protezione.

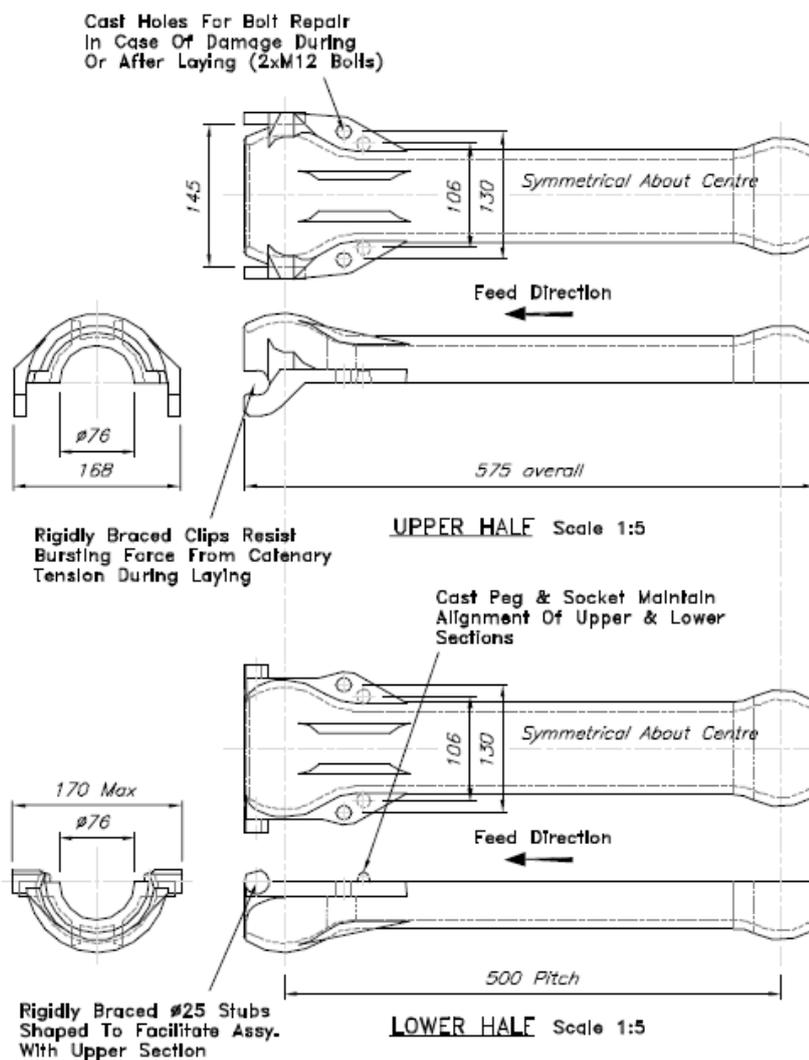


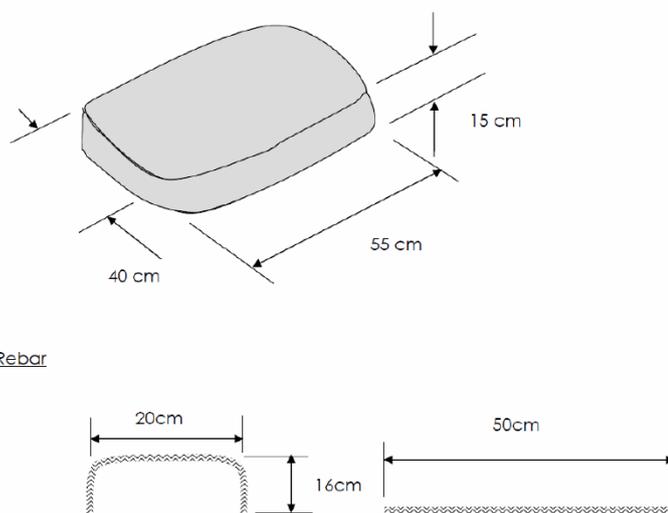
Figura 5): Conchiglia in ghisa

 Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Porto Palo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>		
	 POLISERVIZI s.r.l. <small>SUPPORT AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small>	Titolo doc.: <b>Studio di incidenza ambientale, livello I (screening)</b>	N.doc.: 18_024_03	N.pag.: 9 a 17

Protezione del cavo mediante l'impiego di sacchetti in juta o altro materiale ecocompatibile e/o biodegradabile (contenenti una miscela di cemento) su Posidonia

Possono essere previste anche delle ulteriori protezioni del cavo mediante l'utilizzo di sacchetti in juta o altro materiale ecocompatibile e/o biodegradabile contenente una miscela di cemento e sabbia (o cemento sabbia e pietrame), Le sacche sono utilizzate per supportare e proteggere il cavo in una varietà di situazioni e configurazioni, le due più comuni sono il supporto delle parti sospese (campate) e la stabilizzazione del cavo sul fondo marino.

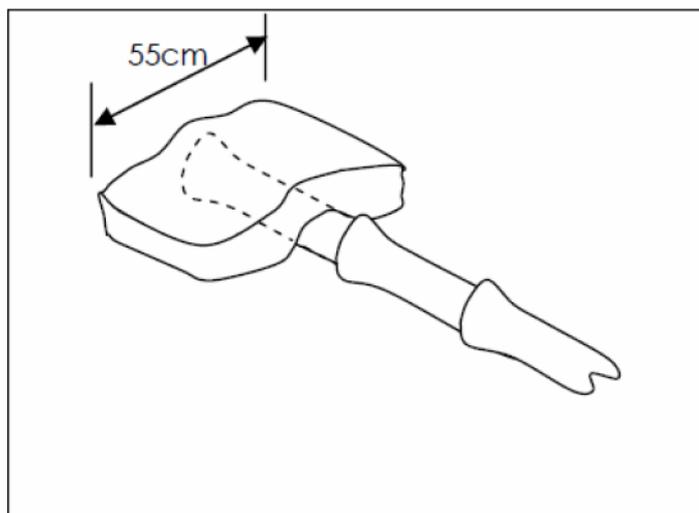
Typical Grout Bag and Rebar Specification



*Figura 6): sacchetti di cemento*

Tali sacchetti, delle dimensioni cm. 55x40x16 (fig.6), posizionati sul cavo, facilitano l'affondamento e la stabilizzazione dello stesso ed in presenza di "mattes" di posidonia non comprometteranno la crescita degli organismi naturali caratteristici dell'ecosistema ivi esistente, anche questa tipologia di protezione risulta essere facilmente inglobabile dalle "mattes" di posidonia.

 Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Porto Palo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>		
	 POLISERVIZI s.r.l. <small>Survey Agency Maritime Environmental Engineering Services</small>	Titolo doc.: <b>Studio di incidenza ambientale, livello I (screening)</b>	N.doc.: 18_024_03	N.pag.: 10 a 17



*Figura 7): esempio d'installazione*

L'installazione avviene ponendo il lato più lungo del sacchetto perpendicolarmente al cavo, potranno essere utilizzate anche delle barre di collegamento tra sacchetti vicini.

Ancoraggio del cavo mediante l'impiego di tasselli di acciaio inox su roccia

Qualora il cavo si trovi ad attraversare un fondale roccioso è possibile ancorarlo su di esso mediante l'utilizzo di appositi tasselli in acciaio inox alla cui sommità vi sono dei collari in cui verrà alloggiato il cavo



*Figura 8): Tasselli di acciaio Inox su roccia*

Ci sono inoltre altri due tipi di ancoraggio del cavo, le morse a 1 o a 2 barre:

 Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Porto Palo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>		
	 POLISERVIZI s.r.l. <small>Survey Agency Maritime, Environmental, Engineering Services</small>	Titolo doc.: <b>Studio di incidenza ambientale, livello I (screening)</b>	N.doc.: 18_024_03	N.pag.: 11 a 17



*Figura 9): Morsa a 1 barra*



*Figura 10): Morsa a 2 barre*

Interro del cavo in sabbia con sistemi a getto per bassa profondità

Nelle aree prossime alla linea di costa, dove l'impiego del ROV e della nave di supporto non sia consentito a causa delle limitate profondità d'acqua, l'interramento, in sabbia è eseguito con lance a getti, macchine a getti o sorbone operate da sommozzatori.

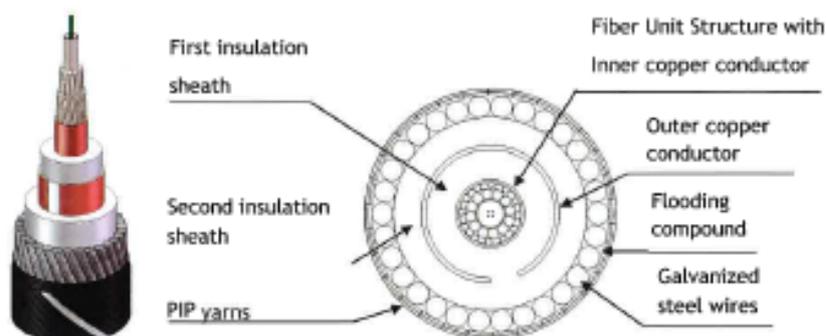


*Figura 11): Esempio di macchina a getti utilizzata da OTS*

 Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Porto Palo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>	
	 POLISERVIZI s.r.l. <small>Survival Agency Maritime Environmental Engineering Services</small>	N.doc.: 18_024_03	N.pag.: 12 a 17
Titolo doc.: <b>Studio di incidenza ambientale, livello I (screening)</b>			

## 2.2- Descrizione delle dimensioni del progetto/ambito di riferimento dell'intervento

Il cavo ha una sez. di 44 mm (fig.12): nei 2,00 km che costeggiano il SIC interesserà un'area complessiva di 88,00 mq, per i restanti 22,43 km interesserà una superficie di circa 987,00 mq.



CHARACTERISTICS	UNIT	VALUE
Optical fibres capacity		Up to 48
First layer wire number (left hand)		12
First layer wire diameter	mm	1.6
Second layer wire number (left hand)		24
Second layer wire diameter	mm	1.0 & 1.3
Outer diameter of first insulation sheath	mm	20
Copper conductor thickness	mm	0.57
Outer diameter of second insulation sheath	mm	31.5
Galvanized steel wire diameter	mm	3.4
Galvanized steel wire number (left hand)	-	30
Steel wires lay length	mm	610
Cable outer diameter	mm	44
Resistivity of inner copper conductor	$\Omega$ /km	1
Resistivity of outer copper conductor	$\Omega$ /km	0.5
Weight in air	kg/m	4
Weight in water	kg/m	2.5
Storage factor	m <sup>3</sup> /km	1.94
PERFORMANCES	UNIT	VALUE
Ultimate Cable Tensile Strength (UTS)	kN	450
Permanent tension acceptable (NPTS)	kN	100
Operating tension acceptable (NOTS)	kN	200
Short term tension acceptable (NTTS)	kN	300
Pressure resistance	MPa	100
Hydrodynamic constant	deg.knots	77
Crush resistance (100mm)	kN	30
Impact resistance (600mm)	J	1000
Minimum Bend Radius, coiling in tank	m	1.5
Minimum Bend Radius, no load (drum storage)	m	0.4
Minimum Bend Radius, load up to NTTS	m	1.5

DC/FO Single Armour Cable (SA) Datasheet

Fig. 12) specifiche tecniche del cavo

 Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Porto Palo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>		
	 <small>POLISERVIZI s.r.l. SURVEILLANCE MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small>	Titolo doc.: <b>Studio di incidenza ambientale, livello I (screening)</b>	N.doc.: 18_024_03	N.pag.: 13 a 17

### 2.3- Uso delle risorse naturali

Non verranno utilizzate risorse naturali.

### 2.4- Produzione di rifiuti

**Non verranno prodotti rifiuti**

### 2.5- Inquinamento e disturbi ambientali prodotti

L'intervento in mare per la posa di un cavo a fibra ottica comporta una bassa movimentazione di sedimenti che, considerando la distanza del SIC dal tracciato di posa, difficilmente ne potranno perturbare la fauna e la flora marina.

### 2.6- Rischi di incidenti (sostanze e tecnologie utilizzate)

Non è contemplato l'utilizzo di sostanze pericolose.

L'attività di posa verrà effettuata da una società specializzata in questo tipo di attività con personale altamente qualificato.

## 3- Descrizione dell'area oggetto di progetto/intervento

### 3.1- Elementi naturali presenti

L'area interessata dalla attività non ricade nella zona SIC.

### 3.2- Elementi paesaggistici dell'intorno

Non sono presenti/coINVOLTI elementi paesaggistici

## 4- Interferenza con il sistema ambientale

L'interferenza con il sistema ambientale risulta non incidente.

Pertanto, viste:

- le caratteristiche dell'intervento;
- l'assenza di possibili interferenze con il sistema ambientale;
- il rispetto della normativa vigente.

Il sottoscritto Ing. Lorenzo Barone, residente in Via Sant' Antonio 8 A, 98066 Patti (ME), codice fiscale BRNLNZ73M11F158F, sulla base delle dichiarazioni come sopra rese,

**richiede**

parere di preavutazione di incidenza.

 Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Porto Palo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>		
	 <small>POLISERVIZI s.r.l. SURVIVAL AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small>	Titolo doc.: <b>Studio di incidenza ambientale, livello I (screening)</b>	N.doc.: 18_024_03	N.pag.: 14 a 17

**Allegato 1**  
**SCHEDA DEL SITO NATURA 2000**

 <p><b>INFN</b> Istituto Nazionale di Fisica Nucleare</p>	<p>Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Porto Palo di Capo Passero</b></p>	<p>N. prog.: <b>18_024</b></p>		
 <p><b>ALCATEL SUBMARINE NETWORKS</b></p>	 <p><b>POLISERVIZI s.r.l.</b> SURVEILLANCE AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</p>	<p>Titolo doc.: <b>Studio di incidenza ambientale, livello I (screening)</b></p>	<p>N.doc.: <b>18_024_03</b></p>	<p>N.pag.: <b>15 a 17</b></p>

 Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Porto Palo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>		
	 <small>POLISERVIZI s.r.l. SURVIVAL AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small>	Titolo doc.: <b>Studio di incidenza ambientale, livello I (screening)</b>	N.doc.: 18_024_03	N.pag.: 16 a 17

**Allegato 2**  
**Mappa ufficiale del sito**

 Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Porto Palo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>		
	 <small>POLISERVIZI s.r.l. SURVEILLANCE AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small>	Titolo doc.: <b>Studio di incidenza ambientale, livello I (screening)</b>	N.doc.: 18_024_03	N.pag.: 17 a 17

**Allegato 3**  
**Misure di conservazione**

## **XI. ANNEX 2: Authorisation of Portopalo di Capo Passero municipality for the installation of the electric-optic submarine cable (in Italian).**





# Comune di Portopalo di Capo Passero

(Libero Consorzio dei comuni di Siracusa)

Ufficio Tecnico

Tel.: 0931/848044 – E-mail: [comunecp.areatecnica@tin.it](mailto:comunecp.areatecnica@tin.it) - Pec: [comunecp.areatecnica@pec.it](mailto:comunecp.areatecnica@pec.it) – C.C. Postale 11042967 – Cod.Fisc.: 00196880892

Portopalo di C.P. li, 25 NOV. 2018

Protocollo n. 12676

**AIP'INFN**  
c/o POLISERVIZI S.r.l.  
via S. Andrea delle Fratte, 24  
**00187 – ROMA**

**OGGETTO:** Progetto IDMAR – Installazione di un cavo sottomarino a fibra ottica - approdo Portopalo di Capo Passero. Studio di incidenza ambientale I: screening.

## IL RESPONSABILE DELL'AREA TECNICA

**VISTA** l'istanza presentata in data 24/10/2019, prot.n°11272, dall'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare INFN., con sede legale in Frascati (RM) via Enrico Fermi n. 40, CF/PIVA 84001850589, rappresentata nella qualità di Presidente dal Dott. Antonio Zoccoli (Decreto MIUR 27/06/2019), nato a Bologna il 12 Agosto 1961 e domiciliato per la sua carica presso la sede legale.

**SENTITA** l'Amministrazione comunale che ha espresso il proprio nulla osta alla realizzazione di quanto richiesto dall'INFN;

**RILEVATO** che questo ufficio ha espletato i dovuti accertamenti e riscontri in merito alla fattibilità delle opere;

## PREMESSO CHE

- con DDG n. 1161 del 2610712018 il Dipartimento delle Attività Produttive della Regione Sicilia, nell'ambito del PO FESR 201412020 - Asse Prioritario 1 - Ricerca, sviluppo tecnologico e innovazione - Azione 13.1 "Sostegno alle infrastrutture della ricerca considerate strategiche per i sistemi regionali ai fini dell'attuazione della S3", ha concesso un contributo per la realizzazione del progetto "Laboratorio multidisciplinare sul Mare IDMAR", al partenariato composto dall'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), capofila; dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV); dal Centro Nazionale delle Ricerche - Istituto per l'Ambiente Marino Costiero (CNR-IAMC);
- il progetto IDMAR rientra tra le Infrastrutture di Ricerca ritenute prioritarie dal Piano Nazionale delle infrastrutture di Ricerca (PNIR) predisposto dal MIUR ed è coordinato dai

Laboratori Nazionali del Sud (LNS) dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), prevede la realizzazione di un laboratorio multidisciplinare distribuito sul mare attraverso il potenziamento delle infrastrutture di ricerca esistenti in Sicilia a terra e a mare di proprietà dell'INFN e degli altri due enti partner (INGV e CNR);

- il progetto prevede, principalmente per l'INFN, la fase di potenziamento del laboratorio di terra di Portopalo di Capo Passero (SR), attraverso l'installazione di un nuovo cavo elettro-ottico e la realizzazione della rete di fondo al largo di Portopalo;
- che la rotta del cavo è prossima all'area SIC "fondali dell'isola di Capo Passero 1TA090028";

**VISTI** i DD.AA. del 21/02/2005, del 05/05/2006 e del 03/04/2007 dell'Assessorato Regionale del Territorio e dell'Ambiente, in attuazione delle Direttive CEE n. 92/43/CEE e n. 79/409/CEE;

**VISTA** la L.R. n°13/07, nonché il D.A. (direttive) del 30/03/2007 dell'Assessorato Regionale del Territorio e dell'Ambiente;

**VISTO** il Piano di Gestione "Pantani della Sicilia Sud-Orientale", approvato a condizioni con D.D.G. n°3 del 10.01.2017 relativo ai Siti Natura 2000 denominati ITA080005 "Isola dei porri", ITA090001 "Isola di Capo Passero", ITA090002 "Vendicari", ITA090003 "Pantani della Sicilia Sud-Orientale", ITA090004 "Pantano Morghella", ITA090005 "Pantano di Marzamemi", ITA090010 "Isola Correnti, Pantani di p. Pilieri, chiusa dell'Alga e Parrino", ITA090029 "Pantani della Sicilia Sud-Orientale, Morghella di Marzamemi, di Punta Pilieri e Vendicari";

**RITENUTO** verificato lo Studio di Incidenza Ambientale relativo al progetto per la posa di un cavo elettro-ottico e la realizzazione della rete di fondo al largo di Portopalo;

**DATO ATTO CHE** il progetto di che trattasi non interferisce con l'area SIC "fondali dell'isola di Capo Passero 1TA090028;

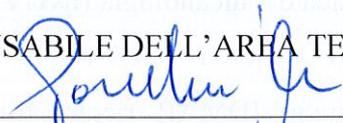
**DATO ATTO ALTRESI' CHE** in data 25/06/2019 era già stato richiesto un primo parere di prevalutazione di incidenza ambientale, ma che alcune modifiche progettuali (modalità di protezione del cavo) hanno imposto la riformulazione dello studio di Incidenza Ambientale di I livello;

### **ESPRIME**

il proprio nulla osta all'installazione di un cavo sottomarino a fibra ottica - approdo Portopalo di Capo Passero, così come descritti e rappresentati nella documentazione allegata all'istanza, composta dagli Studi di incidenza Ambientale e dall'elaborato grafico, fatti salvi i vincoli e gli obblighi derivanti da ogni altra disposizione di legge e senza pregiudizio di eventuali diritti di terzi



IL RESPONSABILE DELL'AREA TECNICA

  
(geom. Mario Poidomani)

## **XII. ANNEX 3: Progetto IDMAR: Relazione tecnica illustrativa (in Italian).**



Author(s)  
document  
version: final

S.Biagi  
KM3NeT-INFRADEV- WP5-D5.5  
Release date: 15/07/2020

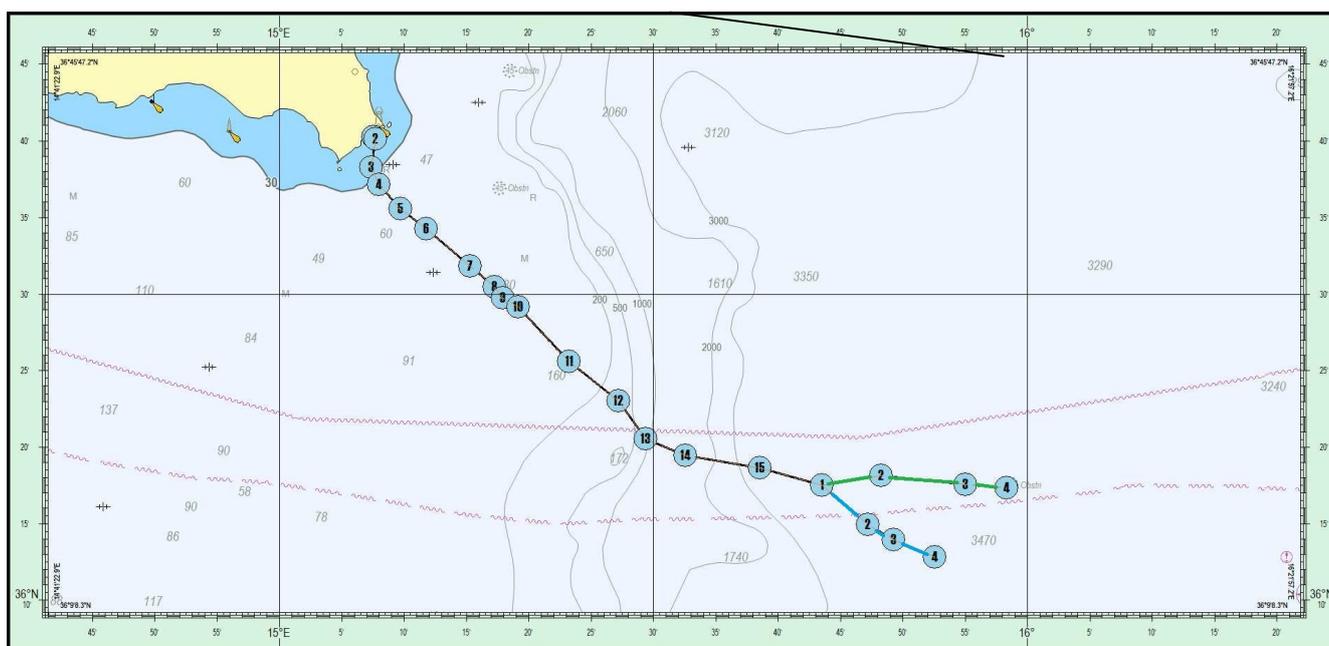
KM3NeT-INFRADEV- 739560  
WP 5  
Public



# ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE PROGETTO IDMAR



REGIONE SICILIA



## Comune di Portopalo di Capo Passero



POLISERVIZI S.r.l.  
Shipping Agency  
Maritime Environmental Engineering Services

Nome prog.:		<b>PROGETTO IDMAR</b>		N. prog.:	18_024
Nome doc.:		<b>Relazione tecnica illustrativa</b>		N. doc.:	18_024_01
29/05/2019	00	Ing. L. Maimone	Ing. A. Bellitti	Ing. L. Barone	
Data	Rev.	Redatto	Verificato	Approvato	

 Istituto Nazionale di Fisica Nucleare		Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, Portopalo di Capo Passero (SR)</b>	N. prog.: <b>18_024</b>
		Titolo doc.: <b>Relazione tecnica-illustrativa</b>	N.doc.: <b>18_024_01</b>

**INFN - PROGETTO IDMAR**  
**POSA DI UN CAVO A FIBRA OTTICA**  
**PORTO PALO DI CAPO PASSERO (SR)**

09/10/2019	00	Ing. L. Maimone	Ing. A. Bellitti	Ing. L. Barone
Data	Rev.	REDATTO	VERIFICATO	 <b>APPROVATO</b> 

 Istituto Nazionale di Fisica Nucleare		Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, Portopalo di Capo Passero (SR)</b>	N. prog.: <b>18_024</b>
		Titolo doc.: <b>Relazione tecnica-illustrativa</b>	N.doc.: <b>18_024_01</b>

## Sommario

1. Premessa .....	1
2. Quadro ambientale .....	2
2.1. Sicilia-Porto Palo di Capo Passero .....	2
2.1.1. Caratteristiche meteomarine .....	6
3. Tracciato di posa del cavo, a terra e a mare.....	7
4. Caratteristiche dei cavi sottomarini .....	9
5. Installazione della parte sottomarina .....	10
5.1. Nave posacavi ed attrezzature di posa .....	10
5.2. Pulizia del percorso .....	10
5.3. Operazioni di posa .....	11
5.3.1. Operazioni preliminari .....	11
5.3.2. Posa del cavo sottomarino .....	12
5.3.3. Protezioni a mare.....	12
5.3.4. Rapporto finale .....	18
6. Dichiarazione antinquinamento.....	18
7. Riepilogo delle superfici e specchi d'acqua demaniali occupati.....	19
Allegati .....	20

		Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, Portopalo di Capo Passero (SR)</b>	N. prog.: <b>18_024</b>	
		Titolo doc.: <b>Relazione tecnica-illustrativa</b>	N.doc.: <b>18_024_01</b>	N.pag.: <b>1 di 21</b>

## 1. Premessa

Il Dipartimento delle Attività Produttive della Regione Sicilia, nell'ambito del PO FESR 2014/2020 – Asse Prioritario 1 – Ricerca, sviluppo tecnologico e innovazione – Azione 1.5.1 “Sostegno alle infrastrutture della ricerca considerate strategiche per i sistemi regionali ai fini dell’attuazione della S3”, ha approvato, con DDG n. 1946 del 05/11/2018, la Convenzione sottoscritta il 29/10/2018 che disciplina il rapporto tra il beneficiario del contributo “Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN)” – nella qualità di capofila dell’ATS tra lo stesso INFN, l’Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) e il Centro Nazionale di Ricerca – Istituto per l’ Ambiente Marino Costiero (CNR – IAMC), e la Regione Siciliana – Dipartimento Attività Produttive, per la realizzazione del progetto IDMAR.

Il progetto IDMAR, finanziato dal Po Fesr Sicilia con un contributo provvisorio di 20 milioni di euro (DDG n. 1161 del 26/07/2018) e coordinato dai Laboratori Nazionali del Sud (LNS) dell’Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), prevede la realizzazione di un laboratorio multidisciplinare distribuito sul mare attraverso il potenziamento delle infrastrutture di ricerca esistenti in Sicilia a terra e a mare di proprietà dell’INFN e degli altri due enti partner (INGV e CNR). In particolare per l’INFN il progetto prevede principalmente la fase di potenziamento del laboratorio di terra di Portopalo di Capo Passero (SR), l’installazione di un nuovo cavo elettro-ottico, la realizzazione della rete di fondo al largo di Portopalo e il potenziamento della stazione di terra realizzata al Porto di Catania.

IDMAR rientra tra le Infrastrutture di Ricerca (IR) ritenute prioritarie dal Piano Nazionale delle Infrastrutture di Ricerca (PNIR) predisposto dal MIUR.

La presente relazione tecnica illustrativa, parte integrante del progetto IDMAR, riguarda l’installazione del cavo sottomarino nell’area di Portopalo di Capo Passero. Alcatel Submarine Networks è la società incaricata dall’INFN di realizzare il progetto, occupandosi anche della procedura autorizzativa e quindi l’ottenimento della concessione/consegna; attività che sono state demandate alla Poliservizi S.r.l..

L’approdo del cavo è previsto nel Comune di Portopalo di Capo Passero nell’arenile a sud – est del Porto, nell’area già interessata dall’approdo di un altro cavo sempre dell’INFN posato nel 2007, progetto NEMO.

Il progetto in particolare prevede la posa di un cavo a fibra ottica sul fondo del mare territoriale e sull’arenile, nonché l’interramento e la protezione dello stesso. La presente relazione descrive le caratteristiche tecniche del progetto da realizzare, riportando anche

 Istituto Nazionale di Fisica Nucleare		Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, Porto Palo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>	
		Titolo doc.: <b>Relazione tecnica-illustrativa</b>	N.doc.: 18_024_01	N.pag.: 2 di 20

alcuni cenni sul contesto geologico in cui tali opere andranno ad inserirsi, l'impatto ambientale delle stesse nei tratti di fondale del mare territoriale nonché della fascia demaniale marittima ricadente nella giurisdizione della S.T.A e Compartimento Marittimo di Siracusa.

## 2. Quadro ambientale

### 2.1. *Sicilia-Porto Palo di Capo Passero*

L'area demaniale a terra interessata dal passaggio del cavo è situata a sud-est del Porto di Portopalo di Capo Passero (part. N. 48-58 – foglio di mappa n.42). La superficie terrestre che verrà occupata è di mq 117,94.

L'ambiente circostante non risulta allo stato attuale eccessivamente antropizzato ed è facilmente raggiungibile. La tipologia di intervento trattandosi di cavo interrato non determinerà alcun problema con l'attuale destinazione d'uso dell'area a livello del piano campagna.

L'approdo del cavo, Landing Point (LP), interesserà una parte della battigia costituita principalmente da ciottoli di granulometria irregolare; la linea di costa è soggetta in special modo durante il periodo invernale a variazioni del proprio profilo a causa degli eventi atmosferici di maggiore intensità.

Le protezioni del cavo e lo stesso interrimento permetteranno di mantenere l'opera in condizioni di sicurezza, come del resto può essere verificato nell'area in esame che negli ultimi anni è stata oggetto di interventi simili ancora ad oggi esistenti. L'accesso all'arenile per i mezzi di lavoro e le macchine operatrici è possibile direttamente dalla strada.

Il tracciato a mare del cavo, in direzione Sud - Ovest, compreso tra l'approdo di Porto Palo di Capo Passero ed il limite delle acque territoriali attraversa una zona di piattaforma continentale, debolmente inclinata ad Est, che si estende per circa 2 km dalla costa. Dal bordo della piattaforma, la rotta di posa attraversa la stretta scarpata continentale, le cui pendenze sono variabili da 12° a 20°. Ad essa segue il tratto interno al Bacino Ionico dove si scivola fino a circa 2700 m, e che corrisponde a gran parte del tracciato interno alle acque territoriali.

 Istituto Nazionale di Fisica Nucleare		Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, Porto Palo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>	
	 SHIPPING AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES	Titolo doc.: <b>Relazione tecnica-illustrativa</b>	N.doc.: <b>18_024_01</b>	N.pag.: <b>3 di 20</b>

Il fondale è caratterizzato da sedimentazione piuttosto consistente nell'area di piattaforma, mentre nelle zone di scarpata e di bacino prevalgono aree di affioramento roccioso, di sedimenti piuttosto consolidati o di sedimentazione attuale discontinua.

Il fondale marino interessato dall'attraversamento del cavo entro il mare territoriale è normalmente piatto in prossimità della costa sicula e costituito da sabbia fine consolidata, passando a sabbie melmose verso il largo.

La predetta natura del fondo è stata confermata dai campioni prelevati a mezzo benna.

La rotta definitiva di posa del cavo non attraversa nessuna area ambientale protetta, e lo stesso cavo non potrebbe in alcun modo provocare nell'immediato ed a medio-lungo termine influenze negative nei confronti dell'ambiente interessato.

Il cavo sarà in parte posato in acque territoriali Italiane ed in parte in acque internazionali, i limiti delle acque territoriali sono definiti tramite la carta nautica n. 917 relativa anche all'identificazione della linea di base.

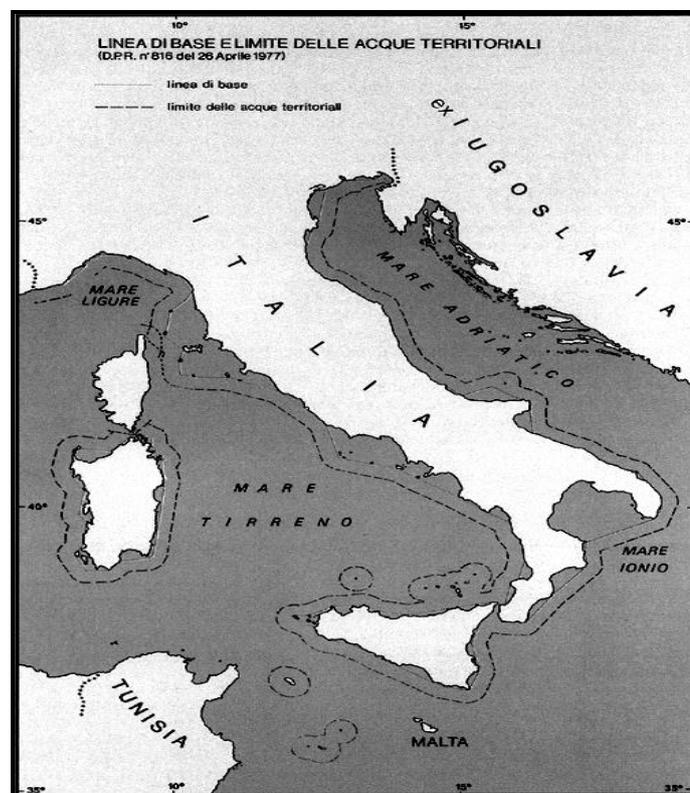


Figura 1: Sketch acque territoriali italiane

Oceanografia e correntometria

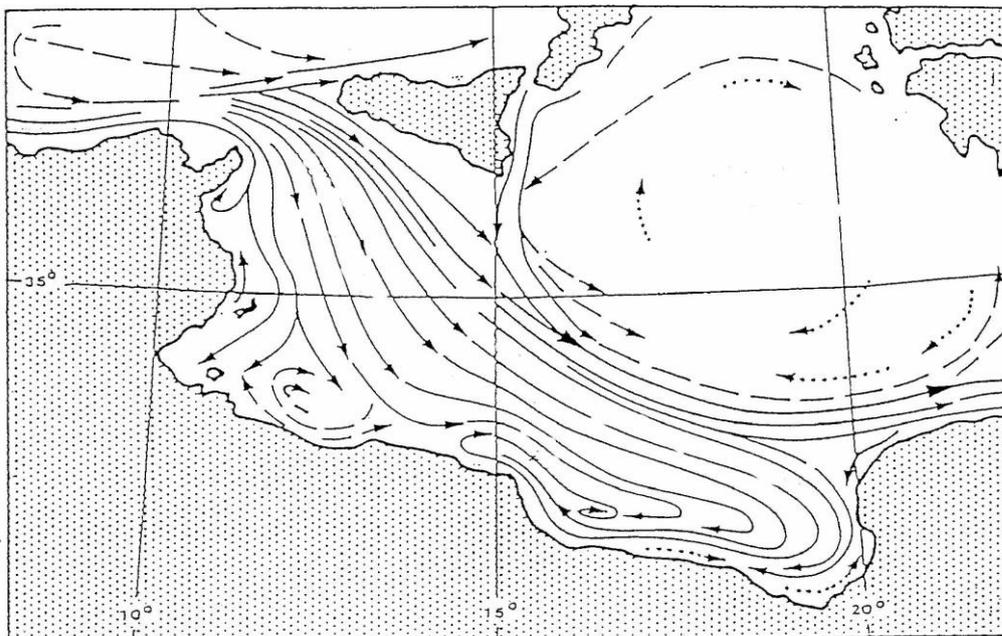
Nell'area in esame si incontrano due flussi di corrente:

- La circolazione ionica oraria del Mediterraneo orientale, che lambisce la costa orientale;

 Istituto Nazionale di Fisica Nucleare		Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, Porto Palo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>	
		Titolo doc.: <b>Relazione tecnica-illustrativa</b>	N.doc.: <b>18_024_01</b>	N.pag.: <b>4 di 20</b>

- La corrente del Canale di Sicilia che è caratterizzata da uno scambio tra due masse d'acqua che provengono da direzioni opposte e che caratterizzano una tripartizione verticale della colonna d'acqua.

L'acqua superficiale (0-250 m), di origine Atlantica, si muove verso Est Sud-Est con una velocità da 10 a 90 cm/sec, interessando soprattutto le coste tunisine. Il flusso intermedio, proveniente da Est (bacino Ionico), interessa la colonna d'acqua tra 250 ed i 1.000 m. Essa è caratterizzata da minore temperatura, maggior densità e salinità media, con punte massime del 38,7 ‰. Lo scambio tra le due masse d'acqua avviene per l'alto tasso di evaporazione nel settore orientale. La massa d'acqua profonda è circoscritta alle zone a profondità superiore a 1.000 m.



**Figura 2: Sketch correnti principali**

La corrente di maggiore influenza per l'area di interesse progettuale segue un andamento N-S a velocità variabile a seconda del periodo dell'anno, di seguito alcuni esempi grafici.

 Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, Porto Palo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>		
	 POLISERVIZI s.r.l. <small>SHIPPING AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small>	Titolo doc.: <b>Relazione tecnica-illustrativa</b>	N.doc.: <b>18_024_01</b>	N.pag.: <b>5 di 20</b>

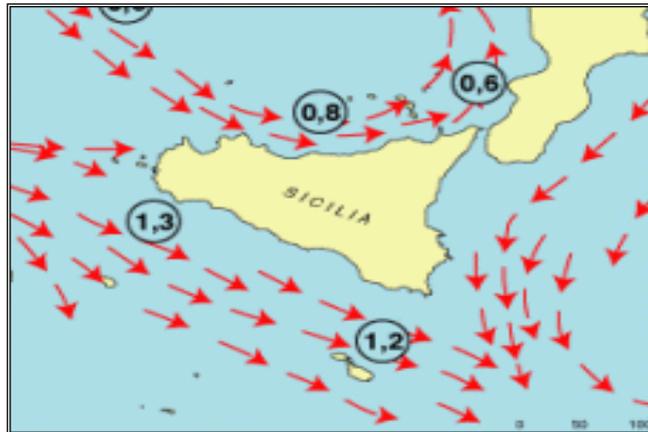


Figura 3: Schema di circolazione della corrente nel mese di giugno, velocità in nodi



Figura 4: Schema di circolazione della corrente nel mese di luglio, velocità in nodi

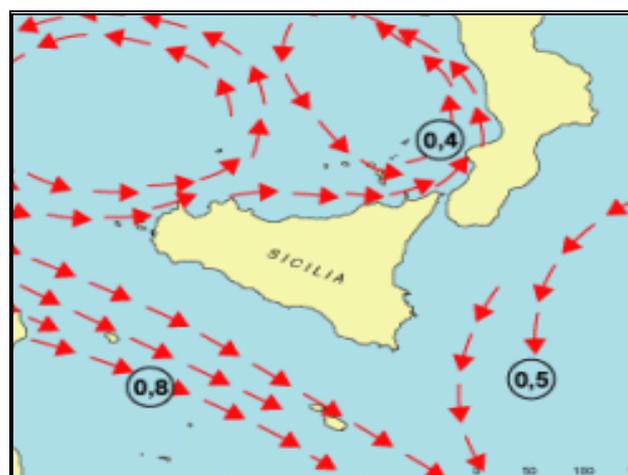


Figura 5: Schema di circolazione della corrente mese di agosto, velocità in nodi

 Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, Porto Palo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>		
	 POLISERVIZI S.p.A. SHIPPING AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES	Titolo doc.: <b>Relazione tecnica-illustrativa</b>	N.doc.: <b>18_024_01</b>	N.pag.: <b>6 di 20</b>

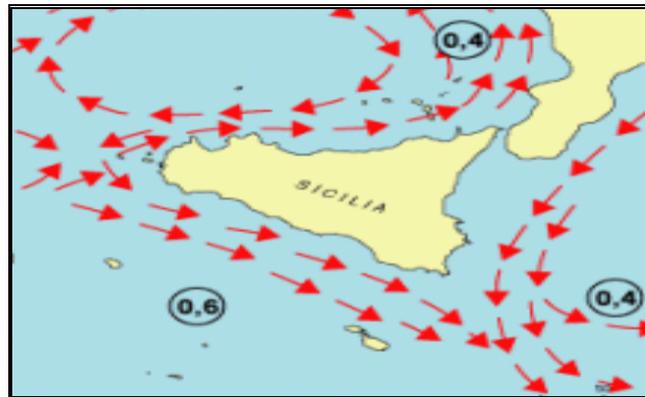


Figura 6: Schema di circolazione della corrente nel mese di settembre, velocità in nodi

Le condizioni meteomarine dell'area esaminata sono dominate da un regime di venti caratterizzato da un settore di 'massima traversia' compreso tra  $8^\circ$  e  $226^\circ$  (vedi fig. 7) che include un settore di massimo fetch compreso tra  $103^\circ$  e  $121^\circ$ . La lunghezza massima rilevata del fetch è di 1.070 miglia. Dai dati relativi alle misurazioni effettuate su un periodo di 30 anni risulta che le direzioni di massima intensità sono quelle dei venti provenienti da Ovest e da NE con valori che raggiungono la forza 7-12 della scala Beaufort.

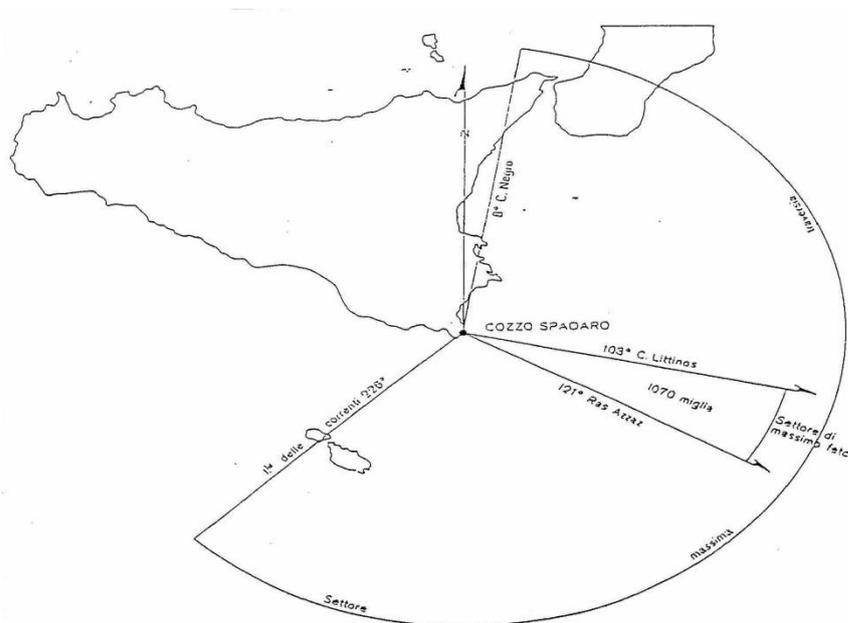


Figura 7: Regime dei venti

### 2.1.1. Caratteristiche meteomarine

Per quanto concerne lo stato del mare, con riferimento alle mareggiate di maggiore intensità (livello 6-8), risulta che i mesi caratterizzati dalle mareggiate più frequenti sono marzo e novembre, anche se le mareggiate di durata massima si registrano nei mesi di novembre e

 Istituto Nazionale di Fisica Nucleare		Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, Porto Palo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>	
		Titolo doc.: <b>Relazione tecnica-illustrativa</b>	N.doc.: 18_024_01	N.pag.: 7 di 20

febbraio (fino ad 83 ore). Le direzioni di provenienza sono in accordo con i venti prevalenti, cioè W e NE.

Gli eventi atmosferici considerati determinano durante il periodo invernale una sostanziale variazione del profilo della linea di costa.

I dati ondametrici provengono dal R.O.N. (Italian National Waves Measurement Network) dalla estrapolazione dei rilevamenti delle boe offshore di Catania e Mazzara del Vallo (TP).

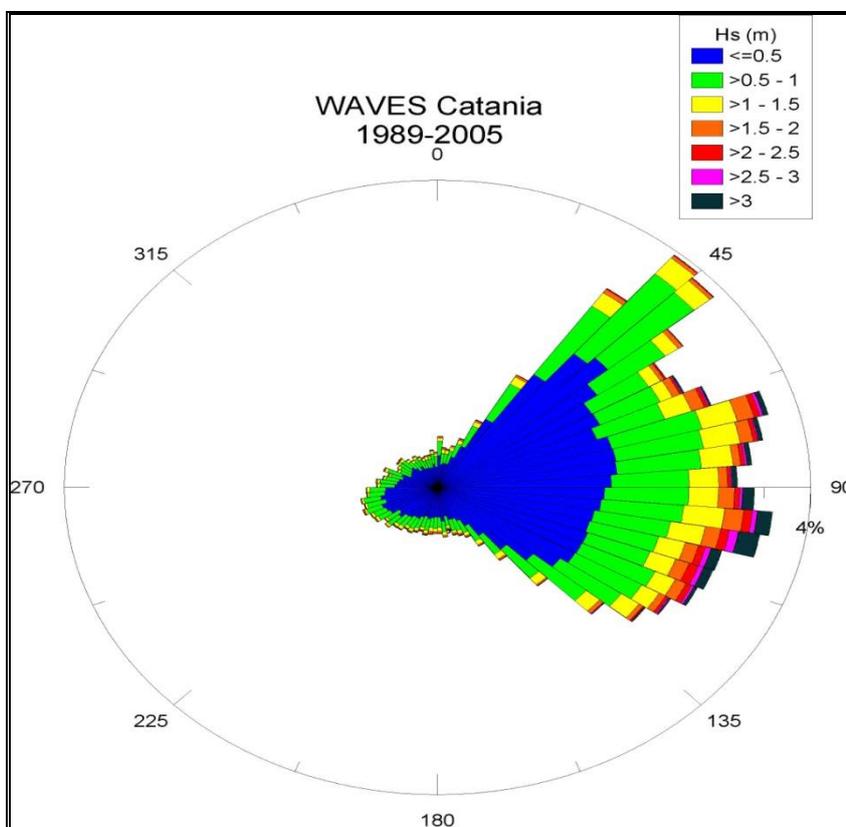


Figura 8: Direzione delle onde

### 3. Tracciato di posa del cavo, a terra e a mare

Il tracciato terrestre (fig. 9) può essere diviso in due parti e la realizzazione delle opere a terra sarà effettuata da Ditte specializzate:

- Dal Landing point (LP) al BMH: quest'area è interessata all'approdo del cavo e dalla giunzione tra il cavo terrestre e quello sottomarino, tale area risulta essere per un piccolo tratto di competenza del demanio marittimo e per l'altro del Comune di Portopalo di Capo Passero;

 <p>Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, Porto Palo di Capo Passero</b></p>	<p>N. prog.: <b>18_024</b></p>
  <p>Titolo doc.: <b>Relazione tecnica-illustrativa</b></p>	<p>N.doc.: 18_024_01</p> <p>N.pag.: <b>8 di 20</b></p>

- Dal BMH al Terminal Station (TS): il nuovo cavo correrà all'interno dei cavidotti già installati (progetto Nemo) che partono dal BMH fino alla "Terminal Station".

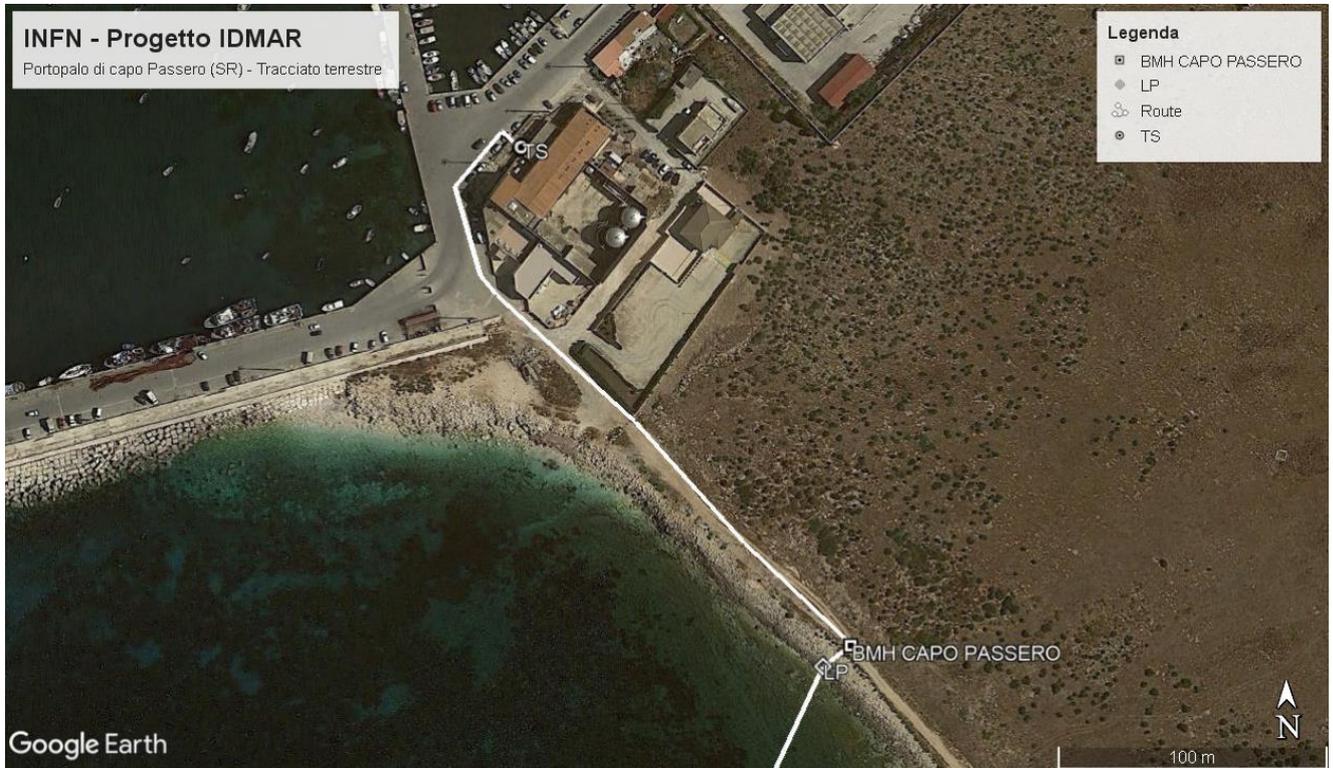
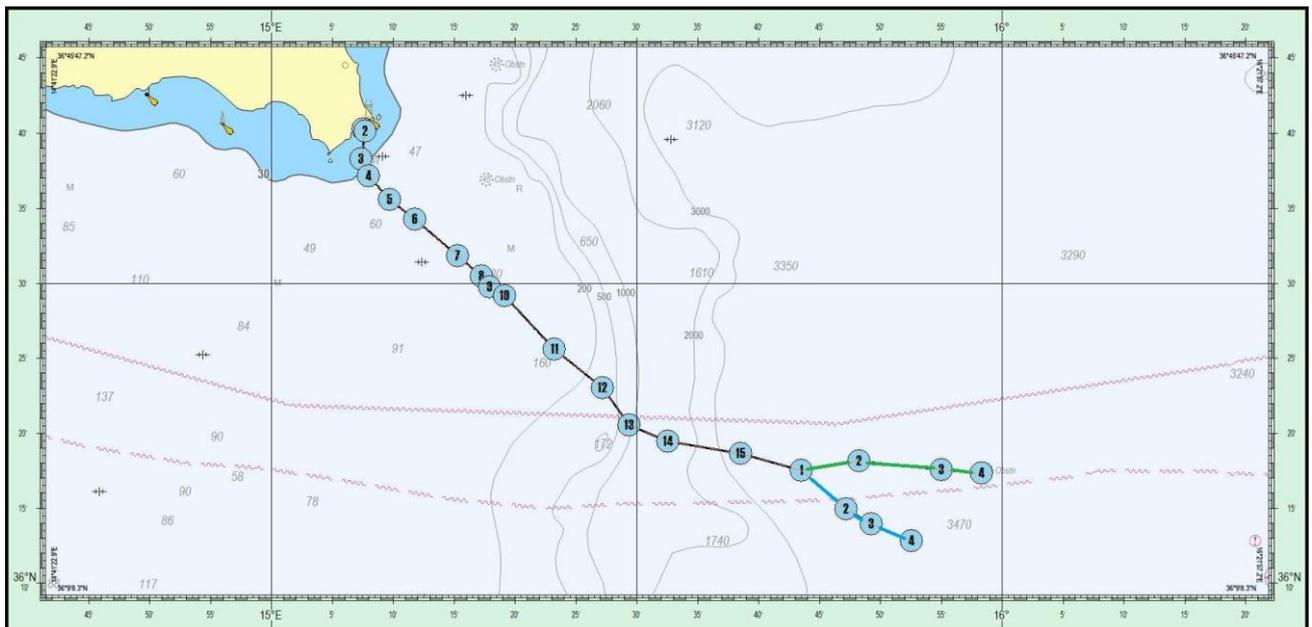


Figura 9: Stralcio rotta terrestre su foto satellitare Google Earth

Il tracciato sottomarino nelle acque territoriali ha una lunghezza di circa 24.500 m.



 Istituto Nazionale di Fisica Nucleare		Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, Porto Palo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>	
		Titolo doc.: <b>Relazione tecnica-illustrativa</b>	N.doc.: <b>18_024_01</b>	N.pag.: <b>9 di 20</b>

#### 4. Caratteristiche dei cavi sottomarini

Il cavo proposto è un cavo sottomarino in fibra ottica tipo “Subsea DC/FO LWP cable” progettato per essere posato non oltre i 300 m di fondale che verrà installato sulla spiaggia, e di tipo “Subsea DC/FO SA cable” solitamente progettato per batimetrie da 0 and 1.500m., programmato come posa nel tratto marino.

I cavi sono progettati utilizzando materiali per ridurre al minimo l'impatto ambientale, in grado di ospitare fino a 48 fibre, alloggiare in un tubo di acciaio inox, circondato da uno strato di fili d'acciaio che forma a loro volta una protezione contro la pressione e il contatto esterno, oltre a fornire resistenza a trazione. Il cavo è poi racchiuso in un tubo di rame sigillato ermeticamente e isolato con uno strato di polietilene. Il rivestimento esterno in polietilene a bassa densità garantisce l'isolamento elettrico ad alta tensione, nonché la protezione all'abrasione. I materiali utilizzati per la costruzione del cavo sono dello stesso tipo di quelli utilizzati nelle precedenti generazioni di cavi a fibra ottica e coassiali, che hanno dimostrato più di 20 anni di affidabilità.

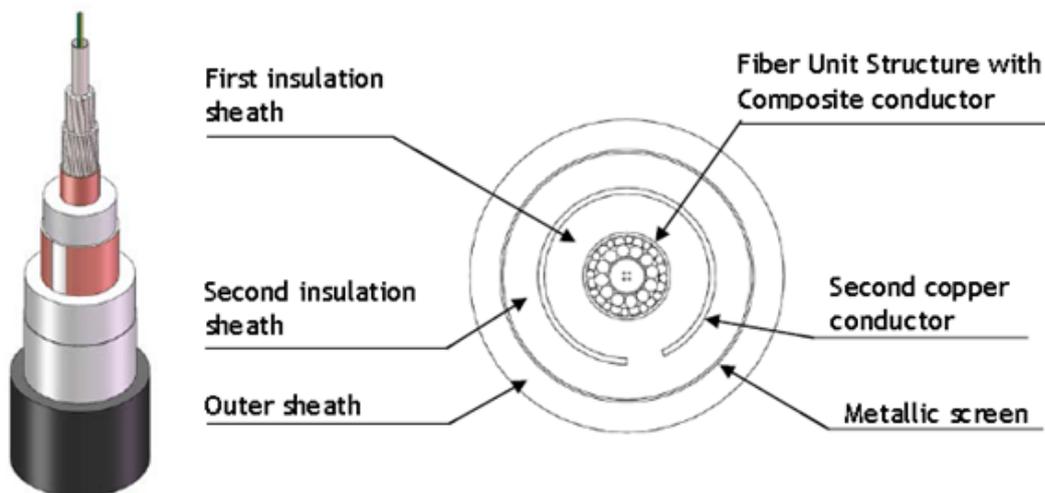


Figura 11: Subsea DC/FO LWP cable

Characteristics	Unit	Value
Optical fibres capacity		Up to 48
Cable outer diameter	mm	38
Weight in air	kg/m	1.95
Weight in water	kg/m	0.78
Pressure resistance	MPa	100

		Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, Porto Palo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>	
		Titolo doc.: <b>Relazione tecnica-illustrativa</b>	N.doc.: <b>18_024_01</b>	N.pag.: <b>10 di 20</b>

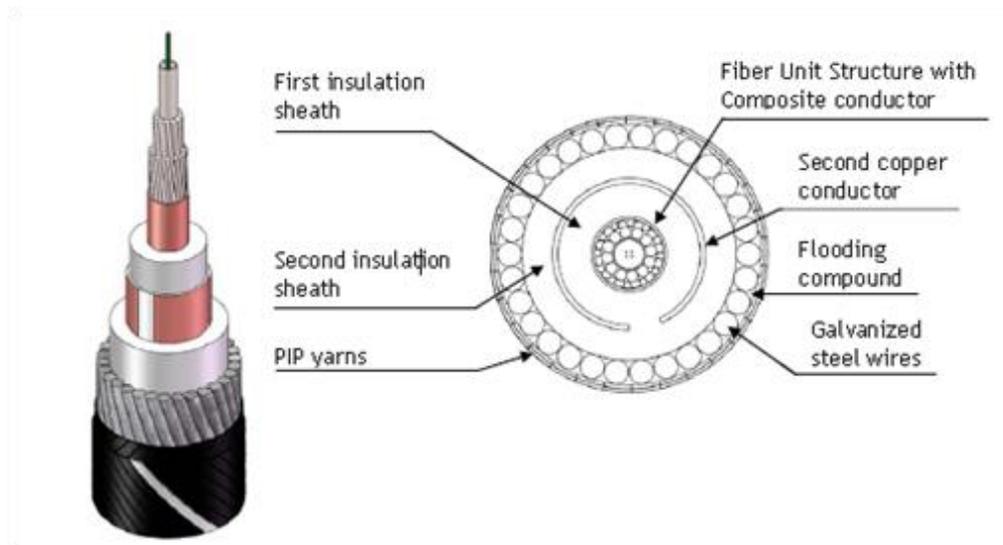


Figura 12: Subsea DC/FO SA cable

Characteristics	Unit	Value
Optical fibres capacity		Up to 48
Cable outer diameter	mm	44
Weight in air	kg/m	4
Weight in water	kg/m	2.5
Pressure resistance	MPa	100

## 5. Installazione della parte sottomarina

### 5.1. Nave posacavi ed attrezzature di posa

L'installazione del cavo verrà effettuata con la nave Posacavi della società Alcatel Lucent, la quale è dotata di attrezzature specialistiche adatte per:

- Imbarco e stoccaggio di cavi di grande lunghezza;
- Macchine di posa in grado di sostenere gli elevati tiri derivanti dalla posa ad alta profondità;
- Seguire la rotta designata con grande precisione di movimento.

### 5.2. Pulizia del percorso

Prima di iniziare la posa del cavo, se ritenuto necessario, in alcune aree circoscritte ove è previsto l'interro, verrà eseguita una pulizia del percorso.

 Istituto Nazionale di Fisica Nucleare		Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, Porto Palo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>	
		Titolo doc.: <b>Relazione tecnica-illustrativa</b>	N.doc.: 18_024_01	N.pag.: <b>11 di 20</b>

L'operazione consiste sostanzialmente nel navigare lungo il tracciato del cavo trainando il grappino (una sorta di ancora affondata per circa 0.5 m nel fondo marino) che ha lo scopo di eliminare cime, reti da pesca, catene e quant'altro sia presente sulla superficie del fondo marino stesso, per non ostacolare la successiva operazione d'interro del cavo.

Eventuali funi d'acciaio, reti, ecc che venissero intercettate, verranno recuperate e stoccate a terra per essere successivamente smaltite presso Ditte specializzate in base alle Normative vigenti in materia.

### **5.3. Operazioni di posa**

In ordine alle operazioni di posa e protezione sul cavo sottomarino, si considera una tempistica di massima stimata come segue:

- 15 giorni per le operazioni a terra
- 30 giorni per le operazioni a mare

Tali valori sono indicativi in quanto soggetti alle condizioni meteo-marine durante le fasi di lavorazione.

#### **5.3.1. Operazioni preliminari**

Contemporaneamente alle attività in mare, verranno effettuate alcune operazioni preliminari. Insieme ai lavori sulla spiaggia, si mobiliteranno altri servizi complementari di assistenza alla posa.

Qui di seguito vengono elencate alcune delle principali attività e servizi collegati alla posa del cavo sulla spiaggia:

- Preparazione del sistema di tiro del cavo sottomarino a terra (mediante l'impiego di verricello o escavatore).
- Mobilitazione dei mezzi di assistenza alla movimentazione del cavo e del relativo personale, quali sommozzatori, barche d'appoggio, ecc. per le operazioni di galleggiamento del cavo sottomarino.
- Verifica del sistema di comunicazione del personale coinvolto durante le fasi di tiro del cavo sotto-marino a terra (tra nave e barche appoggio e tra barche appoggio e terra).

Quando le attività di preparazione all'approdo saranno terminate, potranno iniziare le operazioni di posa.

 Istituto Nazionale di Fisica Nucleare		Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, Porto Palo di Capo Passero</b>		N. prog.: <b>18_024</b>	
		Titolo doc.: <b>Relazione tecnica-illustrativa</b>		N.doc.: <b>18_024_01</b>	N.pag.: <b>12 di 20</b>

### 5.3.2. Posa del cavo sottomarino

La nave posacavi, si posizionerà con la poppa in direzione dell'approdo, alla minima distanza possibile permessa dal pescaggio della nave stessa in relazione al tipo di fondale ed alla sua profondità (normalmente alla batimetrica dei -20 m). Successivamente una fune in polipropilene (denominata messaggera) verrà filata in mare e consegnata ad una barca di appoggio stazionante in prossimità della Nave. All'estremità della fune verrà bozzata la testa del cavo sottomarino che verrà reso galleggiante mediante il fissaggio di appositi palloni legati ad esso ed opportunamente distanziati. Una volta che la barca di appoggio sarà approdata sulla battigia si procederà a fissare al verricello e/o escavatore la fune in polipropilene e si procederà al tiro verso terra del cavo sottomarino. Tutte le fasi relative a tale operazione saranno coordinate per mezzo di un collegamento radio. Quando la testa del cavo sarà arrivata in posizione opportuna rispetto alla buca del giunto terra-mare, il verricello smetterà di tirare. La testa verrà quindi legata ad un punto di ritegno, il cavo tolto dai rulli e i sommozzatori, operando su gommoni, ed in comunicazione con la nave, toglieranno via i palloni partendo da riva verso la nave, posizionando contemporaneamente il cavo sul fondo. La nave posa-cavi è ora pronta per iniziare la posa del cavo verso il largo, mentre a terra si completano le operazioni di sistemazione del cavo nella buca giunti e nella trincea.

La nave posa-cavi seguirà la rotta prestabilita assistita dal sistema di posizionamento che quindi permetterà di rilevare e registrare la stessa. E' prevista una velocità di posa a regime dell'ordine di 1 nodo, in accordo con le condizioni e caratteristiche del fondo. Il tiro applicato al cavo durante la posa verrà continuamente controllato dalla macchina di posa e continuamente registrato. Particolare cura ed attenzione verrà prestata durante il superamento dei tratti di fondo caratterizzati da pendenze elevate. In prossimità della fine della pezzatura di cavo a bordo, la nave diminuirà la velocità di posa al fine di poter far uscire fuori bordo il giunto di pezzatura.

### 5.3.3. Protezioni a mare

#### 5.3.3.1. Generalità

La protezione del cavo lungo il tracciato verrà eseguita mediante l'impiego di un "aratro", trainato dalla nave posacavi, che ha il compito di posizionare all'interno di una trincea lo stesso. Mentre per la protezione del cavo in prossimità dell'approdo da batimetrica – 20,00/-

 Istituto Nazionale di Fisica Nucleare		Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, Porto Palo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>	
		Titolo doc.: <b>Relazione tecnica-illustrativa</b>	N.doc.: 18_024_01	N.pag.: <b>13 di 20</b>

30,00 alla batimetrica 0 le operazioni verranno eseguite per mezzo dell'impiego di sommozzatori di ditte specializzate.

Sulla spiaggia e nella zona di bagnasciuga per l'interramento verranno impiegati escavatori meccanici con ruote gommate o cingoli che si spingeranno in acqua fino al limite dell'operabilità.

Le tipologie di protezione previste per il cavo sono elencate nel paragrafo successivo.

### 5.3.3.2. Protezione degli approdi

Questo paragrafo tratta le protezioni del cavo nelle aree di approdo:

- Le zone a bassa profondità dove non è possibile eseguire l'interro dei cavi con i macchinari previsti ed in dotazione della nave posacavi a partire dalla batimetrica dei -20 m;
- Le zone a bassa profondità dove le protezioni, alternative all'interro, devono essere messe in atto con l'ausilio di sommozzatori (ad es. ancoraggio del cavo su posidonia, impiego di conchiglie in ghisa o di materassini di cemento).

Il maggiore livello di protezione richiesto per le aree di approdo è dovuto alla maggiore esposizione di tali zone agli agenti meteo-marini.

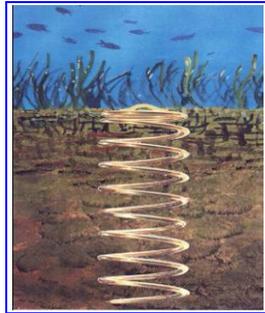
Le metodologie di protezione sono funzione del tipo di fondale riscontrato; lo schema delle protezioni agli approdi ad oggi previsto è il seguente:

- Fissaggio del cavo su praterie di posidonia;
- Protezione del cavo mediante l'applicazione di conchiglie in ghisa;
- Posizionamento di sacchetti in juta contenenti cemento per il livellamento del cavo sul fondo marino;
- Fissaggio mediante tasselli in acciaio inox su roccia;
- Interro del cavo a 1,00 m in sabbia con sistemi a getti per bassa profondità.

#### 5.3.3.2.1. Fissaggio del cavo su praterie di Posidonia

In presenza di Posidonia, delle viti verranno infisse nel fondale vicino ai cavi (dopo la loro posa) con una spaziatura opportuna (tipicamente tra i 5,00 – 20,00 m). I cavi verranno poi ancorati a tali viti risultando così fissati al fondo.

 Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, Porto Palo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>		
		Titolo doc.: <b>Relazione tecnica-illustrativa</b>	N.doc.: <b>18_024_01</b>	N.pag.: <b>14 di 20</b>



**Figura 13: Esempio di ancoraggio mediante viti**

In tal modo si evita il possibile movimento del cavo sul fondo in aree caratterizzate dalla presenza di Posidonia. Nel tempo, con lo sviluppo della Posidonia, i cavi tenderanno ad essere inglobati nelle “mattes” da essa generate, fornendo così un ulteriore bloccaggio ed anche un certo grado di protezione.

#### 5.3.3.2.2. Protezione del cavo mediante l'uso di conchiglie in ghisa

Possono essere previste anche delle ulteriori protezioni del cavo mediante l'utilizzo di conchiglie in ghisa che in presenza di un fondale pressoché sabbioso facilitano l'affondamento del cavo ed in presenza di “mattes” di posidonia le stesse tenderanno con il tempo ad inglobare tale protezione.



**Figura 14: Conchiglia in ghisa**

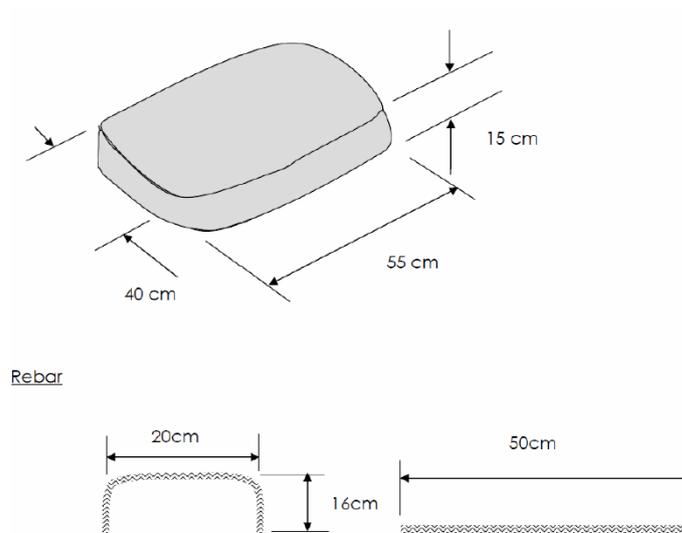
#### 5.3.3.2.3. Protezione del cavo mediante l'impiego di sacchetti in juta o altro materiale ecocompatibile e/o biodegradabile (contenenti una miscela di cemento) su Posidonia

Possono essere previste anche delle ulteriori protezioni del cavo mediante l'utilizzo di sacchetti in juta o altro materiale ecocompatibile e/o biodegradabile contenente una miscela

 Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, Porto Palo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>		
		Titolo doc.: <b>Relazione tecnica-illustrativa</b>	N.doc.: <b>18_024_01</b>	N.pag.: <b>15 di 20</b>

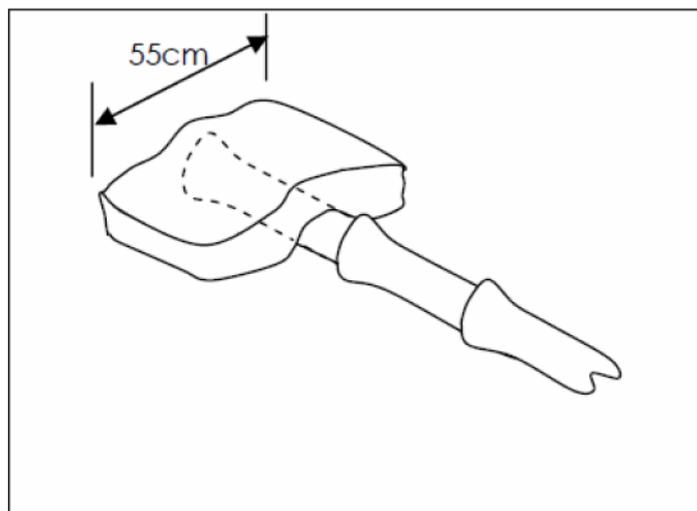
di cemento e sabbia (o cemento sabbia e pietrame), Le sacche sono utilizzate per supportare e proteggere il cavo in una varietà di situazioni e configurazioni, le due più comuni sono il supporto delle parti sospese (campate) e la stabilizzazione del cavo sul fondo marino.

Typical Grout Bag and Rebar Specification



**Figura 15: sacchetti di cemento**

Tali sacchetti, delle dimensioni cm. 55x40x16 (fig. 15), posizionati sul cavo, facilitano l'affondamento e la stabilizzazione dello stesso ed in presenza di "mattes" di posidonia non comprometteranno la crescita degli organismi naturali caratteristici dell'ecosistema ivi esistente, anche questa tipologia di protezione risulta essere facilmente inglobabile dalle "mattes" di posidonia.



**Figura 16: esempio d'installazione**

 Istituto Nazionale di Fisica Nucleare		Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, Porto Palo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>	
		Titolo doc.: <b>Relazione tecnica-illustrativa</b>	N.doc.: <b>18_024_01</b>	N.pag.: <b>16 di 20</b>

L'installazione avviene ponendo il lato più lungo del sacchetto perpendicolarmente al cavo, potranno essere utilizzate anche delle barre di collegamento tra sacchetti vicini.

#### 5.3.3.2.4. Ancoraggio del cavo mediante l'impiego di tasselli di acciaio inox su roccia

Qualora il cavo si trovi ad attraversare un fondale roccioso è possibile ancorarlo su di esso mediante l'utilizzo di appositi tasselli in acciaio inox alla cui sommità vi sono dei collari in cui verrà alloggiato il cavo



Figura 17: Tasselli di acciaio Inox su roccia

Ci sono inoltre altri due tipi di ancoraggio del cavo, le morse a 1 o a 2 barre:



Figura 18: Morsa a 1 barra



Figura 19: Morsa a 2 barre

 Istituto Nazionale di Fisica Nucleare		Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, Porto Palo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>	
		Titolo doc.: <b>Relazione tecnica-illustrativa</b>	N.doc.: <b>18_024_01</b>	N.pag.: <b>17 di 20</b>

### 5.3.3.2.5. Interro del cavo in sabbia con sistemi a getto per bassa profondità

Nelle aree prossime alla linea di costa, dove l'impiego del ROV e della nave di supporto non sia consentito a causa delle limitate profondità d'acqua, l'interramento, in sabbia è eseguito con lance a getti, macchine a getti o sorbone operate da sommozzatori.



Figura 20: Esempio di macchina a getti utilizzata da OTS

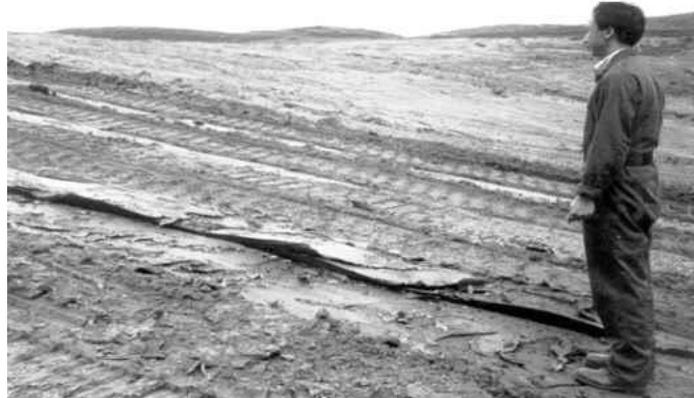
### 5.3.3.3. Protezione lungo il percorso

Per tutta la lunghezza di cavo fino la profondità di circa 1.000 m, in dipendenza dalle caratteristiche del fondo marino, questo verrà interrato per circa 0,8 m nel fondo marino tramite un sistema meccanico ad aratro, specifico per questa tipologia di lavori sottomarini, che scaverà una piccola trincea immediatamente ricoperta dopo il posizionamento del cavo con gli stessi sedimenti marini smossi. La macchina non è dotata di alcun sistema di propulsione, in quanto è trainata dalla nave posacavi. La scelta per l'utilizzo dei mezzi sopra citati dipende essenzialmente dalle caratteristiche morfologiche, dalla natura del fondo marino, dalla profondità e dalla estensione dei tratti in cui il cavo deve essere interrato e/o protetto. L'utilizzo e la manutenzione delle macchine idrauliche eventualmente presenti a bordo dei mezzi di supporto, vengono eseguite in ambiente controllato. Tali sistemi, omologati e collaudati secondo le normative vigenti, prevedono l'interruzione automatica dei flussi al verificarsi di eventuali perdite prevenendo il rischio d'inquinamento.

 Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, Porto Palo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>		
		Titolo doc.: <b>Relazione tecnica-illustrativa</b>	N.doc.: <b>18_024_01</b>	N.pag.: <b>18 di 20</b>



**Figura21: Aratro durante le operazioni di posa**



**Figura22: Traccia sul fondo dopo il posizionamento del cavo**

#### 5.3.4. Rapporto finale

Al termine delle operazioni di posa e protezione verrà redatto un rapporto, diviso per le varie attività, contenente:

- Descrizione delle attrezzature utilizzate e cronologia delle operazioni;
- Dati di posa ed interro;
- Carte riportanti la rotta dei cavi posati (As-laid) con evidenziati i dati dei punti più significativi.

## **6. Dichiarazione antinquinamento**

Si dichiara che durante tutte le fasi operative previste per la realizzazione dell'impianto in oggetto (pulizia del fondo marino, posa del cavo, protezioni, etc.) **NON VENGONO EFFETTUATE EMISSIONI** di sostanze dannose e/o inquinanti (lubrificanti, fluidi idraulici, additivi, etc.).

 Istituto Nazionale di Fisica Nucleare		Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, Porto Palo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>	
		Titolo doc.: <b>Relazione tecnica-illustrativa</b>	N.doc.: 18_024_01	N.pag.: <b>19 di 20</b>

## 7. Riepilogo delle superfici e specchi d'acqua demaniali occupati

La superficie a terra ed a mare richiesta in concessione o Consegna è calcolata in base ai parametri indicati sulla Circolare del Ministero Trasporti e Navigazione n°112 in data 25/01/2001 che definiscono:

### **Superficie area demaniale marittima in mare**

Quella definita dall'ingombro del diametro del cavo.

### **Superficie area demaniale marittima a terra**

Quella definita dalla fascia di suolo che corre lungo l'elemento interrato/poggiato, avente larghezza pari a quella del cavo maggiorata di una fascia di rispetto di metri 0,5 da un lato e dall'altro.

**Tabella riepilogativa delle superfici occupate**

Tratto	Lunghezza (m)	Fascia di rispetto (m)	Ø cavo m	Larghezza (m)	Note	Tot mq
<b>Terrestre</b>						
BMH/TS	77,83	1,00	0,4	1,4	cavidotto	108,96
LP/BMH	7,68	1,00	0,17	1,17	Cavo da LP protezione con articulated pipe	8,98
Tot mq. Terrestri						117,94
<b>Fondo marino</b>						
Primo tratto dal Landing point	516,71	0	0,170	0,17	Cavo da LP protezione con articulated pipe	87,84
tratto 2	23.908,75	0	0,044	0,044	Cavo SA fino al limite delle Acque territoriali TW	1.051,98
Tot mq fondo marino						1.139,83
<b>Totale</b>						<b>1.257,77</b>

Roma 09/10/2019

Poliservizi s.r.l.

Ing. Lorenzo Barone



 Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, Porto Palo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>		
	 POLISERVIZI S.p.A. <small>SHIPPING AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small>	Titolo doc.: <b>Relazione tecnica-illustrativa</b>	N.doc.: <b>18_024_01</b>	N.pag.: <b>20 di 20</b>

## ALLEGATI

 Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, Porto Palo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>		
	 POLISERVIZI s.r.l. <small>SHIPPING AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small>	Titolo doc.: <b>Relazione tecnica-illustrativa</b>	N.doc.: <b>18_024_01</b>	N.pag.: <b>21 di 20</b>

## ALLEGATO 1

### ROUTE POSITION LIST

 Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, Porto Palo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>		
	 POLISERVIZI S.p.A. <small>SHIPPING AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small>	Titolo doc.: <b>Relazione tecnica-illustrativa</b>	N.doc.: <b>18_024_01</b>	N.pag.: <b>22 di 20</b>

## ALLEGATO 2

### ARTICULATED PIPE

 Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, Porto Palo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>		
	 POLISERVIZI s.r.l. <small>SHIPPING AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small>	Titolo doc.: <b>Relazione tecnica-illustrativa</b>	N.doc.: <b>18_024_01</b>	N.pag.: <b>23 di 20</b>

**ALLEGATO 3**

**STRALCIO CATASTALE E VISURE**

### **XIII. ANNEX 4: Progetto IDMAR: Posa di un cavo sottomarino a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero. Caratterizzazione ambientale ai sensi del DM 1996 (in Italian).**



# IDMAR.

## Posa di un cavo a fibra ottica. Portopalo di Capo Passero.



## CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE ai sensi del DM 1996

12/08/2019	00	First Issue	Dr. M. Renzi	Ing. L. Barone	Prof. G. Protano
Date	Rev.	Description	Redatto	Cecked	Approved
Doc n° 18_024_04			POLISERVIZI S.R.L. Via S. Andrea delle Fratte, 24 00187 - Roma 06 6781489 - Fax 06 6793517 roma@poliservizi.net www.poliservizi.net		

 		Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>	
	 	Titolo doc.: <b>Caratterizzazione ambientale ai sensi del DM 1996</b>	N.doc.: <b>18_024_04</b>	N.pag.: <b>1-72</b>

## Progetto IDMAR

Posa di un cavo sottomarino a fibra ottica,  
 approdo Portopalo di Capo Passero

## Caratterizzazione ambientale ai sensi del DM 1996

<b>12/08/2019</b>	<b>00</b>	<b>Dr. M. Renzi</b>	<b>Ing. L. Barone</b>	<b>Prof. G. Protano</b>
Data	Rev.	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

*Maria Renzi*  
 BIOSCIENCE RESEARCH CENTER SRL  
 P.IVA 01537990531

*L. Barone*  
 POLISERVIZI S.R.L.  
 VIAS. ANDREA DELLE FRATTE 24  
 00187 - ROMA  
 P.I. / C.F. 02864720103

*Giuseppe Protano*  
 UNIVERSITÀ  
 DI SIENA

 <small>Istituto Nazionale di Fisica Nucleare</small>		Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>	
 <small>POLISERVIZI s.r.l. SHIPPING AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small>	 <small>BIOSCIENZE</small>	Titolo doc.: Caratterizzazione ambientale ai sensi del DM 1996	N.doc.: 18_024_04	N.pag.: 2-72

## Sommario

<b>Premessa</b> .....	<b>4</b>
<b>Gruppo di Lavoro</b> .....	<b>4</b>
<b>1. PIANO DI CAMPIONAMENTO</b> .....	<b>5</b>
<b>2. METODICHE</b> .....	<b>7</b>
2.1. PRELIEVO DEI CAMPIONI .....	7
Prelievo dei sedimenti mediante la tecnica della bennata .....	7
Selezione e prelievo delle aliquote d'interesse .....	8
Conservazione dei campioni .....	10
2.2. VARIABILI OGGETTO D'INDAGINE .....	11
2.3. ANALISI ESEGUITE .....	12
Fisica dei sedimenti .....	15
a) Analisi granulometrica e colorimetria .....	15
b) Contenuto d'acqua .....	15
c) Peso specifico .....	16
Chimica dei sedimenti .....	16
a) Carbonio organico totale (TOC) e azoto totale (TN) .....	16
b) Fosforo totale (TP), alluminio ed elementi in traccia .....	16
c) Determinazione degli idrocarburi alifatici, leggeri (C $\leq$ 12) e pesanti (C $>$ 12) .....	17
d) Determinazione degli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) .....	17
e) Determinazione di policlorobifenili (PCB) ed esaclorobenzene (HCB) .....	17
f) Determinazione di pesticidi organoclorurati .....	18
g) Determinazione di composti organostannici .....	18
Microbiologia .....	18
Saggi ecotossicologici .....	19
a) Test con <i>V. fischeri</i> .....	24
b) Test con <i>P. tricornutum</i> .....	24
c) Test con <i>P. lividus</i> .....	25
Rilievi delle biocenosi marine .....	25

 <small>Istituto Nazionale di Fisica Nucleare</small>		Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>	
 <small>POLISERVIZI s.r.l. SHIPPING AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small>	 <small>BIO SCIENCE</small>	Titolo doc.: Caratterizzazione ambientale ai sensi del DM 1996	N.doc.: 18_024_04	N.pag.: 3-72

Restituzione dei dati ROV.....	27
Campionamento e analisi delle comunità macrozoobentoniche.....	27
<b>3. SPECIFICHE DI CONTROLLO QUALITA' E RESTITUZIONE .....</b>	<b>29</b>
3.1. QUALITY CONTROL/QUALITY ASSURANCE (QC/QA) .....	29
<b>4. RISULTATI .....</b>	<b>32</b>
DATI FISICI, CHIMICI, MICROBIOLOGICI ED ECOTOSSICOLOGICI .....	32
<b>5. DISCUSSIONE .....</b>	<b>45</b>
Analisi granulometrica .....	45
Umidità.....	45
Peso specifico.....	46
Carbonio organico totale (TOC).....	46
Azoto totale (TN) e Fosforo totale (TP).....	46
Elementi in traccia .....	48
Idrocarburi pesanti (C>12), PCB .....	55
Pesticidi Organoclorurati e HCB .....	56
Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA).....	56
Caratterizzazione microbiologica.....	57
Caratterizzazione ecotossicologica .....	58
Struttura delle biocenosi e rilievi video ROV.....	58
Analisi descrittiva del macrozoobenthos.....	60
<b>6. CONCLUSIONI .....</b>	<b>68</b>

## ALLEGATI

- Allegato 1 – Verbali di campionamento
- Allegato 2 – Rapporti di prova
- Allegato 3 – Rilievi video ROV
- Allegato 4 – Mappa delle biocenosi

 <small>Istituto Nazionale di Fisica Nucleare</small>		Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>	
 <small>POLISERVIZI s.r.l. SHIPPING AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small>	  <small>BIO SCIENCE</small>	Titolo doc.: Caratterizzazione ambientale ai sensi del DM 1996	N.doc.: 18_024_04	N.pag.: 4-72

## Premessa

La presente relazione è stata redatta allo scopo di valutare l'eventuale incidenza ambientale della posa, con conseguente movimentazione del fondale marino, del cavo sottomarino a fibra ottica del progetto IDMAR (collegamento BMH).

L'elaborato riporta la caratterizzazione ambientale ai sensi del Decreto Ministeriale del 24 gennaio 1996, descrivendo nel dettaglio la metodologia adottata in fase di acquisizione dei video ROV (*Remotely Operated underwater Vehicle*) ed i risultati acquisiti, allo scopo di fornire una descrizione delle comunità fito-zoobentoniche esistenti nell'area di intervento, con l'identificazione delle biocenosi più importanti e la definizione dell'estensione delle praterie di fanerogame marine. Il documento è stato predisposto ai sensi del D. Lgs. 152/06, art.109 e ss.mm.ii., comma 5 e della relativa norma tecnica (D.M. 24 gennaio 1996).

## Gruppo di Lavoro

Di seguito è riportato l'elenco del personale coinvolto e la specifica mansione svolta:

Giuseppe Protano, Prof.,	Responsabile scientifico <sup>a</sup>
Franco Marra, Ing.,	Project manager <sup>b</sup>
Alessandro Bellitti, Ing.,	Responsabile Commerciale/Finanziario di Commessa <sup>b</sup>
Laura Maimone, Ing.,	Responsabile Qualità e Sicurezza <sup>b</sup>
Monia Renzi, Dott., Ph.D.,	Project coordinator <sup>c</sup>
Eleonora Grazioli, Dott.,	Ricercatore, Biologo Marino <sup>c</sup>
Francesca Provenza, Dott.,	Ricercatore, Biologo Marino <sup>c</sup>
Massimiliano Marcelli, Dott.,	Ricercatore, Tassonomo <sup>c</sup>
Massimo Fanti, Dott.,	Geologo <sup>c</sup>
Francesco Nannoni, Dott., Ph.D.,	Ricercatore <sup>a</sup>
Fabio Baroni	Tecnico di Laboratorio <sup>a</sup>
Serena Anselmi,	Tecnico di Laboratorio <sup>c</sup>
Alfonso Analfino,	Comandante nave <sup>d</sup>
Giuseppe Catalano,	Manovratore/Tecnico ROV <sup>d</sup>
Pietro Cefali	Tecnico di bordo <sup>d</sup>

- a.
- b.
- c.
- d.

Università degli Studi di Siena  
Poliservizi S.r.l  
Bioscience Research Center  
Geonautics S.r.l

 		Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero</b>		N. prog.: <b>18_024</b>	
	 	Titolo doc.: Caratterizzazione ambientale ai sensi del DM 1996		N.doc.: 18_024_04	N.pag.: 5-72

## 1. PIANO DI CAMPIONAMENTO

Le frequenze campionarie inerenti le indagini finalizzate alla caratterizzazione ambientale sono state determinate in relazione a quanto previsto dal Decreto del Ministero dell'Ambiente del 24 gennaio 1996 (G.U. 7-2-1996, n. 31).

In particolare, è stato tenuto conto di quanto previsto dal decreto di riferimento che, per le attività di caratterizzazione finalizzate alla posa di cavi o condotte sottomarine, indica quanto di seguito riportato: *“ai fini della caratterizzazione analitica dei materiali i campioni devono essere prelevati nello strato superficiale dei sedimenti lungo la direttrice del tracciato con una frequenza di prelievo di un campione ogni 200 metri sino a 1000 metri di distanza dalla costa per un numero minimo di cinque campioni. Per il tratto successivo sino a tre miglia dalla costa, dovranno essere prelevati ulteriori cinque campioni. Per i tratti successivi sino a completamento del tracciato la frequenza di prelievo varierà a seconda della tipologia del substrato e della variabilità delle biocenosi, in modo tale da ottenere una rappresentazione significativa delle caratteristiche dell'area”*.

In relazione a quanto previsto dall'Allegato B/2, par 6. del suddetto decreto, la frequenza del campionamento è stata ridotta del 50%, in considerazione del fatto che le tecniche di escavazione che verranno adottate minimizzino la dispersione dei sedimenti in ambiente circostante e le operazioni di affossamento ed interro siano effettuate simultaneamente.

La localizzazione delle stazioni di campionamento è stata determinata sul tracciato definitivo del progetto, battuta in campo al momento del raggiungimento del punto previsto per il prelievo.

Le attività di prelievo di sedimenti per la caratterizzazione del macrozoobenthos, per le analisi chimico-fisiche, microbiologiche ed ecotossicologiche dei fondali, ed i rilievi mediante tecnica video ROV sono stati eseguiti con la Motonave Neptune 1 (**Figura 1**).

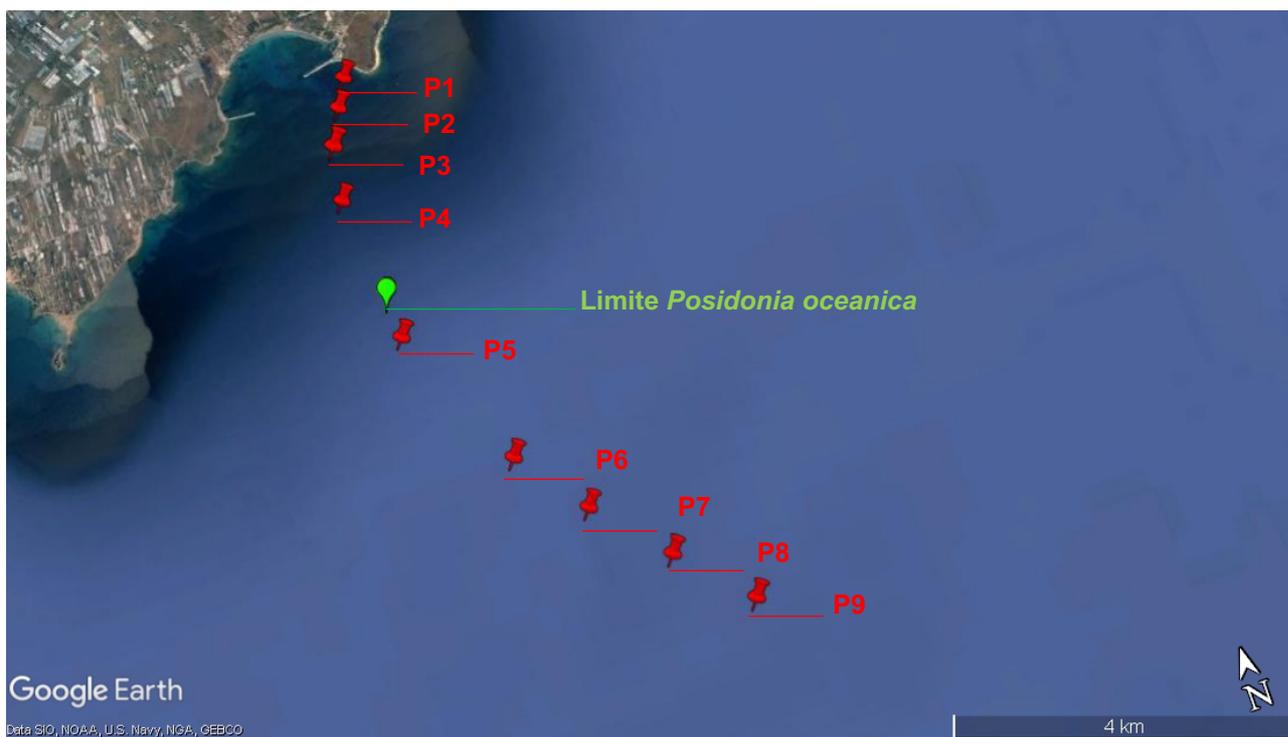
La **Figura 2** riporta, su carta georeferenziata, una visione d'insieme della localizzazione delle stazioni di prelievo, mentre in **Tabella 1** sono elencate le coordinate delle stazioni di campionamento.

Il rilievo video ROV è stato condotto lungo il tracciato interessato dalla posa del cavo fino alla quota batimetrica dei 50 m di profondità.

 <b>ALCATEL SUBMARINE NETWORKS</b> Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>	
 <b>POLISERVIZI s.r.l.</b> SHIPPING AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES	  <b>BIO SCIENCE</b> UNIVERSITÀ DI SIENA 13100	N.doc.: <b>18_024_04</b>	N.pag.: <b>6-72</b>



**Figura 1 - Motonave Neptune 1.**



**Figura 2 – Localizzazione delle stazioni di campionamento. La stazione verde rappresenta il limite della *Posidonia oceanica*.**

 		Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>	
	 	Titolo doc.: Caratterizzazione ambientale ai sensi del DM 1996	N.doc.: 18_024_04	N.pag.: 7-72

**Tabella 1** – Coordinate delle stazioni di campionamento in formato UTM 33 e WGS 84.

Stazione	UTM 33		WGS 84	
	EST	NORD	EST	NORD
P1_4331	511352.7	4057942.3	015 07.622	36 40.021
P2_4332	511178.0	4057582.2	015 07.505	36 39.827
P3_4333	511024.5	4057212.1	015 07.401	36 39.627
P4_4334	510857.9	4056364.5	015 07.289	36 39.168
P5_4335	511057.7	4054438.4	015 07.421	36 38.126
P6_4336	511907.7	4052574.5	015 07.990	36 37.117
P7_4337	512580.6	4051717.0	015 08.441	36 36.653
P8_4338	513359.6	4050865.3	015 08.962	36 36.192
P9_4339	514140.4	4050056.1	015 09.485	36 35.753

## 2. METODICHE

Per la zona d'intervento è stata svolta un'indagine completa. Sono state effettuate osservazioni sulle biocenosi marine, una caratterizzazione della fauna macrozoobentonica e analisi fisico-chimiche, microbiologiche ed ecotossicologiche di campioni di sedimento lungo il tracciato secondo le metodologie e le procedure operative dettagliatamente descritte nei paragrafi successivi del presente capitolo. Le analisi ecotossicologiche sono state eseguite su 1/3 delle stazioni complessivamente caratterizzate.

La caratterizzazione del sito d'intervento è stata effettuata tenendo conto delle prescrizioni della normativa vigente relativamente alla posa di cavi e condotte (D.M. del 1996) ed integrando una parte delle attività analitiche con quanto riportato nel Manuale ICRAM-APAT (2007).

### 2.1. PRELIEVO DEI CAMPIONI

#### Prelievo dei sedimenti mediante la tecnica della bennata

Preliminarmente ai lavori è stato effettuato un controllo sull'integrità e sulla congruità dei materiali secondo il programma dei lavori presunto. È stata dunque approntata la documentazione necessaria alla reportistica ed i documenti di bordo, verificate le attrezzature imbarcate ed allestito il materiale necessario alle attività previste per la giornata.

Una volta che l'imbarcazione si è posizionata sul punto di prelievo, sono state registrate le condizioni meteo-marine e quanto previsto dal verbale di campionamento. In seguito, si è provveduto al prelievo di sedimento.

	Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>		
		Titolo doc.: Caratterizzazione ambientale ai sensi del DM 1996	N.doc.: 18_024_04	N.pag.: 8-72

Il campionamento è stato eseguito mediante la tecnica della bennata, utilizzando una benna di tipo *Van Veen* da 18 litri con apertura di 0,10 m<sup>2</sup>. Questo tipo di benna consente di prelevare un campione superficiale approssimativamente relativo ai primi 20 cm di spessore. La benna impiegata presenta un sistema di apertura a sportello che consente il prelievo del sedimento indisturbato prima dell'estrusione dalla benna stessa.

Nel momento in cui è stata calata la benna, sono stati eseguiti il rilievo e la registrazione delle coordinate della stazione di prelievo, della profondità e dell'orario d'inizio della manovra. Una volta terminate le operazioni di prelievo, è stato annotato l'orario. Sono state registrate anche eventuali ripetizioni e cause di ripetizione.

### Selezione e prelievo delle aliquote d'interesse

Accertata la validità del campionamento, il materiale prelevato è stato estratto rapidamente dalla benna e posto all'interno di un contenitore opportunamente decontaminato. Si è provveduto alla documentazione fotografica esemplificativa del materiale recuperato, con identificativo univoco della stazione di prelievo e riferimento metrico, e alla descrizione morfologica del sedimento (**Allegato 1 – Verbali di campionamento**).

Complessivamente sono stati prelevati nove (9) campioni di sedimento secondo specifico piano di campionamento.

In corrispondenza di ogni stazione di campionamento è stato prelevato un unico campione medio rappresentativo dello strato superficiale (spessore 0-20 cm) come esemplificato, schematicamente, nella figura seguente (**Figura 3**).



**Figura 3** - Schema di prelievo campione bennate.

Il campione di sedimento è stato manipolato mediante l'impiego di una spatola/cucchiaino sterile monouso, omogeneizzato ed aliquotato per la realizzazione delle analisi chimico-fisiche, microbiologiche ed ecotossicologiche secondo la successione riportata di seguito:

- contenitore sterile per la microbiologia;
- contenitore per le analisi ecotossicologiche;

 <small>Istituto Nazionale di Fisica Nucleare</small>		Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>	
 <small>POLISERVIZI s.r.l. SHIPPING AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small>	 <small>BIO SCIENCE</small>	Titolo doc.: Caratterizzazione ambientale ai sensi del DM 1996	N.doc.: 18_024_04	N.pag.: 9-72

- contenitore per le analisi chimiche;
- sacchetto grande per le analisi granulometriche;
- contenitore in polietilene con doppio tappo per la riserva.

Sulle etichette sono stati riportati i codici univoci d'identificazione del campione:

- nome o sigla del progetto;
- sigla della stazione;
- numero della replica;
- aliquota di riferimento.

Nelle stesse stazioni in cui è stato effettuato il campionamento del sedimento è stato realizzato il prelievo dei campioni biologici per la determinazione del macrozoobenthos, come indicato nell'apposito paragrafo.

Le attività riguardanti il prelievo nella zona destinata all'intervento sono state eseguite sotto la direzione di un tecnico specializzato della società incaricata ad effettuare le attività di caratterizzazione ambientale, il quale ha provveduto a redigere l'apposita documentazione verbalistica riportata in **Allegato 1 (Verbali di campionamento)**.

I rapporti di prelievo che si riferiscono ad ogni bennata eseguita includono le seguenti informazioni per ogni stazione di prelievo:

- nome della stazione di prelievo;
- codice univoco del campione;
- data del campionamento;
- orario di inizio e fine lavorazione;
- coordinate del punto di prelievo;
- quota del fondale reale;
- descrizione macroscopica del materiale;
- nome dell'operatore preposto alla supervisione in campo;
- numero e sigla dei campioni prelevati;
- aspetto generale e tipologia dei sedimenti;
- elementi di rilievo biologico;
- colore;
- idratazione apparente;
- odore;

 		Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>	
	 	Titolo doc.: Caratterizzazione ambientale ai sensi del DM 1996	N.doc.: 18_024_04	N.pag.: 10-72

- strutture sedimentologiche di rilievo;
- annotazioni aggiuntive.

### Conservazione dei campioni

Per le modalità operative (tipologia di contenitore utilizzato, temperatura di trasporto e di conservazione del campione) sono state seguite le indicazioni del “*Manuale per la Movimentazione di Sedimenti Marini*” ICRAM-APAT (2007) cui si rimanda integralmente. Questo manuale prevede un trattamento specifico e differente per tipologia di analisi da eseguire. Il dettaglio è riassunto nella **Tabella 2**.

**Tabella 2** - Modalità di trasporto e conservazione dei campioni di sedimento.

Parametro	Contenitore	Trasporto	Conservazione
Granulometria, peso specifico, umidità	Plastica	+4/6 °C	+4/6 °C
Sostanza organica, azoto totale, fosforo totale	Polietilene, PE	+4/6 °C	-18/-25°C
Caratterizzazione chimica	Idrossipolietilene, HDPE	+4/6 °C	-18/-25°C
Microbiologia	Polietilene sterile, PE(s)	+4/6 °C	+4/6 °C
Ecotossicologia	Polietilene	+4/6 °C	+4/6 °C

La temperatura di conservazione è stata verificata periodicamente mediante l'impiego di una sonda termometrica portatile. Tutti i campioni sono stati inviati al laboratorio di analisi entro le ventiquattro ore dal prelievo. Ogni fase del campionamento è stata sottoposta ad un controllo di qualità mirato a garantire:

- l'assenza di contaminazione derivante dall'ambiente circostante o dagli strumenti impiegati per il campionamento;
- l'assenza di perdite di sostanze inquinanti sulle pareti di campionatori/contenitori;
- la protezione del campione da contaminazione derivante da cessione dei contenitori;
- un'adeguata temperatura al momento del prelievo per evitare la dispersione delle sostanze volatili;
- un'adeguata temperatura di conservazione dei campioni (mantenuti in appositi frigoriferi a 4°C);
- l'assenza di alterazioni biologiche nel corso di immagazzinamento e conservazione;
- l'assenza in qualunque fase di modificazioni chimico-fisiche delle sostanze;
- la pulizia degli strumenti e degli attrezzi usati per il campionamento, il prelievo, il trasporto e la conservazione.

 <small>Istituto Nazionale di Fisica Nucleare</small>		Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>	
 <small>POLISERVIZI s.r.l. SHIPPING AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small>	  <small>BIO SCIENCE UNIVERSITÀ DI SIENA 13100</small>	Titolo doc.: Caratterizzazione ambientale ai sensi del DM 1996	N.doc.: 18_024_04	N.pag.: 11-72

## 2.2. VARIABILI OGGETTO D'INDAGINE

Questo paragrafo riporta in sintesi le variabili quantificate per la caratterizzazione chimico-fisica, microbiologica ed ecotossicologica dei campioni di sedimenti. Le analisi ecotossicologiche sono state eseguite su 1/3 dei campioni totali.

### Fisica dei sedimenti

- ❖ Colore (Munsell);
- ❖ Granulometria (compresa distinzione silt/argille);
- ❖ Peso specifico;
- ❖ Umidità.

### Chimica dei sedimenti

- ❖ Carbonio organico totale (TOC);
- ❖ Azoto totale (TN);
- ❖ Fosforo totale (TP);
- ❖ Alluminio (Al) ed elementi in traccia (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, V, Zn);
- ❖ Idrocarburi leggeri (C<sub>≤12</sub>);
- ❖ Idrocarburi totali (C<sub>≤12</sub> + C<sub>>12</sub>);
- ❖ IPA (16 composti indicati da US-EPA come prioritari);
- ❖ Pesticidi (Aldrin, Dieldrin, α-HCH, β-HCH, γ-HCH, 2,4'-DDT, 4,4'-DDT, 2,4'-DDD, 4,4'-DDD, 2,4'-DDE, 4,4'-DDE, HCB, Esaclorobutadiene, Alaclor, Clorfenvinfos, Clorpirifos, Endosulfan, Eptacloro, Eptacloro epossido, Ossiclordano, cis-Clordano, trans-Clordano, Endrin, Mirex, Metossicloro);
- ❖ PCB (singoli congeneri e loro sommatoria 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);
- ❖ Composti organostannici (TBT, DBT, MBT).

### Microbiologia

- ❖ Coliformi totali;
- ❖ Coliformi fecali (*E. coli*);
- ❖ Enterococchi intestinali.

  Istituto Nazionale di Fisica Nucleare		Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>	
 POLISERVIZI s.r.l. SHIPPING AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES	  BIOSCIENZE	Titolo doc.: Caratterizzazione ambientale ai sensi del DM 1996	N.doc.: 18_024_04	N.pag.: 12-72

## Saggi ecotossicologici

- ❖ *Vibrio fischeri* in fase solida (inibizione della bioluminescenza a 30 minuti);
- ❖ *Phaeodactylum tricornutum* (inibizione del tasso di crescita a 72 h);
- ❖ *Paracentrotus lividus* (embriotossicità a 72 h).

## 2.3. ANALISI ESEGUITE

Si riportano in **Tabella 3 - 6** i riferimenti metodologici, le unità di misura ed i limiti di quantificazione per ogni variabile analizzata.

**Tabella 3** - Parametri fisici del sedimento: metodologie adottate, unità di misura e LOQ; NA = non applicabile.

	Metodo	LOQ	Unità di Misura
<b>Granulometria</b>	Manuale ICRAM 2001/3S	0,1	%
<b>Umidità</b>	DM 13/09/1999 Metodo II.2	0,1	%
<b>Peso Specifico</b>	ASTM D854-02.B	0,1	g/cm <sup>3</sup>
<b>Colore</b>	Munsell Color Chart	NA	Scala Munsell

**Tabella 4** - Parametri chimici del sedimento: metodologie adottate, unità di misura e LOQ.

	Metodo	LOQ	Unità di Misura
<b>Carbonio organico totale (TOC)</b>	UNI EN 13137:2002	1,0	%
<b>Azoto totale</b>	D.M. 13/09/1999 SO n° 185 GU n°248 21/10/1999 Met XIV.2	100	mg/kg s.s.
<b>Metalli e Metalloidi</b>			
	Metodo	LOQ	Unità di Misura
<b>Alluminio</b>	EPA 3051A/2007 + EPA 6020B/2014	0,13	mg/kg p.s.
<b>Arsenico</b>	EPA 3051A/2007 + EPA 6020B/2014	0,02	mg/kg p.s.
<b>Cadmio</b>	EPA 3051A/2007 + EPA 6020B/2014	0,02	mg/kg p.s.
<b>Cromo totale</b>	EPA 3051A/2007 + EPA 6020B/2014	0,01	mg/kg p.s.
<b>Fosforo</b>	EPA 3051A/2007 + EPA 6020B/2014	4,2	mg/kg p.s.
<b>Mercurio</b>	EPA 3051A/2007 + EPA 6020B/2014	0,02	mg/kg p.s.
<b>Nichel</b>	EPA 3051A/2007 + EPA 6020B/2014	0,05	mg/kg p.s.
<b>Piombo</b>	EPA 3051A/2007 + EPA 6020B/2014	0,01	mg/kg p.s.
<b>Rame</b>	EPA 3051A/2007 + EPA 6020B/2014	0,02	mg/kg p.s.
<b>Vanadio</b>	EPA 3051A/2007 + EPA 6020B/2014	0,01	mg/kg p.s.
<b>Zinco</b>	EPA 3051A/2007 + EPA 6020B/2014	0,83	mg/kg p.s.
<b>Idrocarburi lineari alifatici</b>			
	Metodo	LOQ	Unità di Misura
<b>Idrocarburi C &lt; 12</b>	EPA 5021 A 2014 + EPA 8260 C 2006	0,5	mg/kg s.s.
<b>Idrocarburi C &gt; 12</b>	UNI EN 14039:2005	20	mg/kg s.s.
<b>Idrocarburi totali</b>	EPA 5021 A 2014 + EPA 8260 C 2006 + UNI EN 14039:2005	20	mg/kg s.s.

 		Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>	
	 	Titolo doc.: Caratterizzazione ambientale ai sensi del DM 1996	N.doc.: 18_024_04	N.pag.: 13-72

**Continua Tabella 4 - Parametri chimici del sedimento: metodologie adottate, unità di misura e LOQ.**

<b>Idrocarburi policiclici aromatici</b>			
	<b>Metodo</b>	<b>LOQ</b>	<b>Unità di Misura</b>
<b>Acenaftene</b>	EPA 3546 2007 + EPA 8270 D 2014	0,05	µg/kg s.s.
<b>Acenaftilene</b>	EPA 3546 2007 + EPA 8270 D 2014	0,05	µg/kg s.s.
<b>Antracene</b>	EPA 3546 2007 + EPA 8270 D 2014	0,05	µg/kg s.s.
<b>Fenantrene</b>	EPA 3546 2007 + EPA 8270 D 2014	0,05	µg/kg s.s.
<b>Fluorantene</b>	EPA 3546 2007 + EPA 8270 D 2014	0,05	µg/kg s.s.
<b>Fluorene</b>	EPA 3546 2007 + EPA 8270 D 2014	0,05	µg/kg s.s.
<b>Naftalene</b>	EPA 3546 2007 + EPA 8270 D 2014	0,05	µg/kg s.s.
<b>Benzo (a) antracene</b>	EPA 3546 2007 + EPA 8270 D 2014	0,05	µg/kg s.s.
<b>Benzo (a) pirene</b>	EPA 3546 2007 + EPA 8270 D 2014	0,05	µg/kg s.s.
<b>Benzo (b) fluorantene</b>	EPA 3546 2007 + EPA 8270 D 2014	0,05	µg/kg s.s.
<b>Benzo (g,h,i) perilene</b>	EPA 3546 2007 + EPA 8270 D 2014	0,05	µg/kg s.s.
<b>Benzo (j) fluorantene</b>	EPA 3546 2007 + EPA 8270 D 2014	0,05	µg/kg s.s.
<b>Benzo (k) fluorantene</b>	EPA 3546 2007 + EPA 8270 D 2014	0,05	µg/kg s.s.
<b>Dibenzo (a,h) antracene</b>	EPA 3546 2007 + EPA 8270 D 2014	0,05	µg/kg s.s.
<b>indeno (1,2,3-c,d) pirene</b>	EPA 3546 2007 + EPA 8270 D 2014	0,05	µg/kg s.s.
<b>Pirene</b>	EPA 3546 2007 + EPA 8270 D 2014	0,05	µg/kg s.s.
<b>Crisene</b>	EPA 3546 2007 + EPA 8270 D 2014	0,05	µg/kg s.s.
<b>Σ IPA</b>	EPA 3546 2007 + EPA 8270 D 2014	0,1	µg/kg s.s.
<b>Fitofarmaci</b>			
	<b>Metodo</b>	<b>LOQ</b>	<b>Unità di Misura</b>
<b>Aldrin</b>	EPA 3546 2007 + EPA 8270 D 2014	0,1	µg/kg s.s.
<b>Dieldrin</b>	EPA 3546 2007 + EPA 8270 D 2014	0,1	µg/kg s.s.
<b>Endrin</b>	EPA 3546 2007 + EPA 8270 D 2014	0,5	µg/kg s.s.
<b>alfa-Esaclorocicloesano</b>	EPA 3546 2007 + EPA 8270 D 2014	0,1	µg/kg s.s.
<b>beta-Esaclorocicloesano</b>	EPA 3546 2007 + EPA 8270 D 2014	0,1	µg/kg s.s.
<b>gamma-Esaclorocicloesano (Lindano)</b>	EPA 3546 2007 + EPA 8270 D 2014	0,1	µg/kg s.s.
<b>o,p'-DDD</b>	EPA 3546 2007 + EPA 8270 D 2014	0,5	µg/kg s.s.
<b>p,p'-DDD</b>	EPA 3546 2007 + EPA 8270 D 2014	0,5	µg/kg s.s.
<b>Σ DDD</b>	EPA 3546 2007 + EPA 8270 D 2014	0,5	µg/kg s.s.
<b>o,p'-DDE</b>	EPA 3546 2007 + EPA 8270 D 2014	0,5	µg/kg s.s.
<b>p,p'-DDE</b>	EPA 3546 2007 + EPA 8270 D 2014	0,5	µg/kg s.s.
<b>Σ DDE</b>	EPA 3546 2007 + EPA 8270 D 2014	0,5	µg/kg s.s.
<b>o,p'-DDT</b>	EPA 3546 2007 + EPA 8270 D 2014	0,5	µg/kg s.s.
<b>p,p'-DDT</b>	EPA 3546 2007 + EPA 8270 D 2014	0,5	µg/kg s.s.
<b>Σ DDT</b>	EPA 3546 2007 + EPA 8270 D 2014	0,5	µg/kg s.s.
<b>Esaclorobenzene (HCB)</b>	EPA 3546 2007 + EPA 8270 D 2014	0,1	µg/kg s.s.
<b>Eptacloro di epossido</b>	EPA 3546 2007 + EPA 8270 D 2014	0,5	µg/kg s.s.
<b>cis-Clordano</b>	EPA 3546 2007 + EPA 8270 D 2014	0,5	µg/kg s.s.
<b>trans-Clordano</b>	EPA 3546 2007 + EPA 8270 D 2014	0,5	µg/kg s.s.
<b>Σ Cis Trans Clordano</b>	EPA 3546 2007 + EPA 8270 D 2015	0,5	µg/kg s.s.

 <b>ALCATEL SUBMARINE NETWORKS</b> Istituto Nazionale di Fisica Nucleare		Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>	
 POLISERVIZI s.r.l. SHIPPING AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES	  BsRC BIOSCIENCE UNIVERSITÀ DI SIENA 53100	Titolo doc.: Caratterizzazione ambientale ai sensi del DM 1996	N.doc.: 18_024_04	N.pag.: 14-72

**Continua Tabella 4 - Parametri chimici del sedimento: metodologie adottate, unità di misura e LOQ.**

	Metodo	LOQ	Unità di Misura
<b>Monobutilstagno</b>	UNI EN ISO 23161:2011	1,0	µg/kg s.s.
<b>Dibutilstagno</b>	UNI EN ISO 23161:2011	1,0	µg/kg s.s.
<b>Tributilstagno</b>	UNI EN ISO 23161:2011	1,0	µg/kg s.s.
<b>Σ monobutilstagno, dibutilstagno, tributilstagno</b>	UNI EN ISO 23161:2011	1,0	µg/kg s.s.
<b>Congeneri PCB</b>			
	Metodo	LOQ	Unità di Misura
<b>(28) 2,4,4'-TriCB</b>	EPA 3546 2007 + EPA 8270 D 2014	0,05	µg/kg s.s.
<b>(52) 2,2',5,5'-TetraCB</b>	EPA 3546 2007 + EPA 8270 D 2014	0,05	µg/kg s.s.
<b>(77) 3,3',4,4'-TetraCB</b>	EPA 3546 2007 + EPA 8270 D 2014	0,05	µg/kg s.s.
<b>(81) 3,4,4',5'-TetraCB</b>	EPA 3546 2007 + EPA 8270 D 2014	0,05	µg/kg s.s.
<b>(95) 2,2',3,5',6-PentaCB</b>	EPA 3546 2007 + EPA 8270 D 2014	0,05	µg/kg s.s.
<b>(101) 2,2',4,5,5'-PentaCB</b>	EPA 3546 2007 + EPA 8270 D 2014	0,05	µg/kg s.s.
<b>(118) 2,3',4,4',5-PentaCB</b>	EPA 3546 2007 + EPA 8270 D 2014	0,05	µg/kg s.s.
<b>(123) 2',3,4,4',5-PentaCB</b>	EPA 3546 2007 + EPA 8270 D 2014	0,05	µg/kg s.s.
<b>(126) 3,3',4,4',5-PentaCB</b>	EPA 3546 2007 + EPA 8270 D 2014	0,05	µg/kg s.s.
<b>(128) 2,2',3,3',4,4'-EsaCB</b>	EPA 3546 2007 + EPA 8270 D 2014	0,05	µg/kg s.s.
<b>(138) 2,2',3,4,4',5'-EsaCB</b>	EPA 3546 2007 + EPA 8270 D 2014	0,05	µg/kg s.s.
<b>(153) 2,2',4,4',5,5'-EsaCB</b>	EPA 3546 2007 + EPA 8270 D 2014	0,05	µg/kg s.s.
<b>(156) 2,3,3',4,4',5-EsaCB</b>	EPA 3546 2007 + EPA 8270 D 2014	0,05	µg/kg s.s.
<b>(169) 3,3',4,4',5,5'-EsaCB</b>	EPA 3546 2007 + EPA 8270 D 2014	0,05	µg/kg s.s.
<b>(180) 2,2',3,4,4',5,5'-EptaCB</b>	EPA 3546 2007 + EPA 8270 D 2014	0,05	µg/kg s.s.
<b>PCB totali</b>	EPA 3546 2007 + EPA 8270 D 2014	0,05	µg/kg s.s.

**Tabella 5 - Parametri microbiologici del sedimento: metodologie adottate, unità di misura e LOQ.**

	Metodo	LOQ	Unità di Misura
<b>Conta <i>Escherichia coli</i></b>	CNR IRSA 3.2 Q 64 Vol 1 1983	10	UCF/g s.s.
<b>Conta coliformi totali</b>	CNR IRSA 3.1 Q 64 Vol 1 1983	10	UCF/g s.s.
<b>Conta enterococchi intestinali</b>	CNR IRSA 3 Q 64 Vol 2 1983	10	UCF/g s.s.

**Tabella 6 - Saggi ecotossicologici: metodologie adottate e unità di misura.**

	Metodo	Unità di Misura
<b><i>Phaedactylum tricornutum</i></b>	UNI EN ISO 10253:2017	%
<b><i>Vibrio fischeri</i></b>	UNI EN ISO 11348-3:2009 + ICRAM Metodologie analitiche di riferimento (2001) Scheda 11, App 2	%
<b><i>Paracentrotus lividus</i></b>	EPA/600/R-95-136/Sezione 15 + ISPRA Quaderni Ricerca Marina 11/2017	%

 		Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>	
	 	Titolo doc.: Caratterizzazione ambientale ai sensi del DM 1996	N.doc.: 18_024_04	N.pag.: 15-72

## Fisica dei sedimenti

### a) Analisi granulometrica e colorimetria

L'analisi granulometrica è stata condotta secondo quanto indicato nel manuale ICRAM "Metodologie analitiche di riferimento" (2001); in **Tabella 7** sono riportate le classi granulometriche di riferimento.

**Tabella 7** - Classi granulometriche secondo il manuale ICRAM 2001.

Frazioni dimensionali		Dimensioni
Ghiaia		> 2 mm
Sabbia		2 mm > x > 0,063 mm
Pelite	fango	0,063 mm > x > 0,004 mm
	argilla	< 0,004 mm

La procedura adottata è stata la seguente:

- circa 200 g di campione, precedentemente essiccato in stufa a 40 °C e pesato, è stato tenuto per 48h a contatto con una soluzione 2:8 di perossido di idrogeno per favorire la separazione dei granuli;
- in seguito, il campione è stato lavato con acqua distillata su di un setaccio con maglia da 0,063 mm;
- entrambe le frazioni (passante e trattenuta) sono state recuperate ed essiccate in stufa fino a peso costante;
- la frazione maggiore di 0,063 mm (sabbia e ghiaia) è stata separata a secco con pila di setacci della serie ASTM con intervallo di  $\frac{1}{2}$  phi (phi = - log<sub>2</sub> del valore in mm) ed ogni frazione è stata interamente recuperata e pesata;
- la frazione pelitica (< 0,063 mm), se maggiore del 1%, è stata sottoposta ad analisi con cilindro di sedimentazione.

Il colore è stato determinato mediante scala colorimetrica di Munsell utilizzando le relative tavole colorimetriche.

### b) Contenuto d'acqua

Il contenuto d'acqua è stato quantificato secondo il metodo II.2 2 "Determinazione gravimetrica del contenuto di umidità" riportato nel DM 13/09/1999. L'umidità residua viene calcolata come differenza tra la massa di un campione di terra fine e la massa dello stesso campione dopo essiccamento a 105 °C fino a massa costante. Il risultato analitico è stato espresso in %.

 <small>Istituto Nazionale di Fisica Nucleare</small>	Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>		
 <small>POLISERVIZI s.r.l. SHIPPING AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small>	  <small>UNIVERSITÀ DI SIENA 1205</small>	Titolo doc.: Caratterizzazione ambientale ai sensi del DM 1996	N.doc.: 18_024_04	N.pag.: 16-72

### c) Peso specifico

L'analisi del peso specifico è stata condotta secondo il metodo ASTM D854 "*Standard Test Methods for Specific Gravity of Soil Solids by Water Pycnometer*", che prevede, appunto, l'utilizzo di un picnometro e di una bilancia analitica. Il risultato analitico è corretto alla temperatura di 20°C ed espresso in kN/m<sup>3</sup>.

### Chimica dei sedimenti

#### a) Carbonio organico totale (TOC) e azoto totale (TN)

Il contenuto di Carbonio Organico Totale (TOC) è stato ottenuto utilizzando il metodo UNI EN 13137:2002 "*Caratterizzazione dei rifiuti - Determinazione del carbonio organico totale (TOC) in rifiuti, fanghi e sedimenti*". La norma specifica due metodi per la determinazione del carbonio organico totale (TOC) in campioni di rifiuti non essiccati contenenti più di 1 g di carbonio per ogni kilogrammo di sostanza secca (0,1%). La norma può essere applicata anche a fanghi, sedimenti e materiali similari.

L'Azoto totale (TN) è stato determinato mediante il metodo XIV.2 "*Mineralizzazione Kjeldahl all'idrogeno perossido*" riportato nel DM 13/09/1999 SO n. 185 GU 248 21/10/99 ed il metodo XIV.3 "*Determinazione dell'N totale per distillazione secondo Kjeldahl*" riportato nel D.M. 25/03/02 GU n. 84.

#### b) Fosforo totale (TP), alluminio ed elementi in traccia

La determinazione del Fosforo totale (TP) è stata eseguita seguendo il protocollo del metodo US EPA 3051A/2007 "*Microwave Assisted Acid Digestion of Sediments, Sludges, Soils, and Oils*" e del metodo US EPA 6020B/2014 "*Inductively coupled plasma-Mass Spectrometry*". Le analisi sono state effettuate utilizzando uno spettrometro di massa a plasma accoppiato induttivamente (ICP-MS) della Perkin Elmer (modello NexION 350 ICP-MS). Il materiale degli standard analitici certificati è stato analizzato ogni 8 campioni di sedimento, insieme ad una prova in blank. La concentrazione del fosforo totale negli standard analitici è risultata sempre compresa nell'intervallo valore certificato±deviazione standard. La precisione o riproducibilità analitica è stata definita attraverso 5 analisi ripetute su ogni campione.

 <small>Istituto Nazionale di Fisica Nucleare</small>		Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>	
 <small>MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small>	 <small>BIOSCIENCE</small>	Titolo doc.: Caratterizzazione ambientale ai sensi del DM 1996	N.doc.: 18_024_04	N.pag.: 17-72

La quantificazione dell'alluminio (Al) e degli elementi in traccia (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, V, Zn) è stata eseguita seguendo il protocollo del metodo US EPA 3051A/2007 "*Microwave Assisted Acid Digestion of Sediments, Sludges, Soils, and Oils*" e del metodo US EPA 6020B/2014 "*Inductively coupled plasma-Mass Spectrometry*". Le analisi sono state effettuate utilizzando uno spettrometro di massa a plasma accoppiato induttivamente (ICP-MS) della Perkin Elmer (modello NexION 350 ICP-MS). La valutazione dell'accuratezza analitica è stata effettuata utilizzando standard analitici certificati. Il materiale degli standard analitici certificati è stato analizzato ogni 8 campioni di sedimento insieme ad una prova in blank. La concentrazione degli analiti negli standard analitici è risultata sempre compresa nell'intervallo valore certificato  $\pm$  deviazione standard. La precisione o riproducibilità analitica è stata definita attraverso 5 analisi ripetute su ogni campione.

#### **c) Determinazione degli idrocarburi alifatici, leggeri (C $\leq$ 12) e pesanti (C $>$ 12)**

L'analisi degli idrocarburi è stata effettuata secondo il metodo descritto in EPA 5021 A 2014 e EPA 8260 C 2006 per gli idrocarburi leggeri e con il metodo UNI EN 14039:2005. La valutazione di precisione ed accuratezza è stata effettuata mediante quantificazione di un numero statisticamente significativo di campioni ottenuti da materiale certificato per l'analita di interesse. Precisione ed accuratezza sono sempre risultati essere compresi nell'intervallo di deviazione standard certificata dalla casa produttrice del materiale di riferimento. Gli idrocarburi totali sono stati espressi come sommatoria degli Idrocarburi C $>$ 12 + C $<$ 12.

#### **d) Determinazione degli idrocarburi policiclici aromatici (IPA)**

L'analisi degli idrocarburi policiclici aromatici (Naftalene, Acenaftilene, Acenaftene, Fluorene, Fenantrene, Antracene, Fluorantene, Pirene, Benzo(a)antracene, Crisene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(a)pirene, Dibenzo(a,h)antracene, Benzo(g,h,i)perilene, Indeno(1,2,3cd)pirene) è stata effettuata secondo il metodo descritto in US EPA 3546/2007 e US EPA 8270 D 2014. La valutazione di precisione ed accuratezza è stata effettuata mediante quantificazione di un numero statisticamente significativo di campioni ottenuti da materiale certificato per l'analita di interesse.

#### **e) Determinazione di policlorobifenili (PCB) ed esaclorobenzene (HCB)**

L'analisi di policlorobifenili (congeneri: 28, 52, 77, 81, 101, 118, 126, 128, 138, 153, 156, 169, 180) e dell'esaclorobenzene (HCB) è stata effettuata secondo il metodo descritto in US

 <small>Istituto Nazionale di Fisica Nucleare</small>	Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>		
 <small>POLISERVIZI s.r.l.</small> <small>SHIPPING AGENCY</small> <small>MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small>	  <small>BIO SCIENCE</small>	Titolo doc.: Caratterizzazione ambientale ai sensi del DM 1996	N.doc.: 18_024_04	N.pag.: 18-72

EPA 3546/2007 e US EPA 8270D/2014. La valutazione di precisione ed accuratezza è stata effettuata mediante quantificazione di un numero statisticamente significativo di campioni ottenuti da materiale certificato per l'analisi di interesse. La sommatoria dei PCB è stata calcolata come somma dei congeneri 28, 52, 77, 81, 101, 118, 126, 128, 138, 153, 156, 169, 180.

#### **f) Determinazione di pesticidi organoclorurati**

L'analisi di pesticidi organoclorurati (Aldrin, Dieldrin,  $\alpha$ -HCH,  $\beta$ -HCH,  $\gamma$ -HCH, 2,4'-DDT, 4,4'-DDT, 2,4'-DDD, 4,4'-DDD, 2,4'-DDE, 4,4'-DDE, Esaclorobutadiene, Alaclor, Clorfenvinfos, Clorpirifos, Endosulfan, Eptacloro, Eptacloro epossido, Ossiclordano, cis-Clordano, trans-Clordano, cis-Nonaclor, trans-Nonaclor, Endrin, Mirex, Metossicloro) è stata effettuata secondo il metodo descritto in US EPA 3546/2007 e US EPA 8270D/2014. Nel caso di DDD, DDE, DDT sono riportati i valori degli isomeri 2,4'- e 4,4'- di ciascuno dei singoli composti e loro sommatoria. La valutazione di precisione ed accuratezza è stata effettuata mediante quantificazione di un numero statisticamente significativo di campioni ottenuti da materiale certificato per l'analisi di interesse.

#### **g) Determinazione di composti organostannici**

La determinazione dei composti organostannici è stata effettuata secondo il metodo descritto in UNI EN ISO 23161:2011. Sono state quantificate singolarmente le forme monobutil- (MBT), dibutil- (DBT) e tributil- (TBT) stagno. Il valore della sommatoria dei composti organostannici è pari alla somma dei singoli congeneri.

### **Microbiologia**

Le determinazioni microbiologiche per gli Enterococchi intestinali, Coliformi totali e Coliformi fecali sono state condotte secondo i metodi riportati nel volume Manuali e linee guida 29/2003 APAT-CNR-IRSA cui si rimanda integralmente.

 <small>Istituto Nazionale di Fisica Nucleare</small>		Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>	
 <small>POLISERVIZI s.r.l. SHIPPING AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small>	 <small>BIO SCIENCE</small>	Titolo doc.: Caratterizzazione ambientale ai sensi del DM 1996	N.doc.: 18_024_04	N.pag.: 19-72

## Saggi ecotossicologici

Quando una miscela di composti è dispersa in ambiente subisce interazioni di tipo fisico-chimico con la matrice ambientale formando precipitati o sotto-composti di reazione. Questo tipo di interazione sostanza/matrice può essere sinergico oppure antagonistico.

Il risultato ultimo derivante da questo tipo di interazione reciproca è una potenziale alterazione della tossicità delle singole sostanze presenti e/o rilasciate in ambiente in grado di indurre effetti difficilmente prevedibili sulla base della conoscenza delle caratteristiche fisico-chimiche di ogni singolo composto (Bacci, 1996).

Fenomeni di chelazione e/o trasformazione chimica di tipo antagonistico o sinergico possono, infatti, modificare sostanzialmente l'effetto finale sulla componente biologica. Inoltre, l'effetto sugli organismi dovuto all'esposizione contemporanea a miscele di composti tossici non è facilmente deducibile *a priori* dalle caratteristiche del singolo composto chimico che compone la miscela stessa.

La matrice ambientale interagisce con i contaminanti in essa rilasciati. Questo tipo di interazione chimico-fisica può dar luogo a fenomeni a cascata con reazioni chimiche a catena anche molto complesse che possono portare alla formazione di sottoprodotti, precipitati o complessi chimici con potenziale tossico notevolmente diverso da quello delle sostanze di partenza.

Per questo, la semplice stima dei livelli di sostanze potenzialmente pericolose rilasciate in ambiente acquatico non è esaustiva.

Informazioni importanti relative agli effetti indotti sulla componente biologica possono essere ottenute associando ai *test* di cessione anche saggi di tipo ecotossicologico.

Infatti, i saggi di esposizione di organismi acquatici alle matrici ambientali di interesse (acque, elutriati, sedimento tal quale) possono fornire indicazioni fondamentali sulla reale tossicità della miscela presente nell'acqua di eluizione, favorendo la comprensione dell'effetto finale sull'ecosistema marino al netto delle reazioni di complessazione, chelazione e trasformazione chimica occorse.

Nel caso dei dragaggi in ambito portuale, il manuale ISPRA (2011; Manuali e linee guida 67/2011, Batterie di saggi ecotossicologici per sedimenti di acque salate e salmastre) indica che: *“Contestualmente alla caratterizzazione chimico-fisica, o successivamente alle risultanze*

 		Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>	
	 	Titolo doc.: Caratterizzazione ambientale ai sensi del DM 1996	N.doc.: 18_024_04	N.pag.: 20-72

*analitiche, devono essere condotte analisi ecotossicologiche che concorrono alla definizione della qualità dei materiali da dragare".* Questa indicazione è concettualmente estrapolabile anche alle movimentazioni di sedimenti marini propedeutiche alla posa di cavi e/o condotte.

La scelta delle specie da sottoporre ai saggi ecotossicologici rappresenta una criticità sperimentale. Specie molto semplici, come ad esempio i batteri e le alghe unicellulari, consentono di standardizzare più efficacemente le procedure dei saggi e di condurre prove più brevi nel tempo, semplificando anche notevolmente le procedure di laboratorio e rendendo riproducibile il dato. Tuttavia, specie più complesse sono in grado di fornire informazioni sicuramente più significative dal punto di vista ecologico.

La variabilità della popolazione sottoposta alla prova può indurre differenze significative nelle risposte ottenute dal saggio. Per questo, per massimizzare la riproducibilità dei risultati ottenibili, i *test* sono condotti su una popolazione resa *a priori* più omogenea possibile (dal punto di vista genetico, sessuale e di fase del ciclo biologico) e le condizioni esterne sono strettamente standardizzate. Questo, sebbene favorisca la riproducibilità del dato, rende il risultato meno rappresentativo della condizione di "naturalità". Infatti, in natura, le popolazioni non sono geneticamente, sessualmente e biologicamente omogenee, ma coesistono nello stesso habitat individui appartenenti alla stessa specie con genotipo, sesso ed età diversa e quindi diversamente sensibili alle sostanze testate. La letteratura scientifica evidenzia come la sensibilità di un organismo ad un tossico vari in funzione del sesso, della fase di sviluppo in cui si trova (embrionale, larvale, riproduttiva ecc.), dell'età e della variabilità genetica.

In pratica, la stessa dose di una sostanza può, ad esempio, essere letale per le fasi larvali o embrionali di una specie e non avere effetto sugli individui adulti.

Dal punto di vista metodologico, la standardizzazione di alcuni aspetti inerenti il saggio (es. illuminazione, temperatura di incubazione, pH del mezzo, salinità ecc.), ma anche la manualità dell'operatore ed il protocollo sperimentale adottato, possono indurre risposte significativamente diverse in presenza della stessa concentrazione di composto tossico cui si espone la popolazione *test*.

Per ovviare ad alcune di queste problematiche sperimentali è importante, pertanto, seguire le metodologie proposte da protocolli nazionali e/o internazionali ufficialmente riconosciuti e standardizzati affinché sia possibile garantire la correttezza della procedura di esame, la non equivocabilità dell'informazione ottenibile dal *test* e la qualità del dato ottenuto. L'uso di

 		Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero</b>		N. prog.: <b>18_024</b>	
	 	Titolo doc.: Caratterizzazione ambientale ai sensi del DM 1996		N.doc.: 18_024_04	N.pag.: 21-72

protocolli non ufficiali o non riconosciuti dovrebbe essere minimizzato o applicato oculatamente contestualizzando il significato della risposta ottenuta.

A parità di concentrazioni di un dato tossico, la risposta ottenuta è specie-specifica. Ossia, specie diverse mostrano diverse sensibilità nei confronti della stessa sostanza. Infatti, specie biologicamente semplici, come ad esempio i batteri, presentano sistemi di difesa meno complessi rispetto ad organismi posti ad un livello più alto della scala evolutiva, risultando più sensibili per alcuni composti e meno sensibili per altri.

Per questo, la risposta ottenuta da saggi condotti su una sola specie è poco significativa, mentre può avere maggior peso un risultato ottenuto con almeno due specie appartenenti a gruppi tassonomici diversi, scelte in modo da fornire un'indicazione quanto più attendibile possibile degli effetti indotti sia alla base che ai vertici della rete trofica dell'ecosistema acquatico.

In sintesi, l'impiego di più specie *test* appartenenti a livelli trofici diversi è fondamentale sia per valutare l'impatto della contaminazione presunta sul sistema, verificando i livelli trofici coinvolti, sia per disporre di sensibilità diverse a parità di dosaggio di esposizione.

Per effettuare la valutazione della tossicità associata al sedimento campionato, la batteria di saggi ecotossicologici selezionata in questo ambito è stata scelta sulla base delle indicazioni fornite dal manuale ISPRA (Manuali e linee guida 67/2011, Batterie di saggi ecotossicologici per sedimenti di acque salate e salmastre), par. 1.5 "Scelta degli organismi e modalità di esecuzione dei saggi (A-H)" e Tab. 2.1 – Saggi prescritti e raccomandati per gli ambienti A e B in funzione dei comparti e degli obiettivi in relazione al substrato 3 (fango), obiettivo E1 effetti nel sito da dragare, comparto III (elutriati) ed il comparto IV (sedimento intero), saggio di Tipo A (con sedimento intero ed organismi bentonici) e di Tipo C (con elutriati (o estratti) da sedimento intero e organismi non bentonici).

Gli estratti acquosi sono stati ottenuti mescolando il sedimento intero con acqua di mare filtrata a 0,45 µm in proporzione 1:4 v/v. Gli estratti sono stati separati dal sedimento per centrifugazione e quindi sottoposti ai saggi. Il campione di elutriato ottenuto senza ulteriori diluizioni costituisce il "campione intero" di partenza.

 <small>Istituto Nazionale di Fisica Nucleare</small>		Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>	
 <small>POLISERVIZI s.r.l. SHIPPING AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small>	 <small>UNIVERSITÀ DI SIENA</small>	Titolo doc.: Caratterizzazione ambientale ai sensi del DM 1996	N.doc.: 18_024_04	N.pag.: 22-72

Per la scelta della batteria di saggi da allestire è importante tenere in considerazione i seguenti aspetti connessi alla valenza scientifica dell'informazione ottenuta dal *test* ed alla valenza pratica:

- standardizzazione dell'end point ( $S_{ep}$ );
- rappresentatività della specie scelta ( $RS_{eco}$ );
- valenza della distribuzione geografica della specie (DG);
- rilevanza e sensibilità dell'effetto (RES);
- reperibilità degli organismi (RO);
- standardizzazione del protocollo metodologico (SP);
- effetto sulla scala di rischio (ER);
- fattibilità (FS);
- economicità (IS).

In relazione a questo ed a quanto riportato nel manuale ISPRA sopra citato, sono state impiegate tre specie tipiche di ecosistemi acquatici:

- *Vibrio fischeri* (batterio Gram negativo);
- *Phaeodactylum tricornutum*, (alga unicellulare);
- *Paracentrotus lividus* (Echinodermata).

La selezione è stata effettuata considerando anche le specie indicate nella lista di possibili opzioni previste per i saggi di tipo A, B e C applicando il criterio di massimizzazione della valenza totale a parità di altri fattori o, in caso di valenze simili, si è selezionato di preferenza organismi per i quali si ha una pratica di *routine* perfettamente standardizzata.

Per ognuna di queste specie si riportano nella seguente tabella (**Tabella 8**) le valutazioni prodotte da ISPRA (2011) in merito agli aspetti connessi alla valenza scientifica dell'informazione ottenuta dal *test* ed alla valenza pratica del *test* stesso.

Per il saggio di tipo B (sedimento intero e organismi non bentonici) sono proponibili solo due saggi: quello con *Vibrio fischeri* e quello con *Amphibalanus amphitrite*, ma dato il più alto valore di valenza pratica la scelta è ricaduta su *Vibrio fischeri*.

Per quanto riguarda le specie algali, possono essere utilizzate sia *Dunaliella tertiolecta* che *Phaeodactylum tricornutum*, le quali sono pressoché equivalenti per valenza scientifica, tuttavia la seconda ha una maggiore valenza pratica essendo il protocollo di applicazione

 		Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>	
	 	Titolo doc.: Caratterizzazione ambientale ai sensi del DM 1996	N.doc.: 18_024_04	N.pag.: 23-72

della prima non normato in Italia (**Tabella 8**). Pertanto, la scelta si è orientata su *Phaeodactylum tricornutum*.

Il test su stadio embrionale del riccio di mare *Paracentrotus lividus* va a valutare come *end point* la percentuale di plutei anomali dopo 72 h di esposizione.

L'*end point* focalizzato è il valore di EC<sub>50</sub> (Effect Concentration 50%), ossia la concentrazione di eluato alla quale si riscontra l'effetto sul 50% della popolazione testata. Nei casi in cui l'EC<sub>50</sub> non sia calcolabile, viene utilizzato come parametro l'EC<sub>20</sub> (Effect Concentration 20%).

**Tabella 8** - Valenza scientifica e pratica dei test ecotossicologici su singola specie.

	<b>Specie</b>	<b><i>Vibrio fischeri</i></b>	<b><i>Phaeodactylum tricornutum</i></b>	<b><i>Paracentrotus lividus</i></b>
Valenza scientifica (VS)	Sep	3	3	1
	RSeco	4	4	4
	DG	2	2	2
	RES	1,5	2	3
	VS totale	10,5	11	10
Valenza pratica (VP)	RO	5	5	2
	SP	4	4	1
	ER	4,5	4	3
	FS	3	2	2
	IS	5	3	1
	VP totale	21,5	18	9
Valenza totale	Somma VS+VP	32	29	19

Per ogni specie sono stati monitorati i parametri di controllo previsti dalla specifica metodica seguita. Il pH dei campioni da sottoporre al saggio è stato misurato prima dell'inizio delle prove ed eventualmente corretto per portarlo all'interno del *range* ottimale per ogni specie testata (secondo quanto indicato dagli specifici protocolli di analisi) effettuando opportune aggiunte di soluzioni 1M di acido cloridrico (HCl) o di idrossido di sodio (NaOH). La temperatura ambientale è stata standardizzata durante tutte le prove secondo quanto indicato da ogni protocollo e costantemente monitorata con frequenza di rilievo giornaliera.

Il saggio su specie algali è stato effettuato previo pre-arricchimento delle colture cellulari algali seguendo il protocollo UNI EN ISO 10253 mediante l'uso del Marine Algaltoxit<sup>®</sup>. I *kit* per la realizzazione dei *test* ed i lotti utilizzati delle specie testate sono stati acquistati dalla ditta Ecotox-Italia.

Il saggio sul riccio di mare è stato effettuato secondo la procedura US EPA 600/R-95/136.

 <small>Istituto Nazionale di Fisica Nucleare</small>		Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>	
 <small>POLISERVIZI s.r.l. SHIPPING AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small>	  <small>BIO SCIENCE UNIVERSITÀ DI SIENA 13100</small>	Titolo doc.: Caratterizzazione ambientale ai sensi del DM 1996	N.doc.: 18_024_04	N.pag.: 24-72

I test ecotossicologici sulle specie selezionate sono stati condotti, secondo il protocollo, utilizzando come controllo negativo acqua di mare naturale prelevata in un sito di approvvigionamento non contaminato e filtrata a 0,45 µm oppure acqua di mare ricostituita. Il controllo positivo è stato effettuato mediante esposizione al tossico indicato nella norma di riferimento.

**a) Test con *V. fischeri***

Il saggio condotto sulla fase solida (sedimento intero) prevede la preparazione di una miscela di sedimento e acqua di mare sintetica (7 g di sedimento e 35 mL di acqua di mare sintetica).

**b) Test con *P. tricornutum***

Il saggio con *Phaeodactylum tricornutum* (UNI EN ISO 10253) è stato condotto su elutriato (1:4 v/v) utilizzando il “Marine Algaltookit Test®” contenente l’inoculo algale e le soluzioni concentrate per la preparazione dei mezzi di coltura, in accordo alla norma UNI EN ISO 10253. La risposta finale ad una eventuale sostanza tossica presente nel campione testato si manifesta mediante l’inibizione della proliferazione delle cellule algali ed è, pertanto, esprimibile come inibizione della crescita a 72 ore.

L’inoculo algale utilizzato per le prove è stato prelevato da una pre-coltura in fase di crescita esponenziale preparata tre giorni prima. Immediatamente prima dell’utilizzo, al fine di calcolare il volume richiesto di inoculo ( $10^6$  cellule/mL), è stata misurata la concentrazione cellulare della pre-coltura tramite la lettura della densità ottica, utilizzando lo spettrofotometro alla lunghezza d’onda di 670 nm con cuvette da 10 cm di cammino ottico.

Ad ognuna delle opportune diluizioni del campione è stato aggiunto un volume di inoculo algale tale da ottenere una concentrazione esposta di  $10^4$  cellule/mL. Per una valutazione statisticamente accettabile dell’inibizione della crescita algale, per ogni diluizione di prova (compreso il controllo) sono state preparate tre repliche. Una soluzione priva di inoculo è stata allestita ed utilizzata per la calibrazione strumentale e come *blank*. Per migliorare lo scambio di gas e ridurre le variazioni del pH, le soluzioni di prova sono state periodicamente agitate.

La percentuale d’inibizione della crescita algale rispetto al controllo è stata determinata mediante la misura della densità ottica delle sospensioni di prova durante tre giorni, cioè dopo

 <small>Istituto Nazionale di Fisica Nucleare</small>	Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>		
 <small>POLISERVIZI s.r.l.</small> <small>SHIPPING AGENCY</small> <small>MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small>	 <small>BIO SCIENCE</small>	Titolo doc.: Caratterizzazione ambientale ai sensi del DM 1996	N.doc.: 18_024_04	N.pag.: 25-72

24h, 48h e 72h di incubazione alla temperatura di 20°C e con illuminazione artificiale continua mediante lampada a 10.000 lux.

I risultati sono stati rappresentati graficamente mediante curve di crescita e, se possibile, si è calcolato l'EC50. La percentuale d'inibizione della crescita nella concentrazione testata è stata calcolata applicando la seguente formula:

$$I\% = ((\mu_c - \mu_i)/\mu_c) * 100$$

dove:  $\mu_c$  è il tasso di crescita medio del controllo e  $\mu_i$  è il tasso di crescita medio del campione. La risposta al tossico del lotto utilizzato è stata valutata mediante dicromato di potassio ( $K_2Cr_2O_7$ ). I risultati sono stati espressi come inibizione della crescita osservata in relazione alla dose massima testata.

### c) Test con *P. lividus*

Il saggio è stato condotto su elutriato in accordo alla norma US EPA 600/R-95/136. Il principio del saggio di tossicità con *P. lividus* consiste nella stima percentuale di plutei anomali dopo 72 h di esposizione al campione da testare e sue opportune diluizioni. Il saggio è allestito secondo il protocollo: “*Short-term methods for estimating the chronic toxicity of effluents and receiving waters to west coast marine and estuarine organisms*”.

La percentuale di anomalie rilevate in ogni campione è stata confrontata con quella nel controllo negativo. La valutazione della tossicità è stata eseguita prendendo in considerazione la percentuale di anomalie degli organismi osservata nei campioni da saggiare corretta con la formula di Abbott.

### Rilievi delle biocenosi marine

Le indagini fito-zoobentoniche sono state eseguite con l'impiego di un *Remotely Operated Vehicle* (ROV) allo scopo di fornire una descrizione delle comunità fito-zoobentoniche esistenti nell'area d'intervento, con l'identificazione delle biocenosi più importanti e la definizione dell'estensione delle praterie di fanerogame marine (se presenti), con particolare riferimento alla prateria di *Posidonia oceanica*.

Le riprese sono state eseguite lungo il tracciato previsto per la posa del cavo sotto la costante supervisione di un biologo marino iscritto all'ordine dei biologi e successivamente

 <small>Istituto Nazionale di Fisica Nucleare</small>	Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>		
 <small>POLISERVIZI s.r.l.</small> <small>SHIPPING AGENCY</small> <small>MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small>	 <small>BIOSCIENCE</small>	Titolo doc.: Caratterizzazione ambientale ai sensi del DM 1996	N.doc.: 18_024_04	N.pag.: 26-72

visionate in *post processing* secondo l'approccio *four eyes* in ottemperanza a quanto indicato dal Decreto di riferimento (D.M. 1996). Il suddetto Biologo marino specializzato ha diretto anche la restituzione delle elaborazioni descrittive e cartografiche.

A seguire sono dettagliate le specifiche tecnico-operative della strumentazione impiegata per i rilievi video subacquei.

In **Allegato 3 (Sintesi descrittiva riprese video ROV)** si riporta un riepilogo rappresentativo delle riprese video-subacquee eseguite.

Per l'acquisizione delle immagini mediante *Remotely Operated Vehicle* (ROV) è stata impiegata un'imbarcazione equipaggiata per eseguire ricerche scientifiche in mare e campagne mareografiche (M/n Neptune) riportata precedentemente per le attività relative ai prelievi di sedimento.

Attraverso la consolle di comando del ROV, utilizzando il joystick, l'operatore può controllare completamente il mezzo.

Il sistema di controllo del ROV è anche dotato di registratore video digitale che si attiva attraverso il pannello di controllo del sistema. Inoltre, le immagini acquisite sono inviate in real time ad un Video Overlay che ha la funzione di comporre le immagini in arrivo con i dati di Navigazione inviati via seriale dal Software di Navigazione. Il video composto così ottenuto viene a sua volta inviato ad un sistema di Registrazione Digitale oppure, più frequentemente, ad un computer dedicato alla registrazione dei filmati con sovrapposti i dati di navigazione.

Come accennato, l'intero sistema è interfacciato al sistema di navigazione che, attraverso un sistema di posizionamento subacqueo di tipo USBL, permette il posizionamento assoluto del mezzo in *real time* ed il controllo della posizione a monitor rispetto alla rotta e/o transetti teorici da navigare.

Il software di navigazione utilizzato permette di visualizzare contestualmente attraverso una semplice interfaccia grafica tutte le funzioni attinenti al ciclo delle attività, siano esse di ispezione visiva, come nel nostro caso, o attinenti alla produzione dei rilievi idrografici come, ad esempio, navigazione e acquisizione dati, filtraggio ed elaborazione dati, calcolo di volumi, presentazione 3D, stampa dei dati ed interfaccia con altre piattaforme software. Le riprese filmate sono state eseguite lungo la direttrice del tracciato.

 		Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero</b>		N. prog.: <b>18_024</b>	
	 	Titolo doc.: Caratterizzazione ambientale ai sensi del DM 1996		N.doc.: 18_024_04	N.pag.: 27-72

I test di funzionamento delle apparecchiature di bordo sono stati condotti al termine dell'installazione. Al termine dei test di funzionamento sono state eseguite le calibrazioni e verifiche in banchina. Le prove eseguite sono state le seguenti:

- verifica del sistema di posizionamento GPS RTK con l'analisi delle deviazioni standard e la comparazione su punti di coordinate note;
- verifica del sistema di orientamento allineando il mezzo ad una banchina con orientamento noto e confrontando le misurazioni effettuate dal sistema;
- calibrazione del sistema di posizionamento subacqueo attraverso l'uso del software dedicato.

### Restituzione dei dati ROV

Il video ROV è stato acquisito alla presenza di un Biologo marino specializzato che ha curato l'analisi immediata in fase di acquisizione.

Una volta terminate le fasi di acquisizione in campo, le riprese video integrali sono state analizzate nuovamente secondo l'approccio *four eyes* da un secondo biologo marino. In questa fase sono stati estratti snap-shots rappresentativi per la restituzione cartacea dell'elaborato (**Allegato 3 – Sintesi descrittiva riprese video ROV**).

La descrizione dettagliata delle peculiarità biologiche, con particolare riguardo a popolamenti e biocenosi di pregio (qualora presenti), è riportata sempre in **Allegato 3**, ripresa e discussa nella Relazione tecnico-ambientale finale.

In ottemperanza al D.M. 24/01/1996, la descrizione delle biocenosi presenti verrà anche riassunta in mappe cartografiche di opportuna scala ottenute unendo le evidenze delle riprese video ROV ed i risultati delle analisi del macrozoobenthos.

### Campionamento e analisi delle comunità macrozoobentoniche

Per la determinazione del macrozoobenthos si è fatto riferimento alla scheda metodologica ISPRA "Analisi delle comunità bentoniche di fondi mobili in ambiente marino" (ICRAM, 2001, Benthos - Scheda 1) e alla normativa UNI EN ISO 16665 (Feb. 2014).

I calcoli relativi al numero di individui/m<sup>2</sup> sono stati effettuati sulla base delle dimensioni della benna di tipo Van Veen utilizzata (bocca di 0,10 m<sup>2</sup> e volume complessivo di circa 18 litri). Il sedimento prelevato è stato posto inizialmente all'interno di un'apposita vasca

 <small>Istituto Nazionale di Fisica Nucleare</small>		Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>	
 <small>Shipping Agency MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small>	 <small>BIO SCIENCE</small>	Titolo doc.: Caratterizzazione ambientale ai sensi del DM 1996	N.doc.: 18_024_04	N.pag.: 28-72

decontaminata, quindi, è stato trasferito su un setaccio con maglie da 1 mm di diametro per la vagliatura. Il sedimento è stato rimosso mediante lavaggio con acqua di mare utilizzando una pompa a mare posta a bordo dell'imbarcazione. Il flusso dell'acqua è stato regolato con opportuni riduttori di portata in modo da evitare danni agli organismi e/o perdita di materiale. Il lavaggio è stato effettuato in modo da asportare il più possibile il sedimento a granulometria minore di 1 mm.

Il materiale così ottenuto è stato trattato preliminarmente, a scopo anestetico, con una soluzione di alcool al 10% in acqua di mare filtrata, quindi è stato recuperato, trasferito in contenitori in HDPE dal volume idoneo e fissato definitivamente in una soluzione di alcool in acqua di mare filtrata al 75%. La fase di lavaggio e *sorting* del campione è stata condotta in laboratorio utilizzando acqua corrente ed un setaccio certificato di maglia 500 µm, al fine di recuperare tutto il materiale trattenuto dal vaglio utilizzato in campo ed al contempo consentire la rimozione del sedimento ancora presente. Dopo abbondante lavaggio, il materiale trattenuto dal setaccio è stato trasferito in una vaschetta di plastica bianca e ricoperto di acqua. Il campione è stato quindi esaminato allo stereo-microscopio (con ingrandimenti 10x-80x) in piccole aliquote utilizzando una capsula Petri come contenitore. Tutti gli organismi ed i frammenti sono stati prelevati con l'uso di pinzette, suddivisi in 5 gruppi sistematici (anellidi, molluschi, crostacei, echinodermi ed altri taxa) e successivamente conservati in soluzione di alcool etilico al 75% sino all'identificazione sistematica.

La procedura di classificazione è stata condotta, ove possibile, fino a livello di specie, per quei taxa per cui non è stato possibile raggiungere il livello di specie si è provveduto ad indicare il massimo livello tassonomico possibile, compatibilmente con il materiale osservato. Quando necessario per la determinazione stato utilizzato uno stereomicroscopio con ingrandimenti 10x-80x.

La lista di specie è stata redatta confrontando i risultati con quanto proposto nella checklist della fauna marina italiana edita dalla SIBM e consultabile all'URL <http://www.sibm.it/>.

Eventuali aggiornamenti nella classificazione sono stati controllati utilizzando il database WORMS (World Register of Marine Species) consultabile all'URL <http://www.marinespecies.org/>.

Le principali chiavi sistematiche e atlanti utilizzati per la determinazione tassonomica sono i seguenti: Cossignani *et al.*, 1992; Costa *et al.*, 2009; Falciai e Minervini, 1992; Fauvel, 1969; Gutu, 2002; Huber, 2010; MacLaughlin, 2003.

 <small>Istituto Nazionale di Fisica Nucleare</small>		Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>	
 <small>MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small>	  <small>BIOSCIENZE</small>	Titolo doc.: Caratterizzazione ambientale ai sensi del DM 1996	N.doc.: 18_024_04	N.pag.: 29-72

### 3. SPECIFICHE DI CONTROLLO QUALITA' E RESTITUZIONE

#### 3.1. QUALITY CONTROL/QUALITY ASSURANCE (QC/QA)

Il Laboratorio di analisi incaricato per le determinazioni applica protocolli interni per garantire la qualità dei dati analitici prodotti. Il Controllo di Qualità, utilizzato per minimizzare gli errori di misura e per valutare accuratezza e precisione dei dati analitici, è articolato nell'applicazione dei seguenti protocolli:

- analisi degli standards di riferimento internazionali certificati per la matrice sedimento: questa procedura consente la stima dell'accuratezza della misura sperimentale, ossia la stima di quanto essa si avvicini al valore "vero";
- partecipazione a circuiti di intercalibrazione: questa procedura, che può essere condotta sia partecipando a circuiti internazionali sia effettuando esercizi con uno o più laboratori esterni, consente di stimare la riproducibilità dei dati analitici ottenuti su campioni incogniti omogenei naturali o "drogati" ed è molto utile nel caso in cui le molecole di interesse analitico non siano indicate nei report dei materiali certificati oppure quando si analizzino matrici notevolmente difformi da quelle certificate disponibili sul mercato;
- utilizzo di spikes o metodo delle "aggiunte note": tale metodo permette di minimizzare le interferenze di tipo fisico e/o chimico dovute alla matrice analizzata (effetto matrice);
- utilizzo di blanks di controllo che permettono il monitoraggio delle potenziali contaminazioni causate dall'ambiente circostante sui campioni in esame: essi consentono di documentare l'assenza di eventuali contaminazioni dovute al processo analitico (impurità dei solventi, contaminazioni della vetreria). Il materiale o i reattivi sono considerati e trattati come un qualsiasi campione incognito e quindi sottoposti a tutto l'iter analitico, compresa, se possibile, la fase di campionamento e/o trattamento del campione;
- analisi di repliche identiche dello stesso campione: questa procedura consente di valutare la precisione del metodo analitico adottato, la ripetibilità delle misure effettuate, ossia quanto i valori di repliche analitiche successive condotte sullo stesso campione siano dispersi attorno al loro valore medio. Dopo ogni serie analitica, i risultati ottenuti sono valutati rispetto a dei criteri prefissati di accettabilità del dato analitico (es. CV  $\pm 10\%$ ) con un'espressione del giudizio di conformità o non conformità rispetto alla prescrizione; in alternativa, vengono riportati su carte di controllo in cui sono diagrammati i valori ottenuti in funzione del tempo.

 		Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>	
	 	Titolo doc.: Caratterizzazione ambientale ai sensi del DM 1996	N.doc.: 18_024_04	N.pag.: 30-72

### 3.2. CRITERI PER L'INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI

Nell'interpretazione dei risultati per le variabili d'interesse sono stati individuati i superamenti dei seguenti livelli e limiti:

- standard di qualità dei sedimenti marino-costieri (SQA) inclusi nel D. Lgs 172/2015;
- Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) proposte per ciascuna variabile nel D. Lgs. n. 152/06. Le CSC riportate nel D. Lgs. n. 152/06 (che include anche l'ex 471/99) sono relative alla matrice suolo e sottosuolo e sono organizzate in due categorie in relazione alla destinazione d'uso. In particolare, all'interno della Tabella 1, Allegato 5 al Titolo V alla parte quarta, sono previste due distinte destinazioni d'uso: sito ad uso verde pubblico, privato e residenziale (Colonna A) e sito ad uso commerciale e industriale (Colonna B);
- Livello Chimico di Base e Livello Chimico Limite (LCB e LCL) previsti dal manuale per la movimentazione dei sedimenti marini ICRAM-APAT, 2007;
- le concentrazioni limite per i rifiuti pericolosi (D. Lgs. n. 152/06):
  - sostanze molto tossiche in concentrazione totale  $\geq 0,1\%$ ;
  - sostanze classificate tossiche in concentrazione totale  $\geq 3\%$ ;
  - sostanze nocive in concentrazione totale  $\geq 25\%$ ;
  - sostanze corrosive classificate come R35 in concentrazione totale  $\geq 1\%$ ;
  - sostanze corrosive classificate come R34 in concentrazione totale  $\geq 5\%$ ;
  - sostanze irritanti classificate come R41 in concentrazione totale  $\geq 10\%$ ;
  - sostanze irritanti classificate come R36, R37 e R38 in concentrazione totale  $\geq 20\%$ ;
  - sostanze cancerogene (categorie 1 o 2) in concentrazione  $\geq 0,1\%$ ;
  - sostanze cancerogene (categoria 3) in concentrazione  $\geq 1\%$ ;
  - sostanze tossiche per il ciclo riproduttivo (categorie 1 o 2) classificate come R60 o R61 in concentrazione  $\geq 0,5\%$ ;
  - sostanze tossica per il ciclo riproduttivo (categoria 3) classificate come R62 o R63 in concentrazione  $\geq 5\%$ ;
  - sostanze mutagene della categoria 1 o 2 classificate come R46 in concentrazione  $\geq 0,1\%$ ;
  - sostanze mutagene della categoria 3 classificate come R40 in concentrazione  $\geq 1\%$ .

 <b>ALCATEL SUBMARINE NETWORKS</b> Istituto Nazionale di Fisica Nucleare		Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>	
 POLISERVIZI s.r.l. SHIPPING AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES	  BIOSCIENZE UNIVERSITÀ DI SIENA 53100	Titolo doc.: Caratterizzazione ambientale ai sensi del DM 1996	N.doc.: 18_024_04	N.pag.: 31-72

Si riportano in **Tabella 9**, per le variabili considerate nell'ambito della presente caratterizzazione, i suddetti livelli suddivisi in relazione al documento di riferimento.

Si evidenzia che per le variabili fisiche (granulometria, umidità, peso specifico), per lo spettro dei macronutrienti (TC, TN, TP), per l'alluminio (Al) e per la componente microbiologica, i documenti considerati non forniscono valori di riferimento. I risultati relativi ai saggi ecotossicologici sono stati confrontati con i valori soglia definiti dal Manuale ICRAM-APAT "Manuale per la movimentazione dei sedimenti marini" (2007).

La classificazione relativa alla qualità del sedimento è stata effettuata mediante l'intersezione della valutazione chimica con quella ecotossicologica così come indicato da ICRAM-APAT (2007).

**Tabella 9 - Valori di riferimento, quadro sintetico (in mg/kg s.s.)**

	<b>SQA D.Lgs 172/2015 Tab.2/A, 3/A, 3/B</b>	<b>CSC D. Lgs 152/06 Tab. 1. Col. A</b>	<b>CSC D. Lgs 152/06 Tab. 1. Col. B</b>	<b>LCB (pelite&lt;10%) Manuale ICRAM-APAT 2007</b>	<b>LCB (pelite&gt;10%) Manuale ICRAM-APAT 2007</b>	<b>LCL Manuale ICRAM-APAT 2007</b>
Alluminio	/	/	/	/	/	/
Ferro	/	/	/	/	/	/
Arsenico	12	20	50	17	25	32
Cadmio	0,3	2	15	0,20	0,35	0,8
Cromo totale	50	150	800	50	100	360
Mercurio	0,3	1	5	0,2	0,4	0,8
Nichel	/	120	500	40	70	75
Piombo	30	100	1000	25	40	70
Rame	/	120	600	15	40	52
Zinco	/	150	1500	50	100	170
Vanadio	/	90	250	/	/	/
	<b>SQA D.Lgs 172/2015 Tab.2/A, 3/A, 3/B</b>	<b>CSC D. Lgs 152/06 Tab. 1. Col. A</b>	<b>CSC D. Lgs 152/06 Tab. 1. Col. B</b>	<b>LCB Manuale ICRAM-APAT 2007</b>		<b>LCL Manuale ICRAM-APAT 2007</b>
Acenafte	/	/	/		0,007	0,089
Fluorene	/	/	/		0,021	0,144
Fenantrene	/	/	/		0,087	0,544
Acenaftilene	/	/	/		/	/
Antracene	0,024	/	/		0,047	0,245
Fluorantene	0,11	/	/		0,113	1,494
Naftalene	0,035	/	/		0,035	0,391
Benzo(a)antracene	/	0,5	10		0,075	0,693
Benzo(a)pirene	0,03	0,1	10		0,080	0,763
Benzo(b)fluorantene	0,04	0,5	10		/	/
Benzo(k)fluorantene	0,02	0,5	10		/	/
Benzo(g, h, i)perilene	0,055	0,1	10		/	/
Crisene	/	5	50		0,108	0,846
Dibenzo(a,h)antracene	/	0,1	10		0,006	0,135
Indeno(1,2,3 cd)pirene	0,07	0,1	5		/	/
Pirene	/	5	50		0,153	1,398
ΣIPA	/	10	100		0,9	4
MBT	/	/	/		/	/
DBT	/	/	/		0,0045	0,072
TBT	0,005	/	/		/	/
Idrocarburi pesanti C>12	/	50	750		/	/
Idrocarburi leggeri C<12	/	10	250		/	/
ΣDDD (2,4'-DDD+4,4'-DDD)	0,0008	0,01	0,1		0,0012	0,0078
ΣDDT (2,4'-DDT+4,4'-DDT)	0,001	0,01	0,1		0,0012	0,0048
ΣDDE (2,4'-DDE+4,4'-DDE)	0,0018	0,01	0,1		0,0021	0,0037

 		Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero</b>		N. prog.: <b>18_024</b>	
	 	Titolo doc.: Caratterizzazione ambientale ai sensi del DM 1996		N.doc.: 18_024_04	N.pag.: 32-72

Aldrina	0,0002	0,01	0,1	/	/
Dieldrina	0,0002	0,01	0,1	0,0007	0,0043
α-HCH	0,0002	0,01	0,1	/	/
β-HCH	0,0002	0,01	0,5	/	/
γ-HCH	0,0002	0,01	0,5	0,0003	0,001
HCB	0,0004	0,05	5	/	/
Esaclorobutadiene	/	/	/	/	/
Alaclor	/	0,01	1	/	/
Clorfenvinfos	/	/	/	/	/
Clorpirifos	/	/	/	/	/
Endosulfan	/	/	/	/	/
ΣPCBs	0,008	0,06	5	0,005	0,189

## 4. RISULTATI

### DATI FISICI, CHIMICI, MICROBIOLOGICI ED ECOTOSSICOLOGICI

Si riportano nelle tabelle a seguire i dati analitici ottenuti per ogni campione di sedimento analizzato. I certificati di prova per singolo campione, autenticati dal responsabile del laboratorio della struttura che ha effettuato le analisi, sono riportati in allegato alla presente relazione tecnico-ambientale (**Allegato 2 – Rapporti di prova**).

In **Tabella 10** sono riportati i dati relativi all'analisi granulometrica dei sedimenti ed i risultati relativi a umidità (U), peso specifico (PS) e colore. Nelle pagine a seguire si riportano le curve di distribuzione cumulative di ogni campione analizzato. In **Tabella 11** sono riportate le concentrazioni di carbonio totale, azoto totale, fosforo totale, e le concentrazioni di alluminio e degli elementi in traccia. Sono riportate anche le concentrazioni di idrocarburi alifatici leggeri ( $C \leq 12$ ) e idrocarburi alifatici totali ( $C \leq 12 + C > 12$ ), la loro sommatoria e le concentrazioni di idrocarburi policiclici aromatici (IPA).

In **Tabella 12** sono riportate le concentrazioni di esaclorobenzene (HCB) e pesticidi organoclorurati, dei Policlorobifenili (PCBs) espressi come singoli congeneri e loro sommatoria e le concentrazioni dei composti organostannici espressi come Monobutilstagno (MBT), Dibutilstagno (DBT), Tributilstagno (TBT) e loro sommatoria.

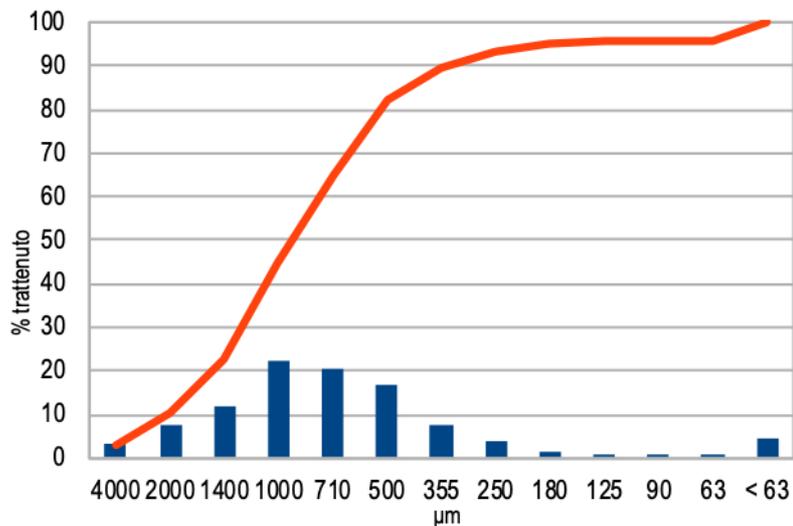
In **Tabella 13** sono riportati i risultati relativi alla caratterizzazione microbiologica dei sedimenti mentre in **Tabella 14** sono riportati i risultati relativi ai saggi ecotossicologici effettuati sui sedimenti.



 <b>ALCATEL SUBMARINE NETWORKS</b> <small>Istituto Nazionale di Fisica Nucleare</small>	Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>
 <small>POLISERVIZI s.r.l. SHIPPING AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small>	  <small>BIO SCIENCE</small>	N.doc.: 18_024_04
Titolo doc.: <b>Caratterizzazione ambientale ai sensi del DM 1996</b>		N.pag.: 34-72

4331 P1	Diametro		Trattenuto	
	µm	phi	%	% Cumulata
Ghiaia	4000	- 2	3,2	3,2
	2000	- 1	7,5	10,6
Sabbia	1400	- 0,5	11,7	22,4
	1000	0	22,2	44,6
	710	0,5	20,6	65,2
	500	1	17,1	82,3
	355	1,5	7,5	89,8
	250	2	3,7	93,5
	180	2,5	1,5	95,0
	125	3	0,4	95,4
	90	3,5	0,1	95,6
	63	4	0,1	95,7
Pelite	< 63	> 4	4,3	100,0

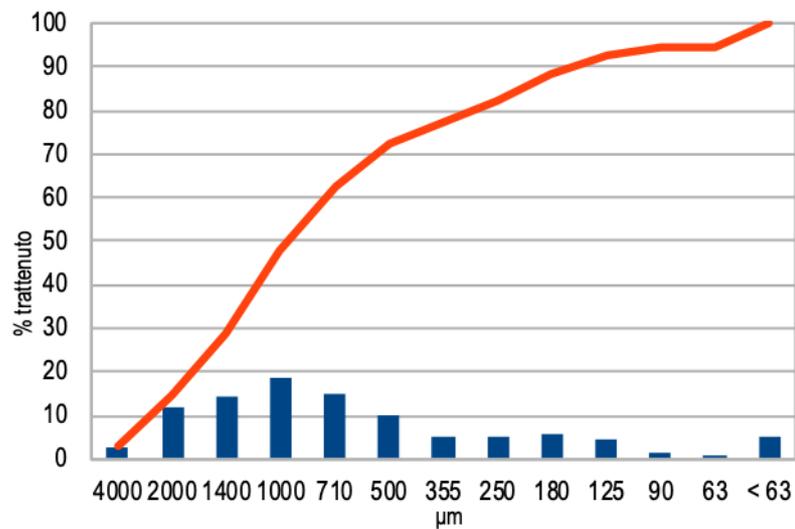
Curva cumulativa e istogramma di frequenza



 <b>ALCATEL SUBMARINE NETWORKS</b> <small>Istituto Nazionale di Fisica Nucleare</small>	Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>
 <small>POLISERVIZI s.r.l. SHIPPING AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small>	  <small>BIOSCIENCE</small>	N.doc.: 18_024_04
Titolo doc.: Caratterizzazione ambientale ai sensi del DM 1996		N.pag.: 35-72

4332 P2	Diametro		Trattenuto	
	$\mu\text{m}$	phi	%	% Cumulata
Ghiaia	4000	- 2	2,7	2,7
	2000	- 1	11,8	14,5
Sabbia	1400	- 0,5	14,5	29,1
	1000	0	18,9	48,0
	710	0,5	14,8	62,8
	500	1	9,8	72,6
	355	1,5	5,0	77,5
	250	2	5,0	82,5
	180	2,5	6,0	88,5
	125	3	4,3	92,8
	90	3,5	1,7	94,4
	63	4	0,2	94,7
Pelite	< 63	> 4	5,3	100,0

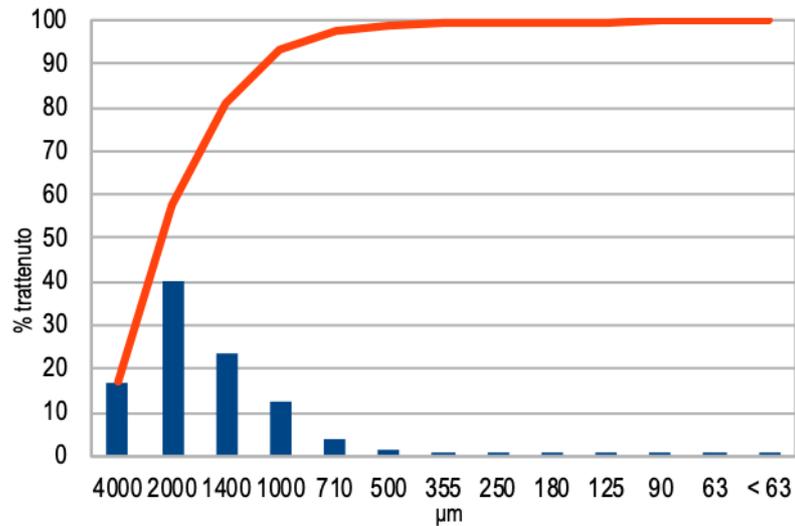
Curva cumulativa e istogramma di frequenza



 <b>ALCATEL SUBMARINE NETWORKS</b> <small>Istituto Nazionale di Fisica Nucleare</small>	Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>		
 <small>POLISERVIZI s.r.l. SHIPPING AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small>	  <small>BIO SCIENCE UNIVERSITÀ DI SIENA 1205</small>	Titolo doc.: Caratterizzazione ambientale ai sensi del DM 1996	N.doc.: 18_024_04	N.pag.: 36-72

4333 P3	Diametro		Trattenuto	
	$\mu\text{m}$	phi	%	% Cumulata
Ghiaia	4000	- 2	17,1	17,1
	2000	- 1	40,4	57,5
Sabbia	1400	- 0,5	23,6	81,1
	1000	0	12,5	93,5
	710	0,5	3,9	97,5
	500	1	1,6	99,0
	355	1,5	0,4	99,4
	250	2	0,1	99,5
	180	2,5	0,1	99,6
	125	3	0,1	99,6
	90	3,5	0,1	99,7
	63	4	0,1	99,8
Pelite	< 63	> 4	0,2	100,0

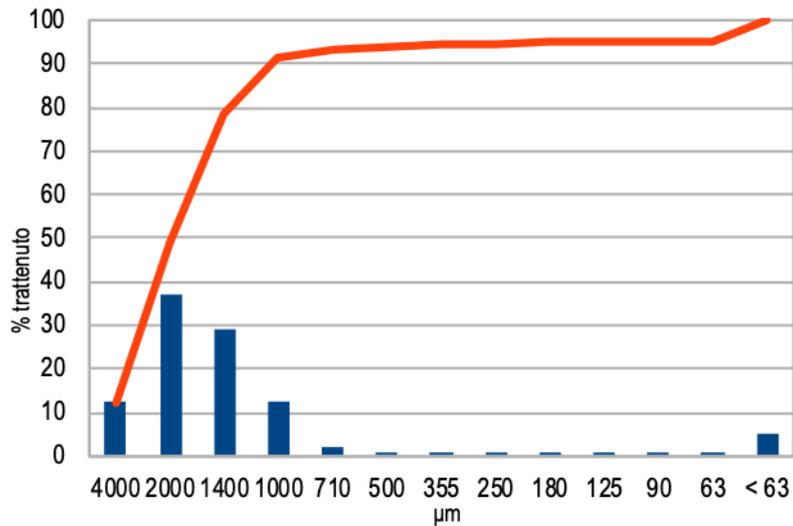
Curva cumulativa e istogramma di frequenza



 <b>ALCATEL SUBMARINE NETWORKS</b> <small>Istituto Nazionale di Fisica Nucleare</small>	Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>
 <small>POLISERVIZI s.r.l. SHIPPING AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small>	  <small>BIO SCIENCE</small>	N.doc.: 18_024_04
Titolo doc.: Caratterizzazione ambientale ai sensi del DM 1996		N.pag.: 37-72

4334 P4	Diametro		Trattenuto	
	$\mu\text{m}$	phi	%	% Cumulata
Ghiaia	4000	- 2	12,5	12,5
	2000	- 1	36,8	49,3
Sabbia	1400	- 0,5	29,3	78,7
	1000	0	12,7	91,3
	710	0,5	1,9	93,2
	500	1	0,8	94,0
	355	1,5	0,4	94,3
	250	2	0,4	94,7
	180	2,5	0,1	94,8
	125	3	0,1	94,9
	90	3,5	0,1	95,0
	63	4	0,1	95,1
Pelite	< 63	> 4	4,9	100,0

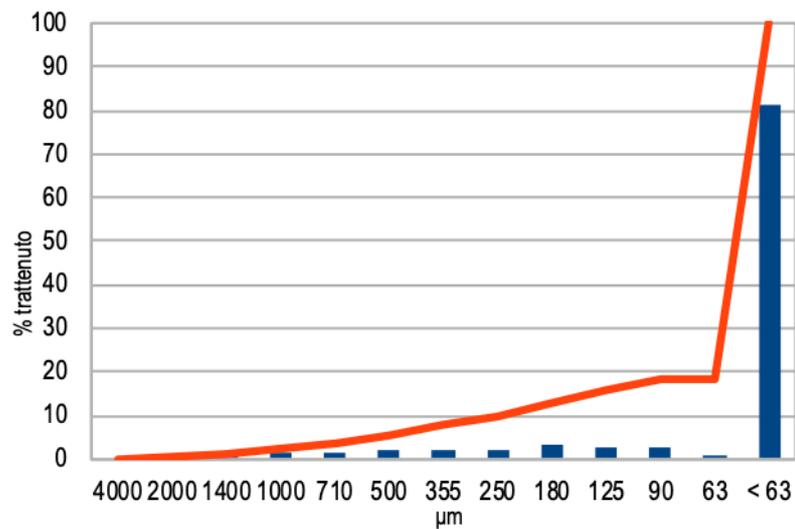
Curva cumulativa e istogramma di frequenza



 		Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero</b>		N. prog.: <b>18_024</b>	
	 	Titolo doc.: <b>Caratterizzazione ambientale ai sensi del DM 1996</b>		N.doc.: <b>18_024_04</b>	N.pag.: <b>38-72</b>

4335 P5	Diametro		Trattenuto	
	$\mu\text{m}$	phi	%	% Cumulata
Ghiaia	4000	- 2	0,0	0,0
	2000	- 1	0,4	0,4
Sabbia	1400	- 0,5	0,5	0,9
	1000	0	1,3	2,2
	710	0,5	1,4	3,7
	500	1	2,0	5,6
	355	1,5	2,1	7,7
	250	2	2,1	9,8
	180	2,5	3,1	12,9
	125	3	2,7	15,7
	90	3,5	2,5	18,1
	63	4	0,4	18,5
Pelite	< 63	> 4	81,5	100,0

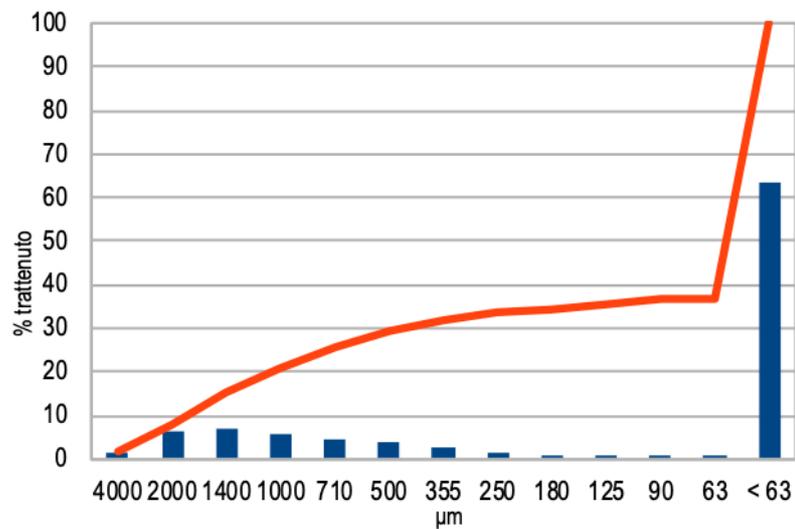
Curva cumulativa e istogramma di frequenza



 <b>ALCATEL SUBMARINE NETWORKS</b> <small>Istituto Nazionale di Fisica Nucleare</small>		Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero</b>		N. prog.: <b>18_024</b>		
 POLISERVIZI s.r.l. <small>SHIPPING AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small>	 BsRC <small>BIO SCIENCE</small>	 UNIVERSITÀ DI SIENA <small>1205</small>	Titolo doc.: Caratterizzazione ambientale ai sensi del DM 1996		N.doc.: 18_024_04	N.pag.: 39-72

4336 P6	Diametro		Trattenuto	
	$\mu\text{m}$	phi	%	% Cumulata
Ghiaia	4000	- 2	1,8	1,8
	2000	- 1	6,3	8,1
Sabbia	1400	- 0,5	7,3	15,4
	1000	0	5,6	21,0
	710	0,5	4,5	25,5
	500	1	4,0	29,5
	355	1,5	2,6	32,1
	250	2	1,5	33,6
	180	2,5	1,0	34,6
	125	3	0,8	35,4
	90	3,5	1,2	36,5
	63	4	0,1	36,7
Pelite	< 63	> 4	63,3	100,0

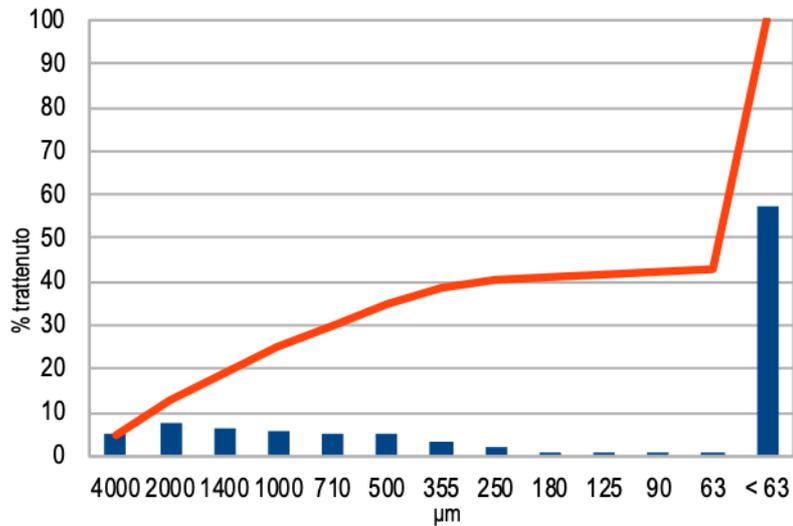
Curva cumulativa e istogramma di frequenza



 		Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero</b>		N. prog.: <b>18_024</b>	
	 	Titolo doc.: <b>Caratterizzazione ambientale ai sensi del DM 1996</b>		N.doc.: <b>18_024_04</b>	N.pag.: <b>40-72</b>

4337 P7	Diametro		Trattenuto	
	$\mu\text{m}$	phi	%	% Cumulata
Ghiaia	4000	- 2	5,0	5,0
	2000	- 1	7,8	12,8
Sabbia	1400	- 0,5	6,4	19,1
	1000	0	5,8	24,9
	710	0,5	5,0	29,9
	500	1	5,3	35,1
	355	1,5	3,3	38,4
	250	2	2,0	40,4
	180	2,5	1,0	41,4
	125	3	0,6	42,0
	90	3,5	0,6	42,6
	63	4	0,1	42,8
Pelite	< 63	> 4	57,3	100,0

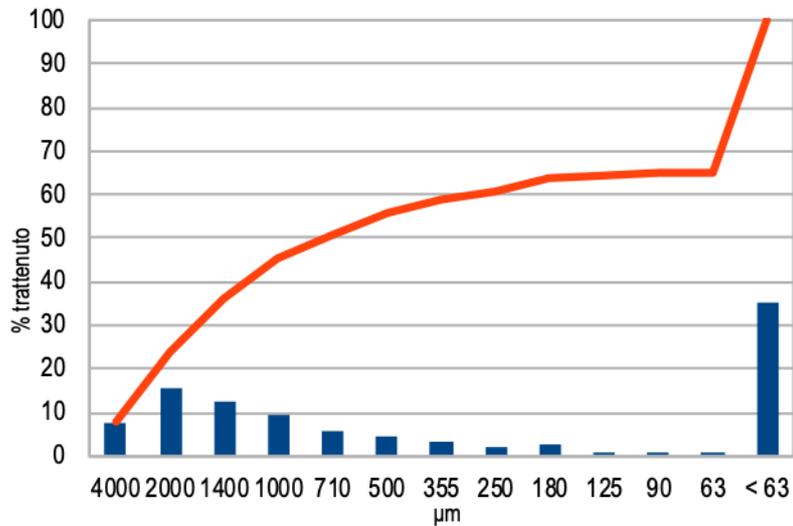
Curva cumulativa e istogramma di frequenza



 <b>ALCATEL SUBMARINE NETWORKS</b> <small>Istituto Nazionale di Fisica Nucleare</small>	Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>
 <small>POLISERVIZI s.r.l. SHIPPING AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small>	  <small>BIO SCIENCE</small>	N.doc.: 18_024_04
Titolo doc.: <b>Caratterizzazione ambientale ai sensi del DM 1996</b>		N.pag.: 41-72

4338 P8	Diametro		Trattenuto	
	$\mu\text{m}$	phi	%	% Cumulata
Ghiaia	4000	- 2	7,8	7,8
	2000	- 1	15,9	23,7
Sabbia	1400	- 0,5	12,3	35,9
	1000	0	9,7	45,6
	710	0,5	5,6	51,2
	500	1	4,7	55,9
	355	1,5	3,0	58,9
	250	2	1,9	60,8
	180	2,5	2,8	63,6
	125	3	0,7	64,3
	90	3,5	0,5	64,8
	63	4	0,1	64,9
Pelite	< 63	> 4	35,1	100,0

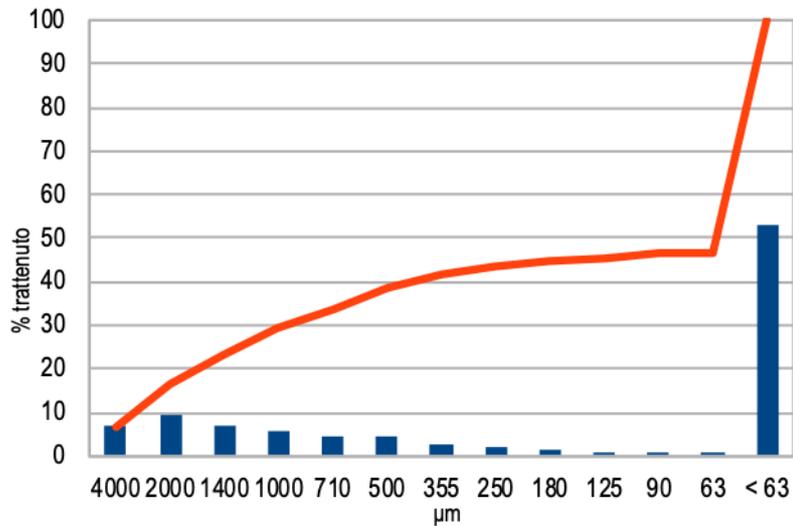
Curva cumulativa e istogramma di frequenza



 <b>ALCATEL SUBMARINE NETWORKS</b> <small>Istituto Nazionale di Fisica Nucleare</small>	Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>	
 <small>POLISERVIZI s.r.l. SHIPPING AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small>	  <small>BIO SCIENCE UNIVERSITÀ DI SIENA 1205</small>	N.doc.: 18_024_04	N.pag.: 42-72

4339 P9	Diametro		Trattenuto	
	$\mu\text{m}$	phi	%	% Cumulata
Ghiaia	4000	- 2	7,0	7,0
	2000	- 1	9,4	16,4
Sabbia	1400	- 0,5	7,0	23,4
	1000	0	5,9	29,3
	710	0,5	4,6	33,9
	500	1	4,7	38,6
	355	1,5	2,9	41,4
	250	2	2,1	43,6
	180	2,5	1,3	44,9
	125	3	0,7	45,6
	90	3,5	1,0	46,6
	63	4	0,2	46,8
Pelite	< 63	> 4	53,2	100,0

Curva cumulativa e istogramma di frequenza







 		Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero</b>				N. prog.: <b>18_024</b>	
	 	Titolo doc.: Caratterizzazione ambientale ai sensi del DM 1996				N.doc.: 18_024_04	N.pag.: 45-72

**Tabella 13** – Risultati relativi alle analisi microbiologiche.

	Unità di Misura	4331 P1	4332 P2	4333 P3	4334 P4	4335 P5	4336 P6	4337 P7	4338 P8	4339 P9
<b>Escherichia coli</b>	<b>UCF/g s.s.</b>	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
<b>Coliformi totali</b>	<b>UCF/g s.s.</b>	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
<b>Enterococchi intestinali</b>	<b>UCF/g s.s.</b>	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10

**Tabella 14** – Risultati relativi alle analisi ecotossicologiche.

ID Campione	<i>Paracentrotus lividus</i>			<i>Vibrio fischeri</i> fase solida				<i>Phaeodactylum tricornutum</i>			
	Media	Dev. St.	Media Corretta	tossicità misurata	Dev. st./ Int.conf.	R	STI	INIBIZIONE 72 h		GROWTH RATE ( $\mu$ ) 72 h	
								$I_{\mu}$ media (%)	Dev. St (%)	media repliche	Dev.st repliche
4333 P3	11,3	0,6	4,7	12,67	(9,0-18,0)	0,975	0,37	23,2	1,8	1,044	0,024
4336 P6	38,3	2,1	33,7	266,83	(243,4-292,6)	0,998	0,97	16,9	0,0	1,130	0,000
4339 P9	40,9	0,9	36,5	254,04	(218,7-295,0)	0,995	0,97	30,8	6,4	0,941	0,087

## 5. DISCUSSIONE

### Analisi granulometrica

La determinazione della granulometria dei sedimenti marini consente di individuare e di valutare possibili impatti sull'ecosistema marino-costiero. Le linee guida ISPRA (2007) stabiliscono per alcuni elementi in traccia differenti valori del Livello Chimico di Base (LCB) in base al contenuto percentuale della frazione pelitica (particelle con diametro medio inferiore a 0,063 mm) nel sedimento marino (pelite inferiore o superiore al 10%).

La percentuale della frazione pelitica è superiore al 10% nei campioni 4335 (P5) - 4339 (P9), mentre negli altri è inferiore alla soglia del 10%.

### Umidità

La percentuale di umidità dei campioni è variabile in linea con la natura sabbiosa dei campioni sotto costa e oscilla tra 7,32% e 40,17%.

 		Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>	
	 	Titolo doc.: Caratterizzazione ambientale ai sensi del DM 1996	N.doc.: 18_024_04	N.pag.: 46-72

## Peso specifico

Il peso specifico è un indicatore di massa/volume ed il suo valore indica l'efficacia delle risposte meccaniche del sedimento alle sollecitazioni. I dati di questa variabile sono risultati abbastanza omogenei nei campioni di sedimento marino, compresi tra 1,84 e 3,02 g/m<sup>3</sup>.

## Carbonio organico totale (TOC)

La sostanza organica totale è costituita da materiali di varia origine, che possono essere suddivisi in tre gruppi: a) residui vegetali ed animali più o meno decomposti; b) sostanza organica "labile" costituita dalla biomassa degli organismi viventi; c) sostanza organica "stabile", formata nella decomposizione dei residui organici e poco suscettibile a fenomeni di decomposizione più avanzata. Il carbonio organico totale (TOC) comprende il carbonio legato ai composti organici ed è usato come misura per valutare il carico di sostanze organiche.

I campioni di sedimento hanno un contenuto di carbonio organico totale <1%.

Dal punto di vista generale, i livelli di carbonio organico totale misurati nei campioni di sedimento marino sono decisamente bassi, se confrontati con quanto ritrovato da Caplat *et al.* (2005) in un porto francese (TOC in media pari a 6,3%) oppure da Galanopoulou *et al.* (2009) nel porto di Keratsini in Grecia, da Haynes (2001) per sedimenti del Queensland (da 0,08% a 2,2%), da Spagnoli *et al.* (2008) per sedimenti della zona di Manfredonia (0,67±0,2%), da Dolenc *et al.* (1998) per sedimenti dell'Adriatico centrale (1,41% in media) e meridionale (1,00%). Anche il contenuto di carbonio organico misurato da Perra *et al.* (2011) nei sedimenti di 15 aree marine protette italiane (0,3-0,9%, Punta Campanella 2,00%) è superiore ai dati del presente monitoraggio.

I valori del TOC appaiono in linea con quelli più bassi riportati da Renzi *et al.* (2009) per 10 diversi siti portuali nel sud Italia (0,16-0,77 %), da Mariottini *et al.* (2007) per sedimenti della zona di Vibo Marina (0,19-0,26 %) e da Renzi *et al.* (2010) per le isole dell'arcipelago Toscano (0,22-1,70 %).

## Azoto totale (TN) e Fosforo totale (TP)

I composti dell'azoto e del fosforo sono utilizzati dai vegetali per la costruzione delle molecole proteiche che poi sono fonte di approvvigionamento per il mondo animale. Questi due principali elementi chimici sono presenti nei fertilizzanti agricoli; vengono trasportati nell'ecosistema marino dalla pioggia, dai dilavamenti agricoli e dagli eventuali scarichi fognari.

  <small>Istituto Nazionale di Fisica Nucleare</small>		Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>	
 <small>POLISERVIZI s.r.l. SHIPPING AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small>	  <small>BIOSCIENCE</small>	Titolo doc.: Caratterizzazione ambientale ai sensi del DM 1996	N.doc.: 18_024_04	N.pag.: 47-72

L'eccessivo apporto di questi due elementi è la causa di fenomeni di eutrofizzazione, intendendo con questo termine l'eccessivo accrescimento di piante acquatiche per effetto della presenza nell'ecosistema acquatico di dosi troppo elevate di sostanze nutritive, come azoto o fosforo provenienti da fonti naturali o antropiche. L'azoto è presente in numerosi composti inorganici ed organici ed è un elemento fondamentale nella biochimica dei viventi; è costituente fondamentale delle molecole organiche più importanti dal punto di vista biochimico (DNA, proteine, vitamine), oltre che di composti inorganici estremamente diffusi e importanti come l'ammoniaca. La maggior parte dell'azoto che entra nei bacini marini viene restituito all'atmosfera attraverso un processo biologico conosciuto come "denitrificazione", un processo complesso che coinvolge i batteri eterotrofi denitrificanti, che possono utilizzare in ambienti anossici lo ione nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) come accettore terminale di elettroni. La conversione dello ione nitrato, prima in azoto molecolare e poi in ossido nitroso, e la successiva perdita in atmosfera è il principale meccanismo attraverso il quale l'azoto viene restituito dai bacini idrografici all'atmosfera (Mariotti *et al.*, 1981; Cline e Kaplan, 1975). È stato stimato che, senza questo meccanismo di ritorno, gli input di azoto sarebbero totalmente esauriti in meno di 100 mila anni (Sweeney *et al.*, 1978), mentre i dati di Jaffe (1992) suggeriscono entro i 35 mila anni.

Il fosforo non si trova in natura allo stato elementare, ma sotto forma di fosfato (sale dell'acido fosforico); è abbondante in alcune rocce e nelle cellule degli esseri viventi, del cui metabolismo è un componente essenziale. Il fosforo sedimentato in forma organica viene mineralizzato e, in particolari condizioni, può essere rilasciato nuovamente nella colonna d'acqua sovrastante e ritornare in circolazione. È ormai ampiamente dimostrato che i meccanismi di rilascio dei nutrienti dal sedimento influenzano le acque sovrastanti (Bostrom *et al.*, 1982; Marsden, 1989). Per quanto riguarda le forme di fosforo nei sedimenti, la frazione inorganica viene suddivisa secondo lo schema proposto da Williams *et al.* (1976) in fosforo apatitico (AIP) e fosforo non apatitico (NAI-P) (in Logan, 1982). Tali frazioni si comportano in modo diverso e in generale l'AIP, che comprende il fosforo associato ai composti di ferro e alluminio, sembra essere la forma più labile. Il fosforo organico, invece, costituisce la forma più stabile.

I campioni di sedimento prelevati in questo studio hanno livelli di azoto totale compresi tra 350 e 410 mg/kg, mentre il contenuto di fosforo totale varia da 264 a 606 mg/kg.

 <small>Istituto Nazionale di Fisica Nucleare</small>		Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>	
 <small>POLISERVIZI s.r.l. SHIPPING AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small>	 <small>BIO SCIENCE</small>	Titolo doc.: Caratterizzazione ambientale ai sensi del DM 1996	N.doc.: 18_024_04	N.pag.: 48-72

L'azoto totale e il fosforo totale, così come il carbonio organico totale, non hanno valori soglia di riferimento nella Tabella 1, Colonna B, Allegato 5 al Titolo V alla parte quarta del D. Lgs 152/06. Anche nel Manuale per la Movimentazione di Sedimenti Marini ICRAM- APAT (2007) non sono indicati valori soglia.

### Elementi in traccia

Gli elementi in traccia sono elementi chimici le cui concentrazioni nelle matrici solide quali rocce, suoli e sedimenti, sono in genere inferiori a 1000 mg/kg (0,1%). Gli elementi in traccia formano minerali propri (per es. ossidi, silicati e solfuri), ma solitamente sono presenti in maggiori quantità in minerali comuni (per es. olivine, pirosseni, anfiboli, miche, feldspati, pirite e magnetite) come vicarianti degli elementi maggiori quali ferro, magnesio, calcio e potassio.

Gli elementi in traccia come costituenti naturali delle rocce e sono mobilizzati e distribuiti nell'ambiente di superficie (per es. sedimenti fluviali e marini, acque superficiali e sotterranee) attraverso processi quali l'erosione e il *weathering* fisico e chimico.

Gran parte degli elementi in traccia, tra cui metalli pesanti come Cadmio, Cromo, Mercurio, Piombo e Zinco, sono immessi nell'ambiente da parte di numerose sorgenti antropiche come, ad esempio, impianti per la produzione di energia (per es. centrali a carbone), attività industriali, minerarie e agricole, scarichi di acque reflue e impianti di depurazione, traffico veicolare e costruzioni costiere. Si tratta di fonti di rilascio di importanti quantità di elementi in traccia, che possono raggiungere le zone marine costiere principalmente per erosione e dilavamento del suolo, oltre che per trasporto in soluzione e sospensione nelle acque di scorrimento superficiale.

Gli elementi in traccia non sono (bio)degradabili e, attraverso vari processi, possono accumularsi nel suolo e nei sedimenti, e quindi essere assorbiti nei tessuti di organismi vegetali e animali (bioaccumulo). In questo modo alcuni metalli pesanti possono esplicare la loro azione tossica in questi organismi anche a concentrazioni non elevate e causare danni anche alla salute umana attraverso la rete trofica.

Le forme cationiche degli elementi in traccia sono potenzialmente più pericolose dal punto di vista ambientale sia per la loro maggiore possibilità di diffusione nell'ambiente che per la loro capacità di essere assimilate dagli organismi viventi (Mayer, 2002).

  <small>Istituto Nazionale di Fisica Nucleare</small>		Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero</b>		N. prog.: <b>18_024</b>	
 <small>POLISERVIZI s.r.l.  SHIPPING AGENCY  MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small>	  <small>BIOSCIENCE</small>	Titolo doc.: Caratterizzazione ambientale ai sensi del DM 1996		N.doc.: 18_024_04	N.pag.: 49-72

I principali meccanismi di trasferimento degli elementi in traccia dalla fase acquosa (per es. acqua di mare) alla fase solida (per es. sedimenti) sono: processi di adsorbimento per scambio ionico e assorbimento specifico, complessazione da parte di composti organici, processi di precipitazione e di coprecipitazione.

Le concentrazioni degli elementi in traccia nei sedimenti marini dipendono dalle caratteristiche granulometriche, mineralogiche e geochimiche del materiale che costituisce il sedimento e dall'eventuale contributo di origine antropica, il tutto regolato dai processi di adsorbimento, complessazione e di precipitazione/coprecipitazione che avvengono nel sistema acqua-sedimento.

In base a ciò, i sedimenti marini costituiscono il principale deposito di elementi in traccia (metalli pesanti) nell'ambiente acquatico marino. I primi processi che comportano un accumulo di elementi in traccia sulle superfici delle particelle, sia in sospensione che sedimentate, sono i "sorption processes" i quali svolgono un ruolo molto importante nella regolazione della concentrazione dei metalli pesanti nell'acqua di mare. Infatti, i processi di sorption rappresentano il primo stadio dell'insieme dei fenomeni che portano alla rimozione delle specie chimiche in soluzione e alla loro associazione con il sedimento di fondo. Tuttavia, va segnalato che al variare delle condizioni chimico-fisiche e ambientali, i sedimenti marini possono liberare gli elementi chimici adsorbiti, specie in aree molto inquinate. Infatti, gli elementi in traccia, e in particolare i metalli pesanti, sono presenti in differenti frazioni del sedimento, alcune delle quali sono più o meno facilmente mobilizzabili (frazioni scambiabile, estraibile, riducibile e ossidabile) in base alle condizioni redox, al pH e alla composizione chimica dell'acqua di mare. A tale riguardo, nei sedimenti non inquinati i metalli pesanti sono in genere preferenzialmente associati alla frazione immobile (frazione residuale), in quanto compresi nel reticolo cristallino di minerali residuali e di minerali di neoformazione rappresentati principalmente da silicati. Viceversa, in presenza di fenomeni di inquinamento, i metalli pesanti tendono a concentrarsi sulla superficie di fasi solide quali minerali argillosi, ossidrossidi di ferro e alluminio e sostanza organica, risultando più mobili e disponibili. Per quanto detto, i sedimenti marini contaminati possono costituire a loro volta una sorgente di dispersione di elementi in traccia (metalli pesanti), i quali possono essere rilasciati e diffusi nell'ambiente acquatico.

  <small>Istituto Nazionale di Fisica Nucleare</small>		Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>	
 <small>POLISERVIZI s.r.l. SHIPPING AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small>	  <small>BIO SCIENCE</small>	Titolo doc.: Caratterizzazione ambientale ai sensi del DM 1996	N.doc.: 18_024_04	N.pag.: 50-72

L'arsenico (As) è un elemento pesante con caratteristiche chimiche e fisiche comprese tra quelle dei metalli e dei non metalli, è definito infatti come semimetallo. L'arsenico forma alcuni minerali propri, quali arsenopirite (FeAsS), realgar (AsS), orpimento (As<sub>2</sub>S<sub>3</sub>) e arsenolite (As<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), e si trova come vicariante in alcuni solfuri (pirite, galena e sfalerite), silicati (K-feldspato e plagioclasti), ossidi (magnetite e ilmenite) e fosfati (apatite). Le principali sorgenti antropiche di questo elemento pesante sono le attività mineraria, industriale, agricola e zootecnica, gli impianti geotermici e per la produzione di energia. La diffusione di arsenico nell'ambiente di superficie è stata influenzata dall'uso in agricoltura di pesticidi ed erbicidi contenenti questo elemento, il cui utilizzo ad oggi è stato praticamente abbandonato (Lucisano, 1994).

Il comportamento dell'arsenico nell'ambiente è regolato fondamentalmente dalle condizioni redox e dal pH, da cui dipende la speciazione dell'elemento. In condizioni riducenti, lo stato di ossidazione dell'arsenico è quello trivalente (As<sup>3+</sup>) e la specie dominante nei sistemi acquosi è il complesso arsenito (HAsO<sub>2</sub>), il quale è mobile. In condizioni ossidanti, le specie chimiche prevalenti sono gli ossanioni arsenato (H<sub>2</sub>AsO<sub>4</sub><sup>-</sup> e HAsO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) dell'arsenico pentavalente (As<sup>5+</sup>), i quali hanno una bassa mobilità in quanto possono essere assorbiti dagli ossidrossidi di ferro, alluminio e manganese ed in minor misura dai minerali argillosi e dalla sostanza organica.

La speciazione determina anche la tossicità dell'arsenico inorganico: l'As<sup>3+</sup> è la forma più tossica (Cullen e Reimer, 1989; B'Hymer e Caruso, 2004).

Il cadmio (Cd) è un metallo pesante presente in genere come vicariante in minerali dello zinco (sfalerite e smithsonite) e in alcuni silicati (anfibioli e biotite), carbonati e solfati. Sono rari i suoi minerali propri, rappresentati dal solfuro (CdS), dal carbonato (CdCO<sub>3</sub>) e dall'ossido (CdO). Il cadmio di origine antropica è immesso nell'ambiente da impianti industriali, traffico veicolare, inceneritori di rifiuti solidi urbani, nonché dalle attività connesse con l'agricoltura e lo sfruttamento delle risorse minerarie.

Il comportamento del cadmio nei sistemi acqua-sedimento è influenzato principalmente dal pH e dalla composizione della soluzione acquosa, i quali a loro volta definiscono la speciazione di questo elemento, il suo assorbimento da parte di sostanza organica, ossidrossidi di ferro e manganese e minerali argillosi, e la precipitazione/coprecipitazione prevalentemente come carbonato e solfuro.

 <small>Istituto Nazionale di Fisica Nucleare</small>		Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>	
 <small>MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small>	 <small>BIO SCIENCE</small>	Titolo doc.: Caratterizzazione ambientale ai sensi del DM 1996	N.doc.: 18_024_04	N.pag.: 51-72

Il cadmio è considerato un elemento pesante tossico anche a basse concentrazioni in quanto non riveste alcun ruolo biologico negli organismi viventi e nell'uomo (Reilly, 1991).

Il cromo (Cr) è un metallo vicariante del ferro e dell'alluminio in molti minerali quali pirosseni, anfiboli, miche, granati e spinelli. Il più comune e diffuso minerale proprio del cromo è la cromite ( $\text{FeCr}_2\text{O}_4$ ), che rappresenta la principale risorsa di questo elemento utilizzato, in forma metallica, in molte leghe di ferro, nichel e cobalto e negli acciai inox per aumentare la durezza e la resistenza meccanica, nonché per la cromatura galvanica.

Il comportamento del cromo nel sistema acqua-sedimento è controllato principalmente dal pH, dalle condizioni redox e dalla chimica della fase acquosa, nonché dalla composizione del sedimento (per es. contenuto di sostanza organica e di ossidrossidi di ferro e alluminio). Queste proprietà regolano la mobilità e la disponibilità del cromo poiché definiscono la sua speciazione e la sua affinità per le reazioni di *sorption*. Il cromo esavalente ( $\text{Cr}^{6+}$ ) ha una mobilità maggiore del cromo trivalente ( $\text{Cr}^{3+}$ ). La bassa mobilità/solubilità del cromo trivalente è dovuta al fatto che può essere assorbito sulle superfici delle fasi solide del sedimento, può coprecipitare con gli ossidrossidi di ferro e può sostituire il ferro trivalente nel reticolo dei minerali di neoformazione. Per il cromo esavalente il principale meccanismo di ritenzione è l'assorbimento delle sue specie anioniche (per es. ione cromato) da parte degli ossidrossidi di ferro e alluminio.

Il cromo esavalente è caratterizzato da un'elevata tossicità, mentre quella del cromo trivalente è ridotta. Il  $\text{Cr}^{6+}$  causa generalmente tossicità orale acuta e cronica per inalazione, citotossicità, genotossicità e cancerogenicità (Cieslak-Golonka, 1995).

Il rame (Cu) è un metallo pesante essenziale per gli organismi animali e vegetali e per l'uomo. È presente in natura come elemento in traccia in minerali quali pirosseni, anfiboli, biotite, magnetite e solfuri, e forma fasi mineralogiche proprie quali principalmente solfuri (per es. calcopirite, calcocite e covellina), carbonati (malachite e azzurrite) e ossidi (cuprite). Le principali sorgenti antropiche di questo elemento pesante sono l'attività mineraria, industriale, agricola e per la produzione di energia, nonché alcune attività domestiche (per es. tubi e rubinetti per la distribuzione dell'acqua, scarichi, pentole e utensili da cucina, lamiere e fili elettrici).

 <small>Istituto Nazionale di Fisica Nucleare</small>		Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>	
 <small>POLISERVIZI s.r.l.</small> <small>SHIPPING AGENCY</small> <small>MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small>	 <small>BIOSCIENCE</small>	Titolo doc.: Caratterizzazione ambientale ai sensi del DM 1996	N.doc.: 18_024_04	N.pag.: 52-72

Il trasferimento del rame dal sistema acquoso al sedimento marino è determinato essenzialmente da reazioni di assorbimento superficiale, complessazione organica, precipitazione e coprecipitazione.

Il rame, pur essendo un micronutriente essenziale per molti organismi, risulta tossico se presente in dosi eccessive (Lundebye *et al.*, 1999; De Boeck *et al.*, 1995).

Il mercurio (Hg) è probabilmente uno dei metalli più pericolosi dal punto di vista ambientale. Il più importante minerale del mercurio è il cinabro (HgS). Tuttavia, questo metallo pesante è presente come elemento in traccia anche in fasi mineralogiche quali pirosseni, anfiboli e solfuri (per es. sfalerite e tetraedrite). Le attività industriale, mineraria, agricola e per la produzione di energia sono le principali fonti di immissione di mercurio nell'ambiente. Il mercurio è utilizzato, inoltre, nell'industria chimica, farmaceutica, elettronica e per la produzione di catalizzatori, lampade, vernici e batterie.

Nelle acque naturali, tra cui quelle marine, la solubilità e la mobilità del mercurio sono controllate principalmente da: condizioni redox, pH, formazione di complessi solubili, metilazione, reazioni di *sorption* e di precipitazione/coprecipitazione. In ambiente acquatico le forme inorganiche del mercurio (spesso meno tossiche e meno bioaccumulabili) possono essere convertite dai batteri presenti nei sedimenti e nella colonna d'acqua in complessi organomercurici tossici e bioaccumulabili, come il metilmercurio (Al-Yousuf *et al.*, 2000). In generale il mercurio ed i suoi composti sono molto persistenti nell'ambiente.

Il nichel (Ni) è un metallo pesante che si trova come vicariante di ferro e magnesio nei silicati femici (olivine, pirosseni, anfiboli e miche), nei granati, nello spinello e in alcuni solfuri (pirite e calcopirite). Forma alcuni minerali propri, principalmente silicati e solfuri. Il nichel di origine antropica è associato a numerose attività industriali (industria siderurgica, elettronica, automobilistica, tessile e per la produzione di batterie), all'attività mineraria, agricola e per la produzione di energia e al traffico veicolare. Inoltre, il nichel è usato come catalizzatore in vari processi industriali.

Il comportamento del nichel nei sistemi acqua-sedimento è regolato fondamentalmente dai processi di *sorption* sulle superfici dei minerali e della sostanza organica, dalla speciazione in soluzione da cui dipende la formazione di complessi solubili e insolubili con leganti inorganici e organici, e in condizioni riducenti, dalla precipitazione/coprecipitazione come solfuro. Il

  <small>Istituto Nazionale di Fisica Nucleare</small>		Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero</b>		N. prog.: <b>18_024</b>	
 <small>POLISERVIZI s.r.l. SHIPPING AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small>	  <small>BIOSCIENCE</small>	Titolo doc.: Caratterizzazione ambientale ai sensi del DM 1996		N.doc.: 18_024_04	N.pag.: 53-72

nicel è facilmente accumulato all'interno dei tessuti dei vegetali (McIlveen e Negusanti, 1994).

Il piombo (Pb) è un metallo pesante che forma minerali propri, tra cui i più comuni sono la galena (PbS), la cerussite (PbCO<sub>3</sub>) e l'anglesite (PbSO<sub>4</sub>). E' presente in traccia in minerali quali K-feldspato, plagioclasti, miche, magnetite e apatite. Le principali fonti antropiche di piombo nell'ambiente sono rappresentate dal traffico veicolare, dalle attività connesse allo sfruttamento delle risorse minerarie, dall'attività industriale (per es. industrie per la produzione di vetri, vernici, batterie, munizioni, plastiche e leghe), agricola e per la produzione di energia, e dagli inceneritori di rifiuti solidi urbani. I gas di scarico degli autoveicoli alimentati a benzina, addizionata con piombo tetraetile come antidetonante, costituivano una delle principali sorgenti di contaminazione da piombo; a partire dagli anni '80, con l'adozione delle benzine verdi, tale fonte si è ridotta.

Nelle acque naturali, incluse quelle marine, la solubilità del piombo è controllata fondamentalmente dal pH, dalle condizioni redox e dal tipo e dalla concentrazione dei leganti inorganici e organici in soluzione. In aggiunta, la mobilità del piombo dipende dalle reazioni di *sorption* che hanno luogo sulle superfici delle fasi solide presenti nel sedimento, dalla precipitazione di minerali propri di questo elemento e dalla coprecipitazione con carbonati, fosfati e solfati.

Il piombo, non avendo alcuna funzione fisiologica, è considerato un elemento non essenziale per la vita.

Lo zinco (Zn) è un metallo pesante che forma minerali propri (per es. sfalerite, wurtzite e smithsonite) ed è presente in quantità in traccia in pirosseni, anfiboli, miche, granati, magnetite e calcite. Lo zinco antropico proviene dall'industria siderurgica, chimica, farmaceutica, cosmetica ed è utilizzato per la produzione di vernici, vetri, gomme, plastica e batterie, dall'attività mineraria e agricola e dal traffico veicolare.

Nelle acque naturali la ripartizione dello zinco tra la soluzione e il sedimento dipende essenzialmente da: pH, condizioni redox, speciazione e complessazione, reazioni di assorbimento superficiale, processi di precipitazione e coprecipitazione.

 		Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero</b>		N. prog.: <b>18_024</b>	
	 	Titolo doc.: Caratterizzazione ambientale ai sensi del DM 1996		N.doc.: 18_024_04	N.pag.: 54-72

Nonostante questo metallo non sia spiccatamente tossico, qualora rilasciato in mare in quantità elevate, ha la capacità di distruggere il tessuto epiteliale delle branchie e di produrre cambiamenti nella composizione chimica del fegato e del tessuto muscolare.

Secondo il “Manuale per la Movimentazione di Sedimenti Marini” dell’ICRAM- APAT (2007), la classificazione del sedimento marino scaturisce dall’integrazione delle informazioni fisico-chimiche ed ecotossicologiche che portano all’individuazione di tre classi principali di qualità del sedimento, ciascuna delle quali è compatibile con specifici utilizzi e destinazioni; ad esempio il materiale da destinare a ripascimento di arenili deve appartenere alla classe di qualità A1, mentre opportune precauzioni per la movimentazione dei sedimenti devono essere prese qualora esso risulti in classe C2. L’Istituto Centrale di Ricerche Applicato al Mare (ICRAM) fornisce LCB (Livello Chimico di Base) e LCL (Livello Chimico Limite) di riferimento di alcuni analiti nei sedimenti marini, in modo da poterne meglio definire la qualità. Per una migliore interpretazione dei dati analitici prodotti in questo studio, questi sono stati anche discussi considerando le Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) proposte dal D. Lgs. n. 152/06 relativi alla matrice suolo e sottosuolo sia destinato ad uso verde pubblico residenziale sia inerenti a siti ad uso commerciale e industriale - Tabella 1, Colonne A e B, Allegato 5 al Titolo V alla parte quarta. Si è, inoltre, tenuto conto anche delle soglie di riferimento del D.M. 260/10 e delle soglie per i rifiuti speciali pericolosi (D. Lgs. n. 152/06). Tutti i valori di riferimento sono sintetizzati in Tabella 3.

I dati analitici indicano che le concentrazioni degli elementi in traccia analizzati sono inferiori sia ai livelli LCB che ai livelli LCL definiti nel Manuale ICRAM-APAT 2007. Unica eccezione è rappresentata dall’As che, in un contesto di generale non contaminazione, ha contenuti superiori al LCB e LCL. Si riportano in **Tabella 15**, a titolo riepilogativo, i livelli di concentrazione degli elementi in traccia.

**Tabella 15 – Concentrazioni degli elementi in traccia.**

Metalli e Metalloidi										
	Unità di Misura	4331_P1	4332_P2	4333_P3	4334_P4	4335_P5	4336_P6	4337_P7	4338_P8	4339_P9
<b>Arsenico</b>	mg/kg p.s.	23,62	32,81	23,11	97,26	18,79	41,36	36,7	50,1	45,67
<b>Cadmio</b>	mg/kg p.s.	0,176	0,072	0,177	0,061	0,148	0,094	0,075	0,082	0,100
<b>Cromo</b>	mg/kg p.s.	10,7	9,12	11,35	10,56	37,45	36,37	35,09	22,45	29,28
<b>Mercurio</b>	mg/kg p.s.	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
<b>Nichel</b>	mg/kg p.s.	6,47	6,59	8,16	6,82	20,19	21,00	21,04	13,86	20,68
<b>Piombo</b>	mg/kg p.s.	5,00	5,84	7,05	7,56	17,49	13,55	13,27	11,41	11,01
<b>Rame</b>	mg/kg p.s.	4,83	6,14	7,85	5,43	18,45	15,30	14,69	11,10	13,42
<b>Vanadio</b>	mg/kg p.s.	36,01	31,70	37,20	63,34	66,89	78,29	72,14	67,18	70,97
<b>Zinco</b>	mg/kg p.s.	20,95	30,89	26,56	26,20	70,61	61,67	63,9	42,47	52,97

 Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>		
 POLISERVIZI s.r.l. SHIPPING AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES	 BIOSCIENZE	Titolo doc.: Caratterizzazione ambientale ai sensi del DM 1996	N.doc.: 18_024_04	N.pag.: 55-72

## Idrocarburi pesanti (C>12), PCB

Gli idrocarburi sono composti di carbonio e idrogeno; essi provengono dal petrolio grezzo e sono utilizzati come combustibili, lubrificanti, solventi e materia prima per l'industria chimica. Si distinguono in aromatici e alifatici a seconda che contengano o meno anelli benzenici.

I Policlorobifenili (PCB) sono una classe di composti organici caratterizzati da un nucleo bifenilico al quale si possono legare da uno a 10 atomi di cloro, per un totale di 209 congeneri; a questo proposito la nomenclatura IUPAC assegna ad ogni congenere un numero progressivo tra 1 e 209 al procedere della sostituzione. Inoltre, per ogni PCB il numero e la posizione degli atomi di cloro determina le caratteristiche chimico-fisiche del singolo congenere. I PCB sono composti chimici molto stabili, dotati di buone proprietà chimico-fisiche; presentano, infatti, un'elevata costante dielettrica, bassa solubilità in acqua e volatilità, elevata solubilità nei mezzi idrofobici, come oli e grassi, e nei solventi organici, quali alcol e acetone; sono infiammabili (quando la loro molecola contiene più di 4 atomi di cloro) e scarsamente biodegradabili. Inoltre, sono termicamente stabili (evaporano ad oltre 800°C e si decompongono solo oltre i 1000°C) e presentano una adesività alle superfici solide. Queste notevoli caratteristiche hanno favorito, a partire dagli anni '30, l'uso dei PCB in svariati campi di applicazione fino al 1985, quando furono banditi a causa della loro elevata tossicità. Le principali vie di contaminazione ambientale nei sistemi chiusi sono riconducibili a perdite, incendi, scarichi illeciti e smaltimento inadeguato. Nei sistemi aperti, le principali fonti di contaminazione sono l'incenerimento dei rifiuti contenenti tali inquinanti, la concimazione dei terreni con fanghi provenienti dalla depurazione di acque di scarico, la migrazione di particelle e l'emissione in atmosfera a seguito di evaporazione. Ogni congenere si distribuisce nelle matrici ambientali (aria, acqua, suolo e sedimenti) in dipendenza delle proprie caratteristiche chimico-fisiche. La biodegradabilità risulta difficoltosa e lenta per tutti i congeneri, ma in particolare per i PCB con alto grado di clorurazione, che sono estremamente resistenti all'ossidazione e all'idrolisi. Tale caratteristica implica, quindi, una persistenza nell'ambiente che varia a seconda del congenere. La letteratura più recente afferma che la loro tossicità diretta non è elevata, ma il loro accumulo nei tessuti adiposi ha effetti devastanti, mettendo in evidenza una potenziale attività cancerogena, mutagenica, teratogena ed effetti nocivi sulla riproduzione.

 <small>Istituto Nazionale di Fisica Nucleare</small>	Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>		
 <small>MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small>	 <small>BIO SCIENCE</small>	Titolo doc.: Caratterizzazione ambientale ai sensi del DM 1996	N.doc.: 18_024_04	N.pag.: 56-72

Per quanto riguarda questi parametri, tutti i campioni analizzati mostrano valori sotto la soglia di rilevabilità del metodo.

### **Pesticidi Organoclorurati e HCB**

I Pesticidi Organoclorurati sono un gruppo di sostanze utilizzate per distruggere insetti, erbe e piante dannose per l'agricoltura, caratterizzate dalla presenza di anelli organici di varia complessità sostituiti con cloro. Sono strutture estremamente stabili a livello ambientale, come i derivati fenil-alchilici (es. 2,4'-DDT, 4,4'-DDT), i ciclopentadienici (es. aldrina, dieldrina ecc.) ed i cicloparaffinici (es. esaclorocicloesani).

Benché le preoccupazioni per gli effetti sulla salute e sull'ambiente abbiano indotto molti paesi ad interrompere la produzione negli anni '70, una produzione non controllata continua sotto forma di sottoprodotti e impurità derivanti dalla fabbricazione di solventi clorurati, composti aromatici clorurati e pesticidi clorurati.

Non si rilevano livelli di pesticidi organoclorurati al di sopra dei LOD (0,1 µg/kg s.s.). L'HCB si presenta sempre inferiore ai limiti di rilevabilità (0,1 µg/kg s.s.).

### **Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)**

Gli Idrocarburi Policiclici Aromatici, noti più genericamente con l'acronimo di IPA, sono costituiti da due o più anelli fusi fra loro, in un'unica struttura piana, attraverso coppie di atomi di carbonio condivisi fra anelli adiacenti. I 16 inquinanti presi in considerazione nell'ambito di questo progetto sono inseriti nella lista dei "Priority Pollutants" indicata dall'*United States Environmental Protection Agency* (US-EPA). Fisicamente gli IPA sono solidi a temperatura ambiente, poco solubili in acqua e altamente lipofili. Tanto più alto è il loro peso molecolare, tanto maggiore sarà la loro idrofobicità, e, di conseguenza, maggiore la loro affinità per i composti ed i solventi apolari.

Poiché gli IPA possiedono elevata lipofilicità, essi tendono ad associarsi con le sostanze particellari o con sostanze oleose, presenti per esempio in un ecosistema acquatico; in genere quelli con più di quattro anelli tendono ad accumularsi nei sedimenti, legandosi soprattutto alla sostanza organica, mentre quelli a basso peso molecolare (due o tre anelli), essendo più solubili, possono permanere nella fase liquida. Gli IPA si sviluppano in seguito a processi di combustione incompleta o pirolisi di materiali organici (carbone, legno, prodotti petroliferi e rifiuti).

 <small>Istituto Nazionale di Fisica Nucleare</small>		Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>	
 <small>POLISERVIZI s.r.l. SHIPPING AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small>	 <small>BIO-SCIENCE</small>	Titolo doc.: Caratterizzazione ambientale ai sensi del DM 1996	N.doc.: 18_024_04	N.pag.: 57-72

La presenza di IPA nell'ambiente può essere di origine naturale o antropica; a loro volta distinguibili in petrolifere e pirolitiche. A contribuire al primo sono senza dubbio gli incendi boschivi e le eruzioni vulcaniche che vedono coinvolta in primo luogo l'atmosfera, mentre per ciò che concerne l'accumulo nei sedimenti, un contributo a volte notevole deriva dalla sintesi biotica in condizioni di anossia, soprattutto per quanto riguarda il Perilene. Bisogna, comunque, dire che le quantità di IPA prodotte nei processi naturali risultano basse se confrontate con quelle di origine antropica.

Gli IPA di origine petrolifera, provenienti dal petrolio e dai suoi derivati, si sono formati, nel corso di milioni di anni, dalla decomposizione della materia organica a bassa temperatura. Gli IPA di origine pirolitica, invece, si formano dalla combustione incompleta di materia in carenza di ossigeno e ad elevata temperatura (650-900 °C).

Gli IPA di origine antropica derivano, quindi, dai processi industriali e dalla combustione incompleta dei rifiuti solidi urbani e, nei grandi centri abitati, il contributo predominante è quello del traffico auto-veicolare.

I livelli totali e dei singoli IPA sono risultati sempre inferiori alle concentrazioni limite riportate ed ai limiti previsti dal D. Lgs. 152/06 per i rifiuti pericolosi. Riguardo alla sommatoria degli IPA, i campioni di sedimento prelevati hanno presentato valori sempre inferiori al limite di rilevabilità del metodo.

### **Caratterizzazione microbiologica**

I sedimenti marini sono in grado di offrire un habitat idoneo alla sopravvivenza e alla moltiplicazione di microrganismi di varia natura. Gli strati sabbiosi più superficiali sono quelli più idonei ad alloggiare batteri che aderiscono al materiale particolato, acquisendo una resistenza maggiore ai fattori ambientali.

La determinazione dei parametri microbiologici nei sedimenti marini costituisce un importante contributo di valutazione degli aspetti igienico-sanitari; essi, infatti, essendo legati alla presenza di materiale fecale, costituiscono dei buoni indicatori di inquinamento di natura organica.

Il D.M. del 24/01/1996 richiede esplicitamente un'indagine di tipo microbiologico dei sedimenti marini coinvolti in un'attività di dragaggio ed elenca gli organismi da ricercare. Nonostante ciò,

 <small>Istituto Nazionale di Fisica Nucleare</small>	Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>		
 <small>POLISERVIZI s.r.l. SHIPPING AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small>	  <small>UNIVERSITÀ DI SIENA 1205</small>	Titolo doc.: Caratterizzazione ambientale ai sensi del DM 1996	N.doc.: 18_024_04	N.pag.: 58-72

a tutt'oggi, non esistono in Italia riferimenti normativi né linee guida indicative per quanto riguarda i valori soglia per i parametri microbiologici.

Le analisi effettuate denotano un quadro di contaminazione microbica non rilevabile per i parametri oggetto di indagine.

### Caratterizzazione ecotossicologica

I risultati relativi all'analisi ecotossicologica effettuati hanno mostrato, relativamente ai limiti previsti dalle linee guida per la movimentazione dei sedimenti marini (APAT-ISPRA, 2007), STI <3 per *V. fischeri* in fase solida per tutti i campioni testati. Per quanto riguarda la specie algale (*P. tricornutum*), si registra EC20 ≥ 90% in P6 mentre P3 e P9 mostrano livelli di tossicità media (Classe B). Per quanto riguarda la specie *P. lividus* il campione P3 ha EC20 ≥ 90% mentre P6 e P9 mostrano tossicità media (Classe B).

I campioni, pertanto, con il criterio di classificazione proposto da APAT-ISPRA (2007) risultano in classe tossicità media (Classe B).

### Struttura delle biocenosi e rilievi video ROV

I rilievi video-ROV sono stati eseguiti lungo il tracciato fino a 50 m di profondità. A bordo dell'imbarcazione adibita alle riprese video-ROV era presente il biologo marino che ha supervisionato tutte le attività effettuate ed ha provveduto a stilare i rapporti giornalieri. Si riporta in **Allegato 3 (Daily Log e Rilievi VIDEO-ROV)** una **Sintesi rappresentativa** delle attività video ROV condotte e un DVD sintetico rappresentativo della tratta indagata.

In **Allegato 4 (Mappe delle biocenosi)** sono riportate le mappe delle biocenosi elaborate tramite le risultanze dei riscontri ROV e delle analisi dei popolamenti mobili (macrozoobenthos).

In prossimità della costa si rileva la presenza della fanerogama marina *Posidonia oceanica*, che appare in buono stato di salute e che costituisce dense praterie con un carattere progressivo.

Il tracciato inizia con un fondale caratterizzato da rocce coperte da alghe fotofile, principalmente *Dicthyota dichotoma* e *Cystoseira* sp. All'aumentare dei KP sono presenti ciuffi di *Posidonia oceanica* che dal KP 0,373 diventa la biocenosi principale con popolamenti ittici caratteristici. Si riscontrano, infatti, specie quali *Coris julis*, *Diplodus annularis* e *Chromis*

 <small>Istituto Nazionale di Fisica Nucleare</small>		Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>	
 <small>MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small>	 <small>BIO SCIENCE</small>	Titolo doc.: Caratterizzazione ambientale ai sensi del DM 1996	N.doc.: 18_024_04	N.pag.: 59-72

*chromis*. Si segnala l'incontro con due esemplari di notevoli dimensioni di Dentice, *Dentex dentex*, specie commerciale di notevole pregio.

Dal KP 0,557 iniziano ad essere presenti i classici corridoi sabbiosi inter-matte la cui dimensione rimane costante fino ad arrivare ad una tasca di sabbia al KP 0,842 dove si riscontra la presenza di un'altra specie vegetale di pregio quale *Cymodocea nodosa* che si distribuisce a macchia sino al KP 1,039. Tra le foglie di *C. nodosa* trovano riparo ovature di gasteropode, molto plausibilmente *Neverita josephina*. Si segnalano nasse fantasma al KP 0,926 e altri resti antropici al KP 0,896, in questi ultimi rinvenute ovature di *Loligo vulgaris* e alcuni Spirografi (*Sabella spallanzani*) (Vedi rappresentazione fotografica in **Allegato 3**).

Al KP 1,039 ricomincia la *P. oceanica*, alla quale si alternano concrezioni organogene tipiche del coralligeno che all'aumentare della profondità divengono sempre più numerose e ben distribuite e che si intervallano a tasche di sabbia sempre più ampie e frequenti sino a rappresentare fondale uniforme dal KP 3,668. I corridoi sabbiosi presentano *ripple marks* dovute probabilmente alle correnti unidirezionali o alle oscillazioni del moto ondoso.

La biocenosi del coralligeno è caratterizzata da concrezioni dovute a *Palmophyllum crassum* (KP 1,060), *Litophyllum* sp. e *Mesophyllum* sp. (KP 3,319), in alcuni casi è presente probabilmente anche *Mesophyllum expansus*. Sono inoltre presenti alghe verdi quali *Codium bursa* e *Flabellia petiolata* e numerosi poriferi, tra cui sono stati individuati esemplari del genere *Haliclona* (KP 3,726) e *Crambe*.

Lungo il tracciato sono state osservate numerose specie ittiche, oltre alle sopra citate; infatti, sono stati individuati:

- banchi di acciughe, *Engraulis encrasicolus* (KP 1,596);
- salpe, *Sarpa salpa*;
- *Symphodus melanocercus*;
- *Serranus scriba* (KP 3,137).

Quest'ultimo, dopo *Chromis chromis* e *Coris julis*, è la specie più rappresentativa dell'area.

Il coralligeno è in ottimo stato di conservazione lungo tutto il tracciato, così come la *P. oceanica*; solo una leggera sedimentazione si presenta in rispondenza del KP 3,130, probabilmente a causa di una debole corrente di fondo che risospinge la sabbia fangosa dei

 		Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero</b>		N. prog.: <b>18_024</b>	
	 	Titolo doc.: Caratterizzazione ambientale ai sensi del DM 1996		N.doc.: 18_024_04	N.pag.: 60-72

corridoi inter-matte. La presenza di risospensione è deducibile anche dalla lunghezza ridotta delle foglie della *Posidonia* che presentano anche alti livelli di epifitismo.

Al KP 3,701 transitano nell'ottica del ROV due esemplari di ricciole, *Seriola dumerili*, specie predatoria, così come predatori sono i dentici precedentemente citati. La presenza di specie così voraci nell'area è indice di una popolazione ittica molto ricca, così come risulta anche dalle immagini registrate nel corso del presente studio.

In via definitiva, dal KP 3,720 il fondale diviene omogeneo e fangoso sino alla fine del tracciato al KP 5,748. Lungo questi due chilometri di riprese, il fondale risulta apparentemente deserto; fanno eccezione l'ofiura, *Astrospartus mediterraneus* (KP 4,374) e qualche gasteropode.

L'ambiente riscontrato risulta in buono stato di conservazione, fatta eccezione per rifiuti di origine antropica derivanti da attività di pesca.

### **Analisi descrittiva del macrozoobenthos**

L'analisi dei campioni prelevati ha permesso di rilevare la presenza di 238 individui appartenenti a 25 specie. Il gruppo tassonomico più largamente rappresentato, sia in termini di specie che di individui, è quello dei Molluschi (69% degli individui e 66% del numero di specie), seguito da quello degli Echinodermi (28% degli individui e 22% del numero di specie). Gli altri gruppi tassonomici (Crostacei e Anellidi) non superano l'1% degli individui e il 4% delle specie). Inoltre, è da segnalare la presenza di due individui appartenenti ad altri gruppi: il Cefalocordato *Branchiostoma lanceolatum* e il Brachiopode *Argyrotheca cuneata*, riscontrato di entrambi un solo esemplare.

Si riportano in **Figura 4** gli istogrammi di distribuzione del numero di individui e delle specie, determinate per tipologia di taxa. Le specie identificate per stazione campionata hanno permesso l'individuazione delle varie biocenosi bentoniche. Lungo il tracciato campionato sono state rilevate le seguenti biocenosi bentoniche:

Biocenosi a *Posidonia oceanica* (HP, Figura 5): riscontrata nei punti di campionamento da MZB\_1 a MZB\_3, a profondità variabili da 10 a 20 metri. La specie di mollusco Gasteropode *Smaragdia viridis* è caratteristico di questa biocenosi ed è stato riscontrato in notevoli abbondanze accompagnato da due specie del genere *Tricolia* (*T. pullus* e *T. speciosa*), genericamente legate a fondi vegetati. Da segnalare l'abbondante presenza del

  <small>Istituto Nazionale di Fisica Nucleare</small>		Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>	
 <small>POLISERVIZI s.r.l. SHIPPING AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small>	  <small>BIOSCIENCE</small>	Titolo doc.: Caratterizzazione ambientale ai sensi del DM 1996	N.doc.: 18_024_04	N.pag.: 61-72

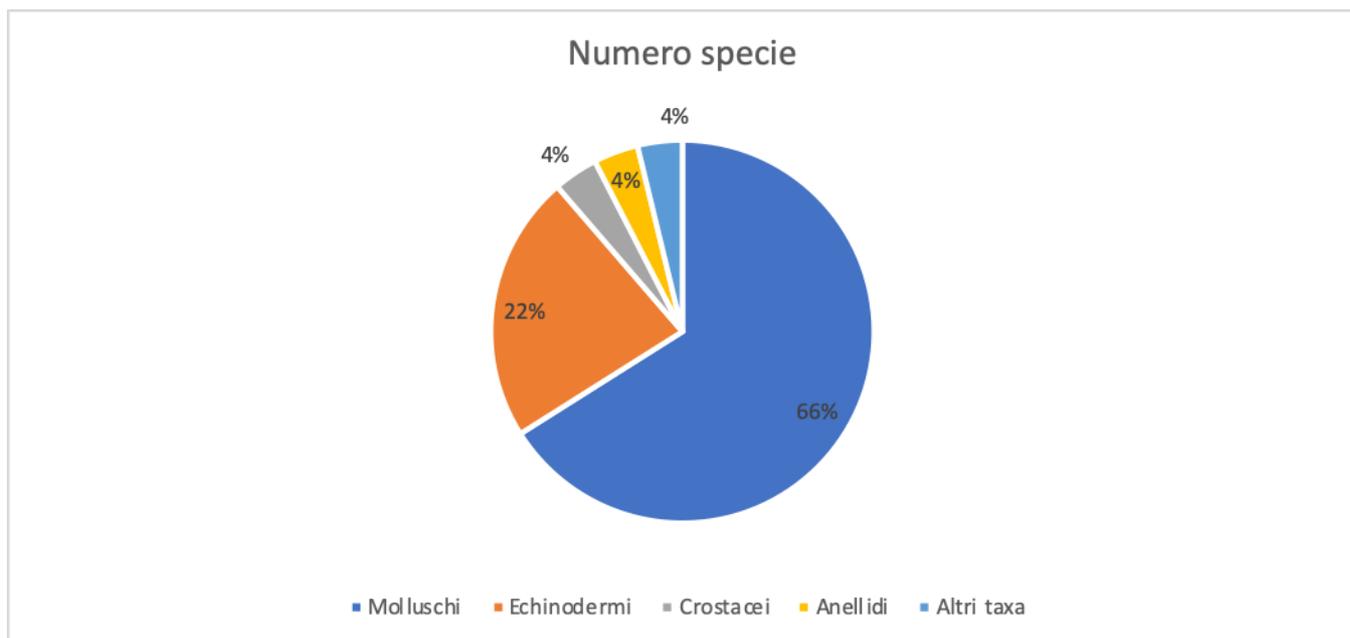
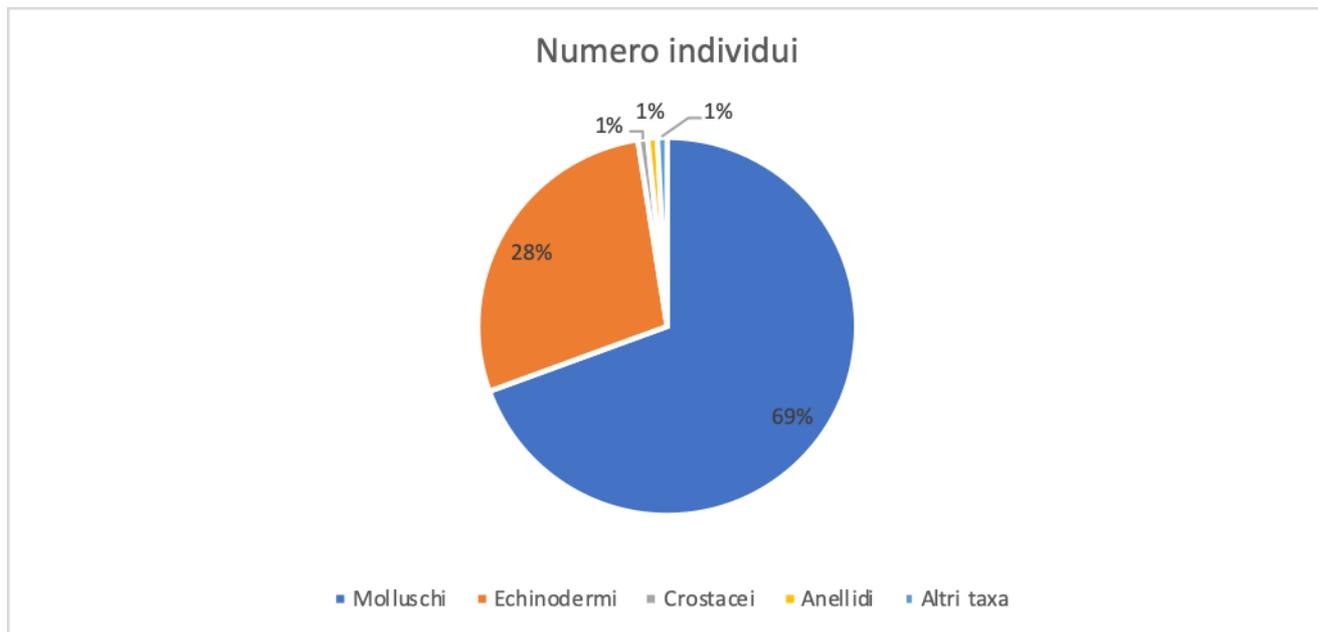
Foraminifero bentonico *Miniacina miniacea*, tipicamente associato alle praterie di *P. oceanica* in buono stato di salute.

Biocenosi del Detritico Infangato (DE, Figura 6): il punto di campionamento MZB\_4 (profondità 30 metri) pare appartenere a una facies di transizione verso la biocenosi in oggetto, come testimoniato dalla presenza del Polichete *Aphrodita aculeata* e del Mollusco *Moerella donacina*. Il popolamento non appare “tipico” a causa della presenza di pochi individui di *Smaragdia viridis* e dalla scarsa presenza di *Miniacina miniacea* di probabile provenienza alloctona da facies più superficiali.

Biocenosi dei Fanghi Terrigeni Costieri (VTC, Figura 7): i punti di campionamento MZB\_5 e MZB\_6 a profondità tra 43 e 49 metri mostrano un popolamento compatibile con la biocenosi VTC soprattutto a causa della grande abbondanza di *Turritella communis*, sia viva che come gusci vuoti, e della presenza di *Amphiura chiajei* e *Moerella donacina*.

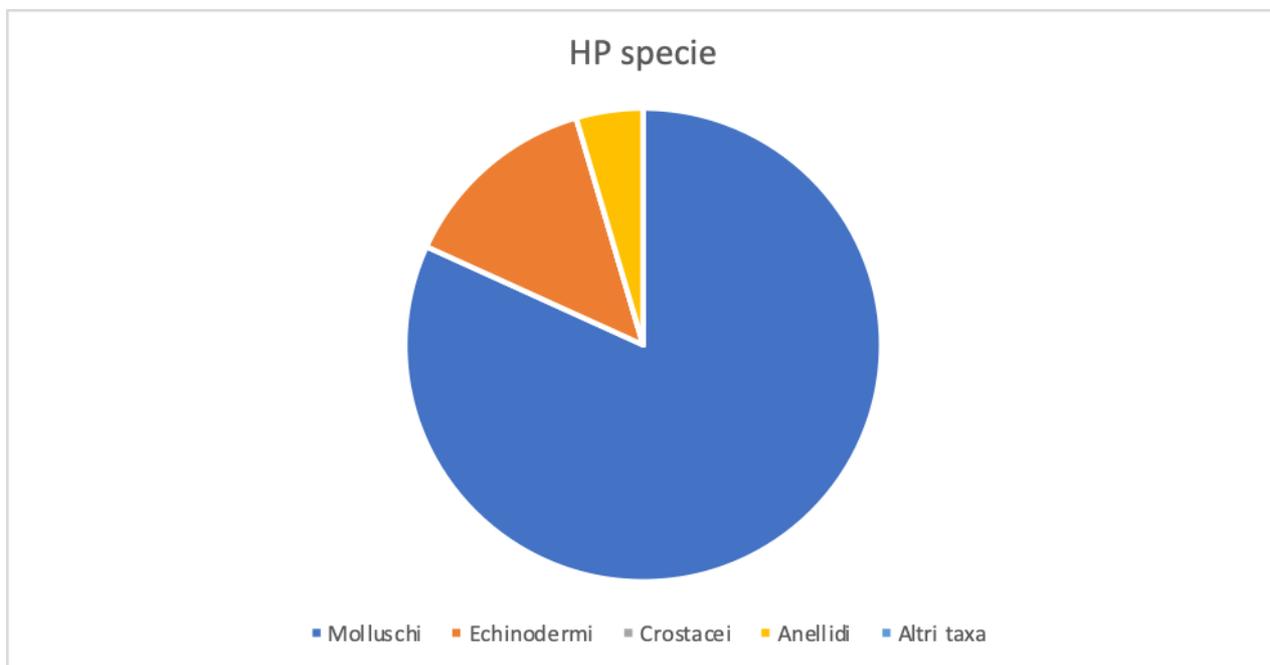
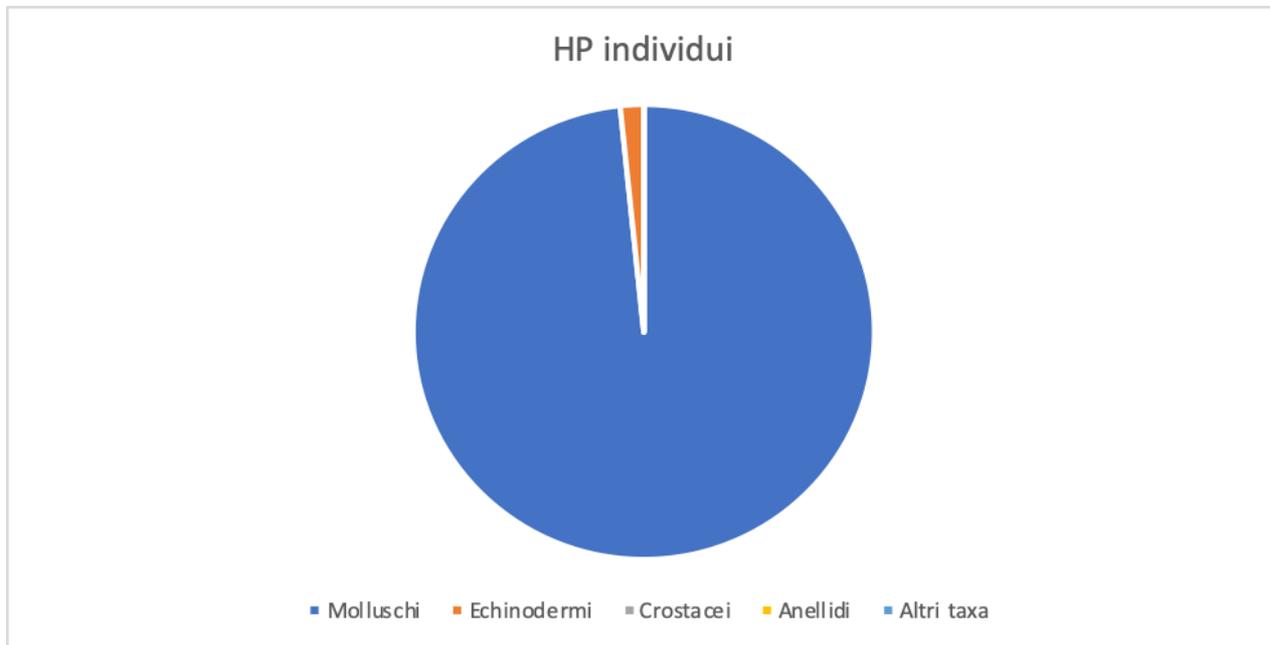
Biocenosi dei Fondi Mobili Instabili (MI, Figura 8): questa biocenosi extrazonale (ossia che può essere riscontrata a diverse profondità) è ben rappresentata nei punti MZB\_7, MZB\_8 e MZB\_9, a profondità comprese tra 50 e 63 metri. *Corbula gibba* è specie indicatrice di questa biocenosi, mentre *Nucula nitidosa* è una comune accompagnatrice. Questa biocenosi pare comunque in transizione con la precedente VTC. In **Figura 9**, infine, si riporta una rappresentazione cartografica delle biocenosi incontrate lungo il tracciato del cavo.

 <b>ALCATEL SUBMARINE NETWORKS</b> <small>Istituto Nazionale di Fisica Nucleare</small>	Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>		
 <b>POLISERVIZI s.r.l.</b> <small>SHIPPING AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small>	  <b>BIOSCIENCE</b> <small>UNIVERSITÀ DI SIENA 1285</small>	Titolo doc.: <b>Caratterizzazione ambientale ai sensi del DM 1996</b>	N.doc.: <b>18_024_04</b>	N.pag.: <b>62-72</b>



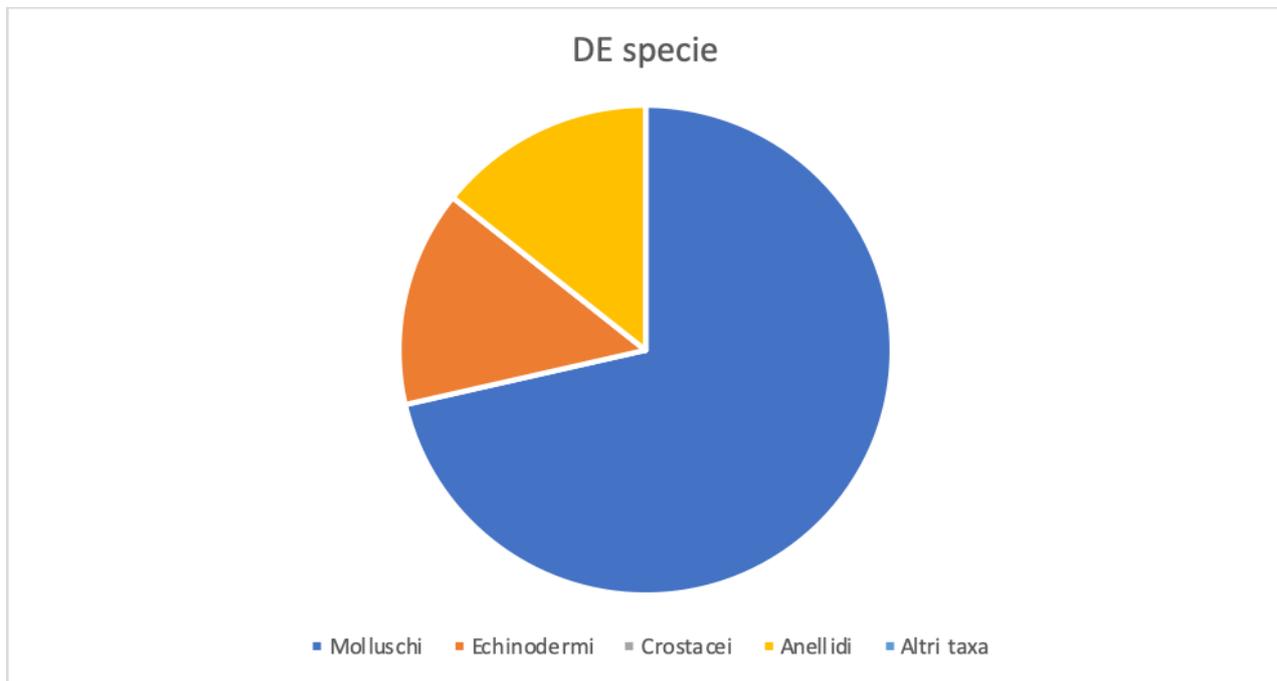
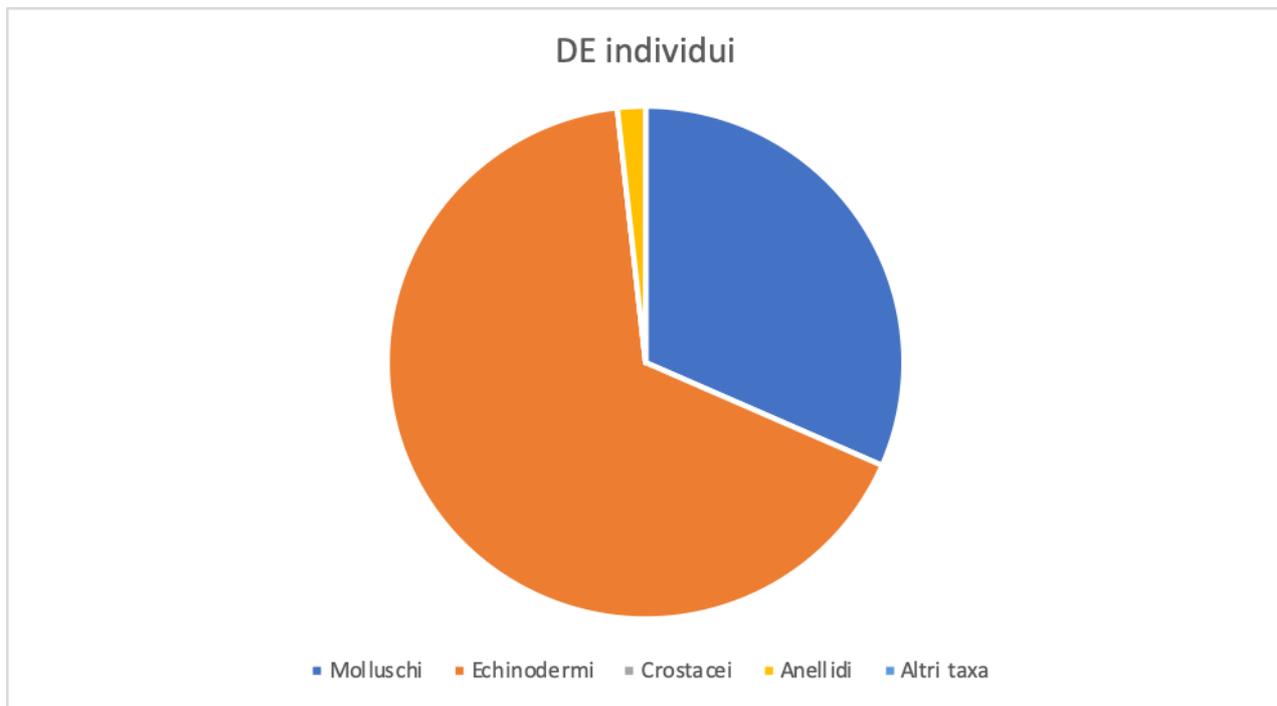
**Figura 4** – Risultati relativi alle determinazioni tassonomiche del macrozoobenthos.

	<p>Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero</b></p>	<p>N. prog.: <b>18_024</b></p>		
		<p>Titolo doc.: <b>Caratterizzazione ambientale ai sensi del DM 1996</b></p>	<p>N.doc.: 18_024_04</p>	<p>N.pag.: 63-72</p>



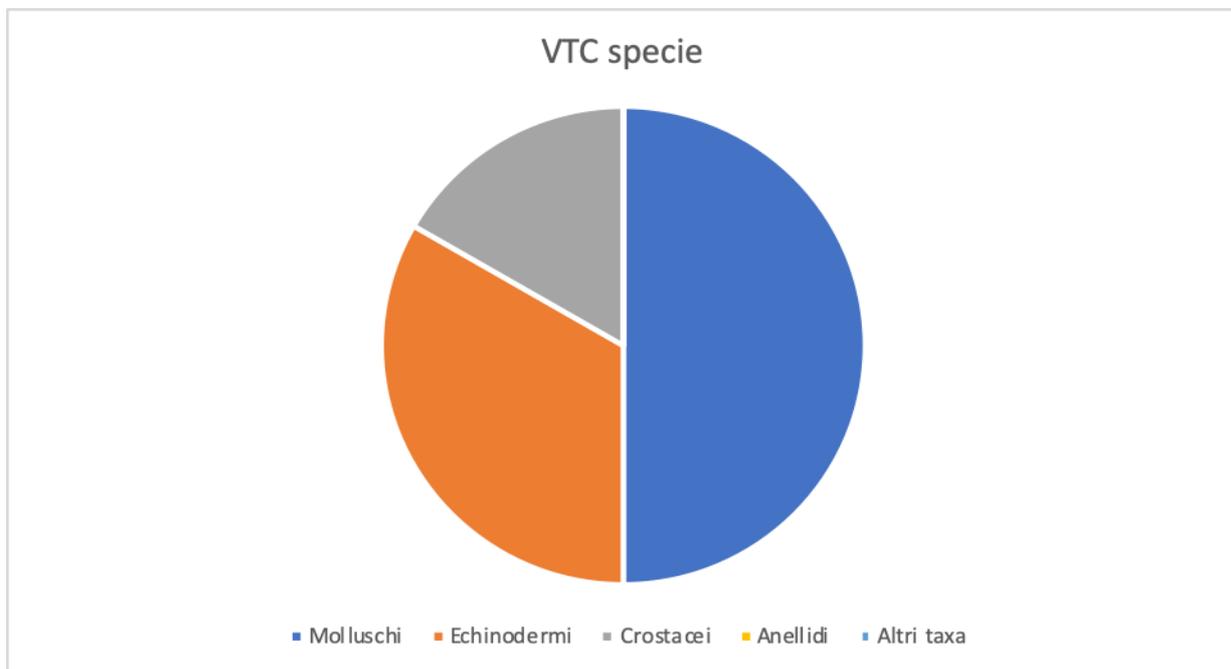
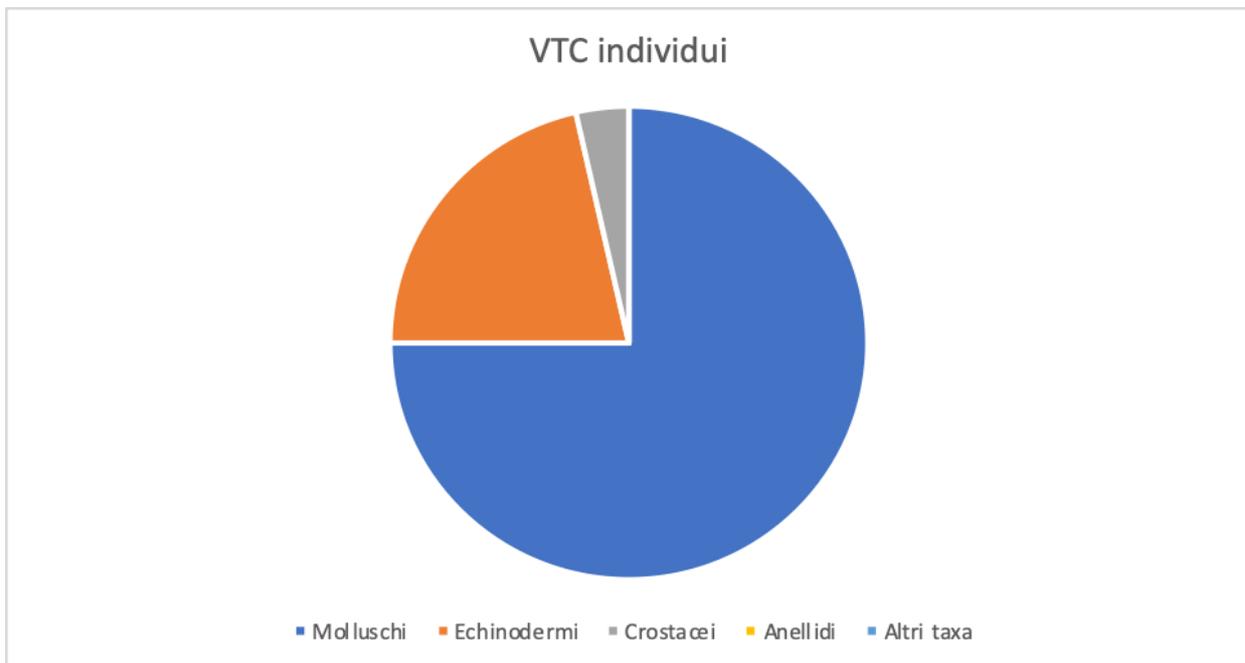
**Figura 5** – Risultati relativi alle determinazioni tassonomiche del macrozoobenthos, Biocenosi HP.

 <b>ALCATEL SUBMARINE NETWORKS</b> Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>	
 POLISERVIZI s.r.l. SHIPPING AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES	  BsRC BIOSCIENCE UNIVERSITÀ DI SIENA 13100	N.doc.: 18_024_04	N.pag.: 64-72



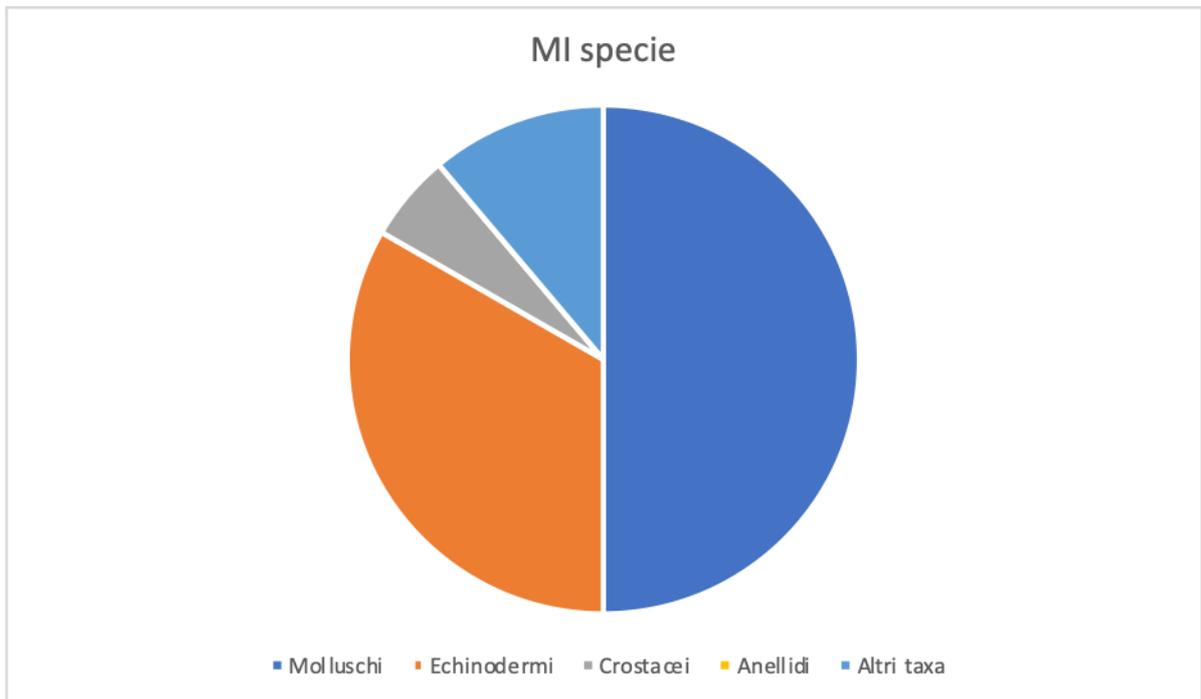
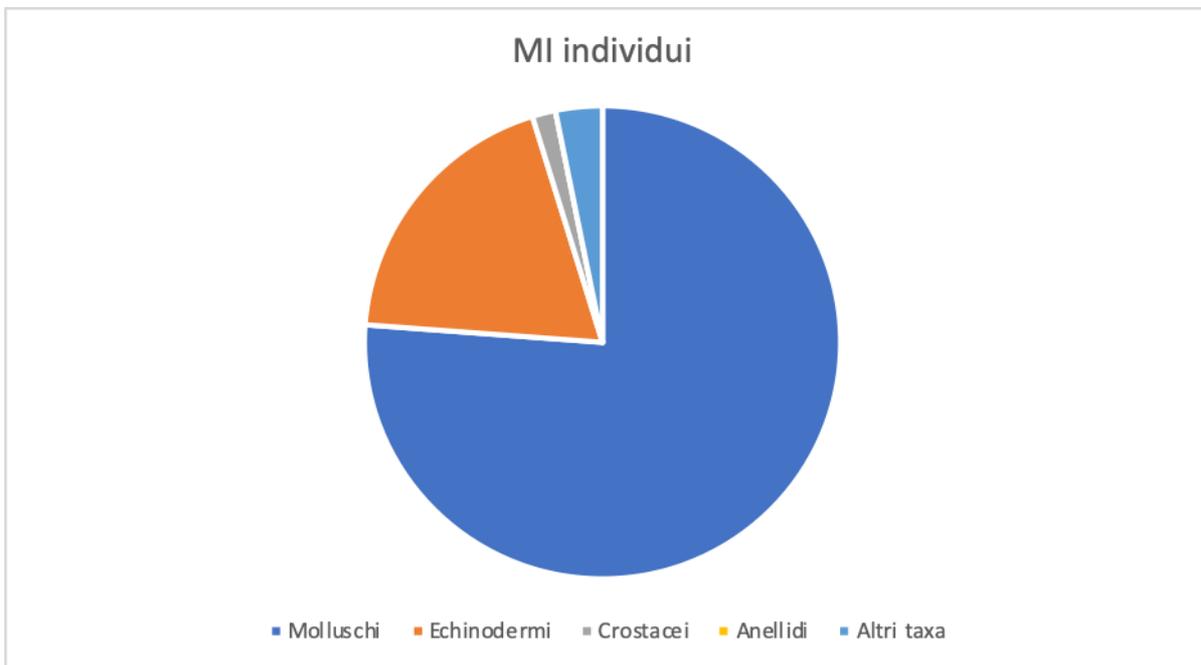
**Figura 6** – Risultati relativi alle determinazioni tassonomiche del macrozoobenthos, Biocenosi DE.

 <b>ALCATEL SUBMARINE NETWORKS</b> Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>	
 <b>POLISERVIZI s.r.l.</b> SHIPPING AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES	  <b>BsRC</b> <b>BIOSCIENCE</b> UNIVERSITÀ DI SIENA 1205	N.doc.: 18_024_04	N.pag.: 65-72



**Figura 7** – Risultati relativi alle determinazioni tassonomiche del macrozoobenthos, Biocenosi VTC.

 <b>ALCATEL SUBMARINE NETWORKS</b> Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>	
 <b>POLISERVIZI s.r.l.</b> SHIPPING AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES	  <b>BsRC</b> <b>BIOSCIENCE</b> UNIVERSITÀ DI SIENA 13100	N.doc.: <b>18_024_04</b>	N.pag.: <b>66-72</b>



**Figura 8** – Risultati relativi alle determinazioni tassonomiche del macrozoobenthos, Biocenosi MI.

 <b>ALCATEL SUBMARINE NETWORKS</b> <small>Istituto Nazionale di Fisica Nucleare</small>	Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>	
 <small>POLISERVIZI s.r.l. SHIPPING AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small>	  <small>BIOSCIENCE UNIVERSITÀ DI SIENA 1205</small>	N.doc.: 18_024_04	N.pag.: 67-72



**Figura 9** – Biocenosi incontrate lungo il tracciato. Rappresentazione cartografica delle stazioni di campionamento con indicazione della biocenosi presente: verde HP, rosso DE, giallo VTC e bruno MI.

 <small>Istituto Nazionale di Fisica Nucleare</small>	Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>		
 <small>POLISERVIZI s.r.l.</small> <small>SHIPPING AGENCY</small> <small>MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small>	 <small>BIO SCIENCE</small>	Titolo doc.: Caratterizzazione ambientale ai sensi del DM 1996	N.doc.: 18_024_04	N.pag.: 68-72

## 6. CONCLUSIONI

Il contesto ambientale dell'area in studio è ottimo e ben diversificato con la presenza di biocenosi di rilievo dal punto di vista conservazionistico, quale la *P. oceanica*. Non si riscontrano contaminazioni di rilievo nel sedimento analizzato riferite alla presenza di contaminanti organici persistenti, quali PCB, pesticidi organoclorurati, composti organostannici, IPA ed idrocarburi totali (C<12 e C>12) che sono tutti in concentrazioni inferiori del rispettivo limite di quantificazione del metodo di analisi. Non si riscontra la presenza di indicatori di contaminazione fecale ricercati, anch'essi inferiori al rispettivo limite di quantificazione.

Per i metalli e metalloidi si segnalano alti valori di arsenico (superiori al LCL del manuale ICRAM-APAT 2007) particolarmente in 4334 (P4). Si ipotizza la presenza di anomalie geochimiche locali per As.

I campioni sui quali sono state effettuate le analisi ecotossicologiche (4333 P3, 4336 P6, 4339 P9) mostrano tossicità che secondo il criterio di classificazione proposto da APAT-ISPRA (2007) risulta in classe B.

Sulla base dei risultati ottenuti i sedimenti sono complessivamente classificabili in classe B ai sensi delle linee guida APAT-ISPRA (2007).

La classificazione del rischio ecotossicologico effettuata utilizzando il software Sediqualssoft® (DM 173/2016 da cui le pose di cavi e condotte sono espressamente escluse), permette di individuare un rischio ecotossicologico assente per i campioni P3 e P6 ed un rischio basso per P9 suggerendo, pertanto, un diverso scenario derivante dall'integrazione ponderata delle risposte ecotossicologiche e supportando l'ipotesi che, in un contesto generale di assente o bassa ecotossicità dei sedimenti, i superi relativi ai livelli di As potrebbero essere attribuiti ad anomalie geochimiche locali.

 <small>Istituto Nazionale di Fisica Nucleare</small>		Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>	
 <small>POLISERVIZI s.r.l.</small> <small>SHIPPING AGENCY</small> <small>MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small>	 <small>BIOSCIENCE</small>	Titolo doc.: Caratterizzazione ambientale ai sensi del DM 1996	N.doc.: 18_024_04	N.pag.: 69-72

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

AA.VV., 2007. Manuale per la Movimentazione di Sedimenti Marini. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare - ICRAM – APAT; pp. 72.

Al-Yousuf M.H., El-Shahawi M.S., Al-Ghais S.M., 2000. Trace metals in liver, skin and muscle of *Lethrinus lentjan* fish species in relation to body length and sex. *Sc. total Env.* 256; 87-94.

APAT – ICRAM, 2007. Vedi AA.VV, 2007.

Augier H., 1982. Inventaire et classification des biocénoses marines benthiques de la Méditerranée. Conseil de l'Europe, Strasbourg, Collection Sauvegarde de la Nature, 25: 1-59.

B'Hymer C., Caruso J.A., 2004. "Arsenic and its speciation analysis using high performance liquid chromatography and inductively coupled plasma mass spectrometry". *J. Chromatogr. A*, 1045; 1-13.

Bostrom B., Jansson M. Forsberg C., 1982. Phosphorus Release from Lake Sediments. *Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol.*, 18; 5-59.

Caplat C., Texier H., Barillier D., Lelievre C., 2005. Heavy metals mobility in harbour contaminated sediments: The case of Port-en-Bessin. *Mar. Pollut. Bull.*, 50; 504–511.

Cieslak-Golonka, M., 1995. Toxic and Mutagenic Effects of Chromium(VI). *A Review POLYHEDRON* 15; 3667-3689.

Cline J.D., Kaplan, I.R., 1975. Isotopic fractionation of dissolved nitrate during denitrification in the eastern tropical North Pacific Ocean. *Mar. Chem.*, 3; 271-299.

Cullen W.R., Reimer K.J., 1989. Arsenic Speciation in the Environment. *Chem. Rev.*, 89; 713-764.

De Boeck G., Nilsson G.E., Elofsson U., Vlaeminck A., Blust R., 1995. Brain monoamine levels and energy status in common carp (*Cyprinus carpio*) after exposure to sublethal levels of copper. *Aquatic Toxicol.*, 33; 265-277.

Decreto del Ministero dell'Ambiente del 24 gennaio 1996 "Direttive inerenti le attività istruttorie per il rilascio delle autorizzazioni di cui all'art. 11 della legge 10 maggio 1976, n° 319, e successive modifiche ed integrazioni, relative allo scarico nelle acque del mare o in ambienti ad esso contigui, di materiali provenienti da escavo di fondali di ambienti marini o salmastri o di terreni litoranei emersi, nonché da ogni altra movimentazione di sedimenti in ambiente marino" (G.U. 7-2-1996, n° 31).

Decreto del Ministero dell'Ambiente n. 471, del 25.10.99 "Regolamento recante criteri, procedure e modalità per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati", ai sensi dell'art. 17 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22, e successive modificazioni e integrazioni.

Decreto del Ministero dell'Ambiente n. 260, del 2010. Standard di qualità dei sedimenti marino-costieri inclusi nel D.M.56/09 (e ss.mm.li).

 <small>Istituto Nazionale di Fisica Nucleare</small>		Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>	
 <small>POLISERVIZI s.r.l.</small> <small>SHIPPING AGENCY</small> <small>MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small>	 <small>BIO SCIENCE</small>	Titolo doc.: Caratterizzazione ambientale ai sensi del DM 1996	N.doc.: 18_024_04	N.pag.: 70-72

Decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152 “Disposizioni sulla tutela delle acque”.

Decreto Legislativo 3 aprile 2006 n. 152 “Norme in materia ambientale” e ss.mm.ii. Gazzetta Ufficiale n° 88 del 14 aprile 2006 - Suppl. Ord. n° 96.

Dolenec T., Faganeli J., Pirc S., 1998. Major, minor and trace elements in surficial sediments from the open Adriatic Sea: a regional geochemical study. *Geologia Croatia*, 51(1), 59-63.

Funari G., Giaccone G., Cormaci M., Alongi G., Serio D. 2003. Biodiversità marina delle coste Italiane: catalogo del macrofitobenthos. *Biologia Marina Mediterranea*, 10(1): 1-482.

Galanopoulou S., Vgenopoulos A., Conispoliatis N., 2009. Anthropogenic Heavy Metal Pollution in the Surficial Sediments of the Keratsini Harbor, Saronikos Gulf, Greece. *Water Air Soil Pollut.* 202; 121-130.

Giaccone G., Alongi G., Pizzuto F., Cossu A. 1994a. La vegetazione marina bentonica fotofila del Mediterraneo: II – Infralitorale e Circalitorale. Proposte di aggiornamento. *Boll. Acc. Gioenia Sci. Nat.* 27(346): 111-157.

Giaccone G., Alongi G., Pizzuto F., Cossu A. 1994b. La vegetazione marina bentonica sciafila del Mediterraneo: III – Infralitorale e Circalitorale. Proposte di aggiornamento. *Boll. Acc. Gioenia Sci. Nat.* 27(346): 201-227.

Haynes D.B., 2001. Pesticide and heavy metal concentrations in great barrier reef sediment, seagrass and dugongs (Dugong dugon). Doctoral Thesis, Botany Department, University of Queensland 1-216.

Jaffe D.A., 1992. The nitrogen cycle. In: Butcher, S.S., Charlson, R.J. Orians, G.H., Wolfe, G.V. (Eds), *Global Biogeochemical Cycles*. Academic Press, London, 263-284.

Legge 21 dicembre 2001 n. 443 “Delega al Governo in materia d’infrastrutture ed insediamenti produttivi strategici ed altri interventi per il rilancio delle attività produttive”.

Logan T.J., 1982. Mechanisms for Release of Sediment-Bound Phosphate to Water and Effects of Agricultural Land Management on Fluvial Transport of Particulate and Dissolved Phosphate, P. G. Sly (Ed.) *Sediment-Freshwater Interaction, Developments in Hydrobiology* 9, Dr W. Junk, The Hague, 519-530.

Lucisano A., 1994. “Arsenico” in *Tossicologia Veterinaria*. A cura di C. Beretta, Casa Editrice Ambrosiana, Milano, pp 140-145.

Lundebye A.K., Bernetssen M.H.G., Wendelaar Bonga S.E., Maage A., 1999. Biochemical and physiological responses in atlantic salmon (*Salmo salar*) following dietary exposure to copper and cadmium. *Mar. Poll. Bull.*, 39(1-12); 137-144.

Mariotti A., Germon, J.C., Hubert P., Kaiser P., Letolle R., Tardieux A., Tardieux P., 1981. Experimental determination of nitrogen kinetic isotope fractionation: Some principles: illustration for the denitrification and nitrification processes. *Plant Soil* 62; 413-430.

 		Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>	
	 	Titolo doc.: Caratterizzazione ambientale ai sensi del DM 1996	N.doc.: 18_024_04	N.pag.: 71-72

Mariottini M., Renzi M., Ruta M., Cellini E., Guerranti C., Focardi S. 2007. An assessment of contamination status of surficial sediments in a flooded coastal area, Vibo Marina (Southern Italy). *Organohalogen Compds*, 69; 1622-1625.

Marsden M. W., 1989. Lake Restoration by Reducing External Phosphorus Loading: the Influence of Sediment Phosphorus Release. *Freshwater Biology*, 21; 139-162.

Mayer J.S., 2002. The utility of the terms "bioavailability" and "bioavailable fraction" for metals. *Mar. Env. Res.*, 53; 417-423.

McIlveen W.D. and Negusanti J.J., 1994. Nickel in the terrestrial environment. *The Sci. of the Tot. Envir.* 148; 109-138.

Meisnez A., Boudouresque C.F., Falconetti C., Astier J.M., Bay D., Blanc J.J., Bourcier M., Cinelli F., Cirik S., Cristiani G., Di Geronimo I., Giaccone G., Harmelin J.G., Laubier L., Lovric A.Z., Molinier R., Soyer J., Vamvakas C. 1983. Normalisation des symboles pour la representation et la cartographie des biocenoses benthiques littorals de Mediterranee. *Ann. Inst. Oceanogr. Paris*. 59(2): 155-172.

Perra G., Pozo K., Guerranti C., Lazzeri D., Volpi V., Corsolini S., Focardi S., 2011. Levels and spatial distribution of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in superficial sediment from 15 Italian marine protected areas (MPA). *Mar. Pollut. Bull.*, 62; 874-877.

Pérès J.M., Picard J. 1964. Nouveau manuel de bionomie benthique de la Mer Mediterranee. *Rec. Trav. Stat. Mar. Endume*, 47(31): 1-137.

Reilly C., 1991. Metal contamination of food. 2nd Ed., Elsevier, Essex; 152-175.

Relini G. 2000. Nuovi contributi per la conservazione della biodiversità marina in Mediterraneo. *Biologia Marina Mediterranea*, 7(3): 173-211.

Relini G., Giaccone G. (Eds.) 2009. Gli habitat prioritari del protocollo SPA/BIO (Convenzione di Barcellona) presenti in Italia. *Biologia Marina Mediterranea*, 16 (suppl. 1): 1-365.

Renzi M., Perra G., Guerranti C., Mariottini M., Baroni D., Volterrani M., Graziosi M., Specchiulli A., Focardi S., 2009. Assessment of environmental pollutants in ten southern Italy harbor sediments. *Toxicol. Ind. Health*, 25; 351-363.

Renzi M., Perra G., Lobianco A., Mari E., Guerranti C., Specchiulli A., Pepi M., Focardi S., 2010. Environmental quality assessment of the marine reserves of the Tuscan Archipelago, Central Tyrrhenian Sea (Italy). *Chem. Ecol.*, 26; 299-317.

Romano S., Langone L., Frignani M., Albertazzi S., Focaccia P., Bellucci L.G., Ravaioli M., 2013. Historical pattern and mass balance of trace metals in sediments of the northwestern Adriatic Sea Shelf. *Mar. Pollut. Bull.*, 76(1-2); 32-41.

Spagnoli F., Bartholini G., Dinelli E., Giordano P., 2008. Geochemistry and particle size of surface sediments of Gulf of Manfredonia (Southern Adriatic sea). *Estuar. Coast. Shelf. S.*, 80(1); 21-30.

 <small>Istituto Nazionale di Fisica Nucleare</small>		Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>	
 <small>POLISERVIZI s.r.l.</small> <small>SHIPPING AGENCY</small> <small>MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small>	 <small>BIO SCIENCE</small>	Titolo doc.: Caratterizzazione ambientale ai sensi del DM 1996	N.doc.: 18_024_04	N.pag.: 72-72

Storelli M.M., Storelli A., Marcotrigiano G.O., 2001. Heavy metals in the aquatic environment of the Southern Adriatic Sea, Italy: Macroalgae, sediments and benthic species. *Environ. Int.*, 26(7-8); 505-509.

Sweeney R.E., Liu K.K., Kaplan I.R., 1978. Oceanic nitrogen isotopes and their uses in determining the source of sedimentary nitrogen. In: Robinson, B.W. (Eds), *Stable Isotopes in the Earth Sciences*. DSIR Bull., vol. 220; 9-26.

Tunesi L., Piccione M.E., Agnesi S. 2002. Progetto pilota di cartografia bionomica dell'ambiente marino costiero della Liguria. Proposta di un sistema informativo geografico per la gestione di cartografie bionomiche e sedimentologiche. *Quaderno ICRAM n. 2*: 1-112.

 <small>Istituto Nazionale di Fisica Nucleare</small>		Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>	
 <small>POLISERVIZI s.r.l. SHIPPING AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small>	 <small>BIOSCIENCE</small>	Titolo doc.: Caratterizzazione ambientale ai sensi del DM 1996	N.doc.: 18_024_04	N.pag.:

## Allegato 1 – Verbali di campionamento

 <small>Istituto Nazionale di Fisica Nucleare</small>		Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>	
 <small>POLISERVIZI s.r.l.</small> <small>SHIPPING AGENCY</small> <small>MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small>	 <small>BIOSCIENCE</small>	Titolo doc.: Caratterizzazione ambientale ai sensi del DM 1996	N.doc.: 18_024_04	N.pag.:

## Allegato 2 – Rapporti di prova

 <b>ALCATEL SUBMARINE NETWORKS</b> <small>Istituto Nazionale di Fisica Nucleare</small>	Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>		
 <b>POLISERVIZI s.r.l.</b> <small>SHIPPING AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small>	  <b>UNIVERSITÀ DI SIENA</b> <small>1200</small> <b>BIOSCIENCE</b>	Titolo doc.: <b>Caratterizzazione ambientale ai sensi del DM 1996</b>	N.doc.: <b>18_024_04</b>	N.pag.:

## Allegato 3 – Rilievi video ROV

 <small>Istituto Nazionale di Fisica Nucleare</small>	<small>ALCATEL SUBMARINE NETWORKS</small>	Nome prog.: <b>IDMAR. Posa di un cavo a fibra ottica, approdo Portopalo di Capo Passero</b>	N. prog.: <b>18_024</b>	
 <small>POLISERVIZI s.r.l.</small> <small>SHIPPING AGENCY</small> <small>MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small>	 <small>BIO SCIENCE</small>	Titolo doc.: Caratterizzazione ambientale ai sensi del DM 1996	N.doc.: 18_024_04	N.pag.:

## Allegato 4 – Mappa delle biocenosi

## **XIV. ANNEX 5: Protezione infrastruttura INFN – Progetto KM3NeT (in Italian).**



Author(s)  
document  
version: final

S.Biagi  
KM3NeT-INFRADEV- WP5-D5.5  
Release date: 15/07/2020

KM3NeT-INFRADEV- 739560  
WP 5  
Public



# PROTEZIONE INFRASTRUTTURA I.N.F.N. -PROGETTO KM3NET

**OGGETTO: SAFETY AREA INTORNO ALLA INFRASTRUTTURA E SEGNALAZIONE NELLE CARTE NAUTICHE**

## 1. Documentazione progetto KM3NeT esistente presso le autorità competenti

### 1.1. A livello locale

La documentazione della Guardia Costiera di Siracusa relativa all'infrastruttura dell'I.N.F.N. risale al 2016 e consiste di due principali documenti (v. allegati Documento n. 1 e Documento n. 2).

Il Documento n.1 consiste in un avviso di pericolosità indirizzato al cetolo peschereccio operante nella parte di mare interessato. In data 1° gennaio 2016, la guardia Costiera di Siracusa ha istituito una *safety area* circolare con raggio di 5 mn centrata sul punto avente Lat 36° 17' 48'' N Long 015°58'E. Questa *Safety Area* ha lo scopo di sensibilizzare il cetolo peschereccio locale circa l'impatto delle attrezzature da pesca sull'infrastruttura I.N.F.N.

Il Documento n. 2 è la copia di una lettera del 3 maggio del 2016 dell'Istituto Idrografico della Marina indirizzata all'I.N.F.N. in cui l'Istituto risponde in senso affermativo in relazione alla richiesta di aggiornamento della documentazione nautica relativa alle campagne di misure KM3NET.

Sulla base di quanto affermato da Mirko Barbera (Guardia Costiera; 2° Capo Np/Op – sala operativa), ad oggi non sono pervenuti ulteriori aggiornamenti.

### 1.2. A livello nazionale – Istituto Idrografico della Marina

Da un controllo compiuto da Luciano Scudiero dell'Istituto Idrografico in data 2 ottobre 2019 la presenza della infrastruttura I.N.F.N. non risulta nelle carte nautiche, né nelle Informazioni Nautiche e neanche negli Avvisi ai Naviganti attualmente in auge.

## 2. Proposte di integrazione e modifica della documentazione esistente

### 2.1. A livello locale

Sulla base dell'esistenza della *safety area* del 2016, sembra opportuno, come primo passo, fare una richiesta di aggiornamento e integrazione della stessa per:

- a) Aggiornare le coordinate del *situ* scientifico
- b) Rinnovare l'avviso di pericolosità specificando le motivazioni che la rendono necessaria:
  - i. sicurezza della infrastruttura (evitare danni materiali)
  - j. interferenze nelle attività scientifiche (dovute non solo a eventuali reti dei pescherecci, ma anche da perturbazioni provocate dal transito in superficie di natanti)
  - k. sicurezza della navigazione
- c) Indirizzare l'avviso di pericolosità a tutti i natanti e non solo al cetolo peschereccio locale.

Tale richiesta può essere inviata dall'INFN via e-mail: [mirko.barbera@mit.gov.it](mailto:mirko.barbera@mit.gov.it); e-mail ufficio: [so.cpsiracusa@mit.gov.it](mailto:so.cpsiracusa@mit.gov.it) . Per definire alcune formalità prima dell'invio della richiesta, contattare Mirko Barbera al 0931/481075

Una volta aggiornata ed integrata la *safety* area si consiglia di mandarne comunicazione all'Istituto Idrografico.

Si sottolinea che, in aggiunta all'avviso di pericolosità della *safety* area, per ottenere maggiore protezione (ai sensi dell'art. 80 Convenzione del 1982 ratificata dall'Italia nel 1994), i passi successivi da compiere potrebbero necessitare un coinvolgimento a livello ministeriale vista la peculiarità della locazione del *situ* scientifico (senza precedenti in Italia).

#### 1.1.A livello nazionale- Istituto Idrografico della Marina

Ai fini dell'aggiornamento delle carte nautiche e le relative documentazioni, è opportuno mandare all'Istituto Idrografico via PEC [maridrografico.genova@postacert.difesa.it](mailto:maridrografico.genova@postacert.difesa.it)

- a. Breve descrizione del Progetto
- b. Coordinate aggiornate del *situ* scientifico (sistema coordinate VGS84)

### **Conclusione**

Si ritiene dunque opportuno, come primo passo, aggiornare ed integrare la documentazione già esistente presso le autorità competenti (*safety* area e carte nautiche) come *supra* indicato.

Misure di maggiore protezione non sono da escludere in un prossimo futuro. Si deve, però, tener presente che la normativa internazionale lascia alle autorità competenti nazionali un certo margine di apprezzamento sulla valutazione della ragionevolezza di istituire o meno una zona di interdizione.



Siracusa, 26.01.2017

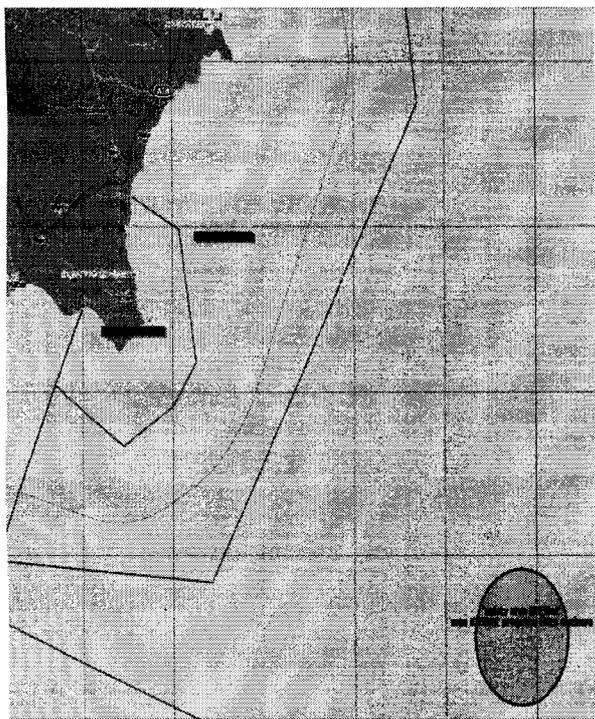
**Ministero  
delle Infrastrutture e dei Trasporti**  
Capitaneria di Porto – Guardia Costiera  
SIRACUSA  
Servizio Operativo - Sezione S.A.R.

**Al Ceto Peschereccio Locale  
(vedasi elenco indirizzi)**

Prot. 01.01.16 / \_\_\_\_\_ Allegati nr. 1

**Argomento:** Attività scientifica del progetto europeo KM3Net dell'INFN (Istituto Nazionale di Fisica Nucleare).

(Spazio riservato  
a protocolli, visti  
e decretazioni)



Si premette che l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare ha rappresentato che è in fase avanzata di realizzazione al largo delle coste di Portopalo di Capo Passero l'infrastruttura di ricerca Europea denominata "KM3Net".

Tale infrastruttura si compone di dispositivi tecnologici quali torri, stringhe, cavi di terminazione etc.. e meglio descritte a pag. 8 della pubblicazione I.I. 3146 *Informazioni Nautiche ed Avvisi NTM* dell'Istituto Idrografico della Marina Militare, che si allega in copia.

Ciò premesso, l'Istituto di ricerca ha riscontrato il verificarsi di alcune criticità legate all'utilizzo delle attrezzature da pesca "palangari derivanti", comunemente utilizzate dal ceto peschereccio in tale zona di mare.

Tali attrezzature produrrebbero seri danni ai sofisticati e sensibili dispositivi tecnologici utilizzati incagliandosi agli stessi.

Considerata l'alta valenza scientifica del progetto e la necessità di tutelare l'interesse scientifico, si ritiene opportuno far conoscere e sensibilizzare il ceto peschereccio operante nel tratto di mare interessato, in merito alla problematica descritta.

Al riguardo, si **esorta** la S.V. a non intralciare e/o arrecare possibili danni alle delicate infrastrutture facenti parte del progetto *de quo*.

In particolare, si riferisce che il tratto di mare interessato è rilevabile per 119° ESE da Capo Passero e va a costituire una sorta di "safety area" circolare, centrata sul punto avente le seguenti coordinate: Lat. 36° 17' 48"N Long. 015° 58' E e raggio di 5 NM.

IL COMANDANTE  
C.V.(CP) Giuseppe SCIARRONE

## **STRETTO DI SICILIA**

### **L26002/10 MARETTIMO**

#### **Lavori in corso**

Nello specchio acqueo antistante la testata della Banchina Scalo Nuovo del costruendo Porto di Marettimo, sono in corso lavori di posizionamento di massi artificiali a protezione del muro paraonde. Le unità in transito prestino la massima attenzione e si mantengano ad una distanza non inferiore ai 50 m dai mezzi impegnati nelle operazioni.

(Locamare Marettimo - Fg. 1071 del 13.07.2007 - Email del 6.10.2010)

#### **LAVORI ULTIMATI IN ATTESA DI AGGIORNAMENTO GRAFICO**

**Carta 259**

(Scheda 1681/2010)

### **LLL001/13 STRETTO DI SICILIA**

#### **Correntometri**

Nello Stretto di Sicilia sono presenti 2 correntometri nelle seguenti posizioni:

C01 37°22.790'N - 011°35.604'E;

C02 37°17.116'N - 011°29.948'E.

I predetti rimarranno in sito presumibilmente fino al 19.07.2015.

(CNR ISMAR - La Spezia - Fg. S.N. del 19.07.2011 e E.Mail in data 19.07.2013)

**Carte 435 INT306 - 948**

(Scheda 1876/2013)

## **IONIO MERIDIONALE**

### **M29004/12 BAIA DI SANTA PANAGIA**

#### **Divieti**

Nello specchio acqueo a S di Santa Panagia e più precisamente in 37°06.44'N - 015°17.69'E (WGS 84) sono in corso lavori di rimozione del relitto della motocisterna "Gelso M". Per un raggio di 0,5 M dal predetto punto, fino al termine dei lavori, sono vietati la navigazione, il transito, l'ancoraggio, la pesca e qualsiasi altra attività di superficie e/o subacquea. Le unità in transito nelle immediate vicinanze all'area interessata dai predetti interventi, dovranno procedere alla velocità minima di governo, evitare moto ondoso e mantenersi ad una distanza non inferiore a 300 m dai mezzi nautici impegnati.

(Capitaneria di Porto di Siracusa - Ordinanza 169/2012)

**Carte 21 - 270 INT3394 - 7063 - 7461 - 7462**

(Scheda 2584/2012)

### **MMM006/14 CATANIA**

#### **Correntometro**

Nello specchio acqueo antistante Catania, e più precisamente in 37°32'51.66"N - 015°23'50.64"E, (WGS 84), è stata installata una stazione di misura a circa 2050 m di profondità. Per tutto il periodo della permanenza in sito della predetta stazione, le unità in transito nelle immediate vicinanze prestino attenzione mantenendosi a distanza di sicurezza.

(Istituto Nazionale di Fisica Nucleare - Fg. in data 09.05.2014)

**Carte 22 - 330/LB - 918 - 7064**

(Scheda 1238/2014)

### **MMM003/15 ZONA MARISICILIA**

#### **Correntometri**

Nell'ambito del progetto europeo "KM3Net", ad una profondità di 3450 m, sono ancorate sul fondo le seguenti stazioni di misura:

36°17'34.08"N - 015°58'28.43"E, Junction Box-1 Italia;

36°17'48.34"N - 015°58'42.25"E, infrastruttura sottomarina CTF;

36°17'31.00"N - 015°58'33.65"E, torre KM3Net Italia 2008;

36°17'41.85"N - 015°58'34.48"E, Junction Box 2 KM3Net Italia;

(Istituto Nazionale di Fisica Nucleare - Fg. in data 23.06.2015)

**Carte 434 INT305 - 435 INT306 - 436**

(Scheda 2365/2015)

prot 05117 del 03 mag 16


 Genova, li \_\_\_\_\_  
 PDC: Ufficio Documenti Nautici 010/2443254

# Marina Militare

## ISTITUTO IDROGRAFICO DELLA MARINA

Passo Osservatorio, 4 – 16135 GENOVA

Telefono 010/24431

Telefax 010/261400

 PEI: [maridrografico.genova@marina.difesa.it](mailto:maridrografico.genova@marina.difesa.it)

 PEC: [maridrografico.genova@postacert.difesa.it](mailto:maridrografico.genova@postacert.difesa.it)

 Al: *INFN CATANIA*

 ([Lab.Naz.Sud@pec.infn.it](mailto:Lab.Naz.Sud@pec.infn.it))

Perco: Vedi Elenco Indirizzi

INDIRIZZO TELEGRAFICO: MARIDROGRAFICO GENOVA

 Prot. N. CRRP/DN/\_\_\_\_\_ Allegati 1

**Argomento:** Campagna di misure progetto KM3NeT.  
 Unità DSV “Ambrosious Tide”.

(Spazio riservato  
 a protocolli, visti  
 e decretazioni)

### Riferimenti:

- a. E-Mail s.n. del 05.04.2016 di INFN CATANIA;
- b. Dp. n. 95273/C/OP/7/IDR del 24.11.2009 Maristat (non a tutti);
- c. D.p.r. 15-3-2010 n. 90 – art. 222.
- d. D.lgs 15 Marzo 2010 n.66 – art. 132 comma 2 lettera c);

1. Preso atto di quanto comunicato con l’E-Mail in riferimento a. lo scrivente Organo cartografico di Stato esprime il proprio assenso per quanto di competenza all’effettuazione di quanto richiesto, subordinato all’osservanza di quanto segue.
2. Si coglie l’occasione per rammentare che la Documentazione Nautica, oltre all’importante ruolo che ricopre inerente la sicurezza della navigazione, costituisce documento ufficiale dello Stato ai sensi della Legge 68/60 atto a costituire “certezza legale” di quanto rappresentato in essa e pertanto dovrà essere mantenuta costantemente aggiornata. Si evidenzia, inoltre, che nel campo marino in capo all’Istituto Idrografico della Marina risulta essere, al contrario della terra ferma, una competenza esclusiva (nota prot. 81608 del 01/12/2008 della Direzione Centrale Cartografia, Catasto e Pubblicità Immobiliare).
3. Ai sensi della lettera d) del comma 1 e lettera e) comma 2 dell’articolo 222 del D.P.R. 90/2010 l’Istituto idrografico della Marina riceve i dati idro-oceanografici al fine della creazione di un sistema informativo geografico e della produzione della Documentazione ufficiale dello Stato.

Pertanto qualunque soggetto pubblico o privato che esegue dei rilievi è tenuto ad inviarli allo scrivente per i predetti fini.

4. Si coglie l'occasione per ricordare che questo Istituto ha disciplinato gli standard di esecuzione dei rilievi idrografici (reperibili sul sito: [http://www.marina.difesa.it/conosciamoci/organizzazione/comandienti/scientifici/idrografico/Documents/Disciplinare%20tecnico/Disciplinare\\_Tecnico\\_2016.pdf](http://www.marina.difesa.it/conosciamoci/organizzazione/comandienti/scientifici/idrografico/Documents/Disciplinare%20tecnico/Disciplinare_Tecnico_2016.pdf)) Ciò posto, si rammenta che, nell'effettuazione di eventuali rilievi idrografici connessi con la sicurezza della navigazione, la protezione dell'ambiente o che debbano essere trasposti sulla documentazione ufficiale, si dovranno rispettare i predetti standard e che nel caso di mancato rispetto degli stessi i rilievi perdono di ogni significatività giuridica e tecnica come ricordato anche dal C.S.LL.PP con il foglio 745 in data 29.01.2016 che per comodità di consultazione si allega.
  
5. Alle Autorità marittime che leggono per conoscenza è richiesto ai sensi del combinato disposto dell'Art. 132, comma 2 lettera c) del D.Lgs 66/2010 e dell'art. 222 comma 2 lettera g) del D.P.R. 90/2010 di porre in essere ogni azione utile e necessaria al fine di reperire ed inviare allo scrivente la documentazione necessaria all'aggiornamento della Documentazione nautica ufficiale dello Stato.

d'ordine  
IL CAPO UFFICIO  
DOCUMENTI NAUTICI  
(C.F. Paolo DEI)  
IL CAPO SEZIONE  
AUSILI ALLA NAVIGAZIONE  
F.T. Danilo MANCONI

Elenco Indirizzi per conoscenza:

Maristat UIDRO	( <a href="mailto:maristat@postacert.difesa.it">maristat@postacert.difesa.it</a> )
Marisicilia	( <a href="mailto:marisicilia@postacert.difesa.it">marisicilia@postacert.difesa.it</a> )
Compamare Catania	( <a href="mailto:dm.catania@pec.mit.gov.it">dm.catania@pec.mit.gov.it</a> )
Compamare Siracusa	( <a href="mailto:cp-siracusa@pec.mit.gov.it">cp-siracusa@pec.mit.gov.it</a> )

[maristat@postacert.difesa.it](mailto:maristat@postacert.difesa.it); [marisicilia@postacert.difesa.it](mailto:marisicilia@postacert.difesa.it); [dm.catania@pec.mit.gov.it](mailto:dm.catania@pec.mit.gov.it);  
[cp-siracusa@pec.mit.gov.it](mailto:cp-siracusa@pec.mit.gov.it)