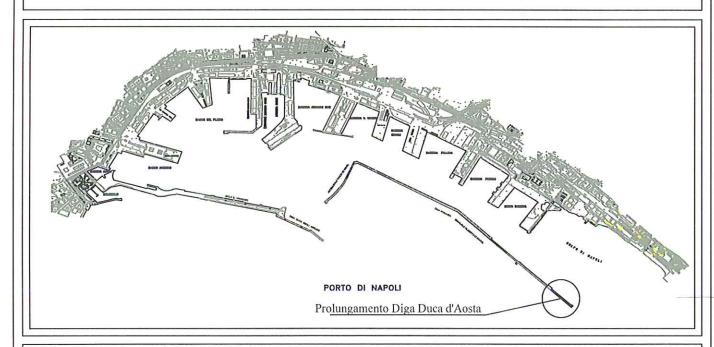


AUTORITÀ PORTUALE

DI NAPOLI AREA TECNICA

PORTO DI NAPOLI INDAGINI GEOGNOSTICHE E AMBIENTALI PROPEDEUTICHE ALLA PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEI LAVORI DI PROLUNGAMENTO DELLA DIGA FORANEA DUCA D'AOSTA



PERIZIA DI INDAGINE

TAVOLA

R01

RELAZIONE TECNICA

I PROGETTISTI:

Ing. Carmine R. TESAURO Lawy how wo Cook

OGGETTO

Dott. Gennaro CAMMINO

ESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

REV.	DESCRIZIONE DELLE REVISIONI	DATA
0	Perizia di Indagine	Luglio 2015

AI SENSI DELLE VIGENTI NORME SUI DIRITTI DI AUTORE QUESTO ELABORATO NON POTRA' ESSERE REALIZZATO, PRODOTTO, O COMUNICATO A TERZI SENZA AUTORIZZAZIONE DELL'ENTE

INDICE

1. PREMESSA	. 2
2. INDAGINI GEOGNOSTICHE	
2.1 Descrizione delle indagini	
3. INDAGINI AMBIENTALI	. 6
3.1 Schema di campionamento	
3.2 Scelta dei campioni e piano di carotaggio9	
3.3 Metodologia di campionamento	
3.4 Sub-campionamento e preparazione dei campioni	
3.5 Trattamento e conservazione dei campioni	
3.6 Analisi previste	
3.7 Metodiche analitiche	
3.8 Restituzione dei risultati	
3.9 Analisi rischio sanitario	
3.10 Integrazioni derivanti dalla conferenza di servizi del 18/02/2015	
4. RICOGNIZIONE DI ORDIGNI BELLICI	20
5. TEMPISTICA	21
6. COSTI	22

1. PREMESSA

Nell'ambito del Grande Progetto "Logistica e Porti. Sistema integrato portuale di Napoli" è previsto il prolungamento della diga foranea Duca d'Aosta, di cui è già stato redatto il relativo progetto definitivo.

Al fine di proseguire la citata progettazione, attraverso la redazione del progetto definitivo, occorre conoscere le caratteristiche geognostiche ed ambientale dei fondali interessati da detto intervento.

Pertanto, in assenza di dati già disponibili, è stato necessario prevedere una specifica campagna di indagine attraverso la redazione della presente perizia.

Tali indagini, da eseguire mediante l'ausilio di idoneo motopontone, consentiranno di individuare le caratteristiche fisiche-meccaniche nonché il tipo e il grado di inquinamento dei fondali interessati dalla realizzazione del prolungamento della diga.

I risultati della caratterizzazione geognostica saranno utilizzati per le verifiche geotecniche delle opere da progettare.

I risultati sull'inquinamento dei fondali consentirà sia di individuare idonee procedure per l'esecuzione dei lavori, rispettose della normativa vigente in materia ambientale, sia di stimare verosimilmente i costi di smaltimento del materiale da dragare, ubicato in corrispondenza dell'area di sedime del prolungamento.

I prezzi unitari posti a base della stima dei lavori sono stati dedotti dal tariffario OO.PP. della Regione Campania del 2014, per le lavorazioni in esso comprese, nonché con le Analisi dei Prezzi per le restanti lavorazioni, non comprese nella predetta tariffa della regione Campania.

2. INDAGINI GEOGNOSTICHE

Tali indagini, che mirano ad accertare la natura, la categoria e le proprietà fisico-meccaniche dei terreni presenti nel sottosuolo, saranno costituite da prove in sito e di laboratorio, quest'ultime effettuate dopo aver eseguito sondaggi per il prelievo di campioni.

I risultati delle indagini in sito ed in laboratorio, opportunamente elaborati, determineranno la caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione, ossia la loro suddivisione in strati omogenei per ciascuno dei quali saranno definiti i parametri fisici e meccanici e la posizione della falda idrica.

Al termine delle indagini seguirà l'elaborazione dei dati acquisiti e la stesura di una relazione geologica, a firma di un geologo abilitato, corredata di tutti gli elaborati grafici e di ogni altra documentazione necessaria, a supporto dell'intervento di prolungamento della diga.

2.1 Descrizione delle indagini

Le indagini in sito saranno essere eseguite all'interno di un "volume significativo" di fondale, ovvero quella parte del sottosuolo influenzata direttamente o indirettamente dal prolungamento da realizzare e che influenza il manufatto stesso.

Tale volume è stato definito in funzione delle caratteristiche geometriche del tratto di diga da realizzare (altezza e area di sedime), della tipologia di fondazioni (di tipo *diretta*) e dei carichi agenti in fondazione.

Nel caso specifico, si è ipotizzato che l'incremento di stato tensionale indotto nel fondale dal prolungamento della diga sia limitato ad una profondità pari a circa il 0,7÷0,8 volte la sua larghezza, pertanto è verosimile ipotizzare che il volume significativo si estenda fino ad una profondità di circa 48,5 m dal piano del fondale marino.

Il numero di sondaggi, necessarie per l'acquisizione delle stratigrafie dei terreni sottostanti il prolungamento da realizzare, sono stati determinati in funzione sia delle dimensioni e della tipologia di manufatto da realizzare.

Per motivi di economicità legati all'esecuzione della necessaria ricognizioni di eventuali ordigni bellici, l'ubicazione degli stessi sondaggi geognostici è stata scelta in prossimità dei sondaggi ambientali (salvo più precise indicazioni che all'atto esecutivo potranno essere impartite dal Direttore dei lavori), il cui piano di caratterizzazione è già stato approvato dal ministero dell'Ambiente.

Sondaggi

In particolare, in considerazione della possibilità di estendere, in futuro, l'entità del prolungamento fino a circa 250 metri, si è ipotizzato che per caratterizzare adeguatamente il sottosuolo è necessario disporre di n° 5 stratigrafie (S₁, S₂, S₃, S₄, S₅), ovvero, circa una ogni 50 metri.

In particolare, salvo più precise indicazioni che all'atto esecutivo potranno essere impartite dal Direttore dei lavori, i sondaggi S₁, S₂, S₃, S₄, S₅ dovranno essere realizzate da idoneo motopontone, munito di opportuni stabilizzatori tenuto conto del moto ondoso che caratterizza lo zona di esecuzione degli stessi.

Gli stessi sondaggi saranno eseguiti attraversando "a vuoto" fino al raggiungimento del fondale marino, e dovranno spinti fino alla profondità di 48,50 m dal piano dello stesso fondale.

Per il sondaggio S₁, prossimo all'attuale limite della diga esistente, si è previsto l'uso di corona diamantata per la prima parte della perforazione da eseguire all'interno del fondale. Ciò in considerazione dell'eventuale presenza di trovanti.

Prove S.P.T.

Per i sondaggi S₁, S₂, S₃, S₄ è previsto di realizzare:

- fino ad una profondità di 20 metri dal fondale marino: n. 4 prove S.P.T. (in media una ogni circa 5 metri);
- dai 20 metri ai 40 metri di profondità del fondale marino: n. 1 ulteriore prova S.P.T.;

Per il sondaggio S₅ è previsto di realizzare:

- fino ad una profondità di 20 metri dal fondale marino: n. 3 prove S.P.T. (in media una ogni circa 5 metri);
- dai 20 metri ai 40 metri di profondità del fondale marino: n. 1 ulteriore prova S.P.T.;

Pertanto, complessivamente dovranno essere eseguite n. 24 prove S.P.T..

Prelievo di campioni indisturbati

Analogamente a quanto detto per le prove S.P.T., per i sondaggi S₁, S₂, S₃, S₄ si prevede di prelevare:

- fino ad una profondità di 20 metri dal fondale marino: n. 4 campioni indisturbati (ciascuno in prossimità della relativa prova S.P.T.);
- dai 20 metri ai 40 metri di profondità del fondale marino: n. 1 ulteriore campione indisturbato (in prossimità della relativa prova S.P.T.);

Per il sondaggio S₅ è previsto di prelevare:

- fino ad una profondità di 20 metri dal fondale marino: n. 3 campioni indisturbati (ciascuno in prossimità della relativa prova S.P.T.);
- dai 20 metri ai 40 metri di profondità del fondale marino: n. 1 ulteriore campione indisturbato (in prossimità della relativa prova S.P.T.);

Pertanto, complessivamente dovranno essere prelevati n. 24 campioni indisturbati.

Analisi di laboratorio

Per ciascuno dei n. 24 campioni indisturbati prelevati è prevista la realizzazione delle seguenti prove di laboratorio:

- analisi granulometrica;
- determinazione del contenuto d'acqua allo stato naturale;
- determinazione del peso dell'unità di volume allo stato naturale;
- determinazione del peso specifico dei granuli;

Inoltre, come meglio specificato nell'elaborato progettuale denominato Computo Metrico Estimativo, sono previste le ulteriori seguenti prove:

- n. 15 prove di taglio diretto (consolidata drenata);
- n. 10 prove di compressione triassiale (consolidata drenata);
- n. 5 prove di compressione triassiale (consolidata non drenata);
- n. 5 prove di compressione edometrica.

Prova down-hole

Al fine di individuare la categoria di sottosuolo, è prevista la realizzazione, da terra (in prossimità dell'attuale testata della diga esistente) di una prova sismica "down-hole" (sondaggio S6) spinta fino a 30 metri di profondità dal piano del fondale marino, per la determinazione della velocità equivalente delle onde di taglio V_{s,30}, con n° 10 registrazioni nei primi 20 metri di profondità (all'interno del fondale marino) e n° 5 registrazioni nei successivi 10 metri di profondità (all'interno del fondale marino).

Per la realizzazione di tale prove, quindi, sarà preventivamente necessario attraversare per circa 20 metri, a partire dal piano di calpestio della diga, il corpo della diga esistente.

Sulla base dei risultati di tale prova, ed in particolare, tenuto conto dei valori della *velocità* equivalente $V_{s,30}$ di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità (misurata nel corso della prova sismica in foro "down-hole"), sarà individuata la categoria di sottosuolo.

La velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,30}$ è stata calcolata mediante la seguente espressione:

$$V_{s,30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{s,i}}} [m/s]$$

Nella precedente espressione si indica con:

- h_i: spessore (in metri) dell'i-esimo strato compreso nei primi 30m di profondità;
- V_{S,i}: velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;
- N: numero di strati compresi nei primi 30 m di profondità.

3. INDAGINI AMBIENTALI

L'impresa esecutrice dovrà provvedere ad espletare tutte le attività previste nel "Piano di caratterizzazione relativo al prolungamento della diga foranea Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante (prot. MATTM n. 23067 del 01/09/2014) approvato dal Ministero dell'Ambiente nella conferenza di Servizi Decisoria del 23/06/2015 ai sensi dell'art. 14 comma 2 della Legge n. 241/90 previa conferenza istruttoria del 18/02/2015.

L'area marina oggetto dell'attività di caratterizzazione ricade all'interno della perimetrazione a mare del Sito di Interesse Nazionale di Napoli Orientale pertanto oltre ai paragrafi seguenti bisognerà far riferimento al D.M. 07/11/2008 e s.m.i. "Operazioni di dragaggio nei siti di bonifica di interesse Nazionale" ed al Manuale per la movimentazione dei sedimenti marini di Ispra.

Per tutto quanto non specificato l'impresa appaltatrice dovrà far riferimento alla normativa indicata e concertarsi con la Direzione Lavori della Stazione Appaltante.

Prima di procedere con l'espletamento delle attività richieste l'impresa dovrà concordare con gli Enti preposti (ISPRA, ARPAC, etc.) le procedure da adottare, i criteri da utilizzare e tutto quanto necessario al fine di rispettare la normativa vigente e consentire eventuali verifiche agli organi di controllo.

Dovrà infine, fornire alla stazione appaltante tutto il supporto necessario finalizzato a consentire a quest'ultima la stipula della Convenzione con ARPAC prima dell'inizio delle indagini.

Di seguito sono descritte le attività che verranno realizzate nell'ambito del progetto di caratterizzazione ambientale dei sedimenti marini.

3.1 Schema di campionamento

La scelta della localizzazione dei punti è stata effettuata sulla base di un criterio statistico (ubicazione sistematica) e realizzata a partire dalla definizione di griglie di campionamento regolari, con dimensione delle maglie pari a 50 m. Nello specifico è stata utilizzata la seguente maglia di campionamento (vedi Allegato 2):

- 50x50 m (una stazione di campionamento ogni 2.500 m2) a ridosso della diga foranea Duca D'Aosta sia parte interna che esterna (punti A1 ed A2);
- deciso di infittire la maglia di campionamento con ulteriori 5 punti di campionamento (punti A3, A4, A5, A6 e A7).

La rappresentazione grafica dei punti in cui eseguire le indagini viene riportata nelle seguenti fig. 1 e fig. 2.



Fig. 1: Planimetria Porto di Napoli con indicazione dell'area marina da caratterizzare



Fig. 2: Planimetria con indicazione del particolare dell'area marina da caratterizzare

Lo schema sopradescritto potrebbe essere ulteriormente migliorato sulla base di nuove informazioni o specifiche necessità.

In particolare, dovranno essere effettuati n. 7 campionamenti nei seguenti punti:

	Lat/Lon (d	ld mm,mm)	UTM WO		
NOME	LONGITUDINE	LATITUDINE	X_UTM_33	Y_UTM_33	QUOTA (mt)
A1	14° 17.94258' E	40° 49.56324' N	440893,52	4519684,1	18,75
A2	14° 17.97471' E	40° 49.58881' N	440939,05	4519731	16,25
A3	14° 17.98784' E	40° 49.56039' N	440957,07	4519678,3	14,50
A4	14° 18.01377' E	40° 49.54188' N	440993,25	4519643,8	17,27
A5	14° 18.04013' E	40° 49.52307' N	441030,01	4519608,7	17,25
A6	14° 18.06561' E	40° 49. 50488' N	441065,55	4519574,7	17,30
A7	14° 18.09124' E	40° 49.48612' N	441101,31	4519539,7	17,50

Tabella 1: ubicazione e quota s.l.m.m. dei punti di campionamento

Da ciascuna carata dovranno essere prelevati i campioni ed effettuate le relative indagini, secondo le modalità di seguito precisate.

Al termine delle indagini seguirà l'elaborazione dei dati acquisiti nel corso delle indagini e la stesura di una relazione comprensiva della relativa analisi di rischio, a firma di un tecnico abilitato, corredata di tutti gli elaborati grafici e di ogni altra documentazione necessaria, a supporto dell'intervento di prolungamento della diga.

3.2 Scelta dei campioni e piano di carotaggio

Da ciascuna carota verranno prelevate sezioni di sedimento, secondo le seguenti indicazioni:

- per quota di escavo inferiore ai 2 m verranno prelevate sezioni consecutive di sedimento di spessore pari a 50 cm sino alla quota di 2 m (4 sezioni);
- per quota di escavo superiore ai 2 m verranno prelevate sezioni consecutive di sedimento di spessore pari a 50 cm sino alla quota di 2 m; oltre i 2 m di profondità e sino alla quota di escavo, verrà prelevata una sola sezione di 50 cm per ogni metro lineare di lunghezza della carota, nel caso in cui tale sezione sia rappresentativa dell'intero metro; qualora, invece, a causa della presenza di strati eterogenei, non sia possibile selezionare una sezione di 50 cm rappresentativa dell'intero metro, verranno prelevate due sezioni consecutive di 50 cm;

Nella Tabella 2 sono descritte le lunghezze delle carote dell'area d'indagine secondo i criteri sopradescritti.

NAME	QUOTA	LUNGHEZZA CAROTE (MT)	LIVELLI DA ANALIZZARE
A1	18,75	2	4
A2	16,25	4,5	7
A3	14,50	6	8
A4	17,27	3,5	6
A5	17,25	3,5	6
A6	17,30	3,5	6
A7	17,50	3,5	6

Tabella 2: lunghezza carote e numero sezioni da prelevare

In totale verranno campionate 7 carote per complessivi 43 sub-campioni.

Nella tabella seguente, allegato 3 al piano di caratterizzazione, sono descritte le specifiche di ogni singola carota.

													Р	IANO	DI CAF	ROTAG	GIO							S-1									
		LAT	/LON	UTM W	GS8433N		lung							Ca	aratter	izzazio	ne fis	ica, chi	mica,	micro	biologi	ca ed	ecotos	sicolog	gica								
303	rote zioni	Longitudine	latitudine	X_UTM_33		Quota (m)	carote (m)	(ore) Assist tec in campo +prelievo	Preparaz campione per analisi (metalli, IPA PCB e altro)	PH e Redox	to d'acqua	peso specifico	Analisi granulo metrica	metalli pesanti	Cr VI	IPA	РСВ	Benzene			Azoto Totale	Fosforo Totale	тос	-	Esacloro	Compos ti organos tannici	amianto	Diossine e Furani	solventi aromati ci (BTEX)			cataloga	1
	livello 1	14° 17.94258' E	40° 49.56324' N	440893,52	4519684,1		,,		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	trici da 5	2
۸1	livello 2	14° 17.94258' E	40° 49.56324' N	440893,52	4519684,1	40.75	_		1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1							1			2
A1	livello 3	14° 17.94258' E	40° 49.56324' N	440893,52	4519684,1	18,75	2	8	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1							1		1	2
	livello 4	14° 17.94258' E	40° 49.56324' N	440893,52	4519684,1				1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1							1			2
	livello 1	14° 17.97471' E	40° 49.58881' N	440939,05	4519731				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		2
	livello 2	14° 17.97471' E	40° 49.58881' N	440939,05	4519731				1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1							1		1 '	2
	livello 3	14° 17.97471' E	40° 49.58881' N	440939,05	4519731				1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1							1		1 '	2
A2	livello 4	14° 17.97471' E	40° 49.58881' N	440939,05	4519731	16,25	4,5	8	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1							1		1	2
	livello 5	14° 17.97471' E	40° 49.58881' N	440939,05	4519731				1	1	1	1	1	1		1	1	1	1,	1	1	1	1							1		4 /	2
	livello 6	14° 17.97471' E	40° 49.58881' N	440939,05	4519731				1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1							1		4 /	2
	livello 7	14° 17.97471' E	40° 49.58881' N	440939,05	4519731				1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1							1		 -	2
	livello 1	14° 17.98784′ E	40° 49.56039' N	440957,07	4519678,3				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4 /	2
	livello 2	14° 17.98784' E	40° 49.56039' N	440957,07	4519678,3				1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1							1	_	4 /	2
	livello 3	14° 17.98784' E	40° 49.56039' N	440957,07	4519678,3				1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1							1		1 /	2
А3	livello 4	14° 17.98784' E	40° 49.56039' N	440957,07	4519678,3	14,50	6	8	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1				_			1	 	2	2
	livello 5	14° 17.98784' E	40° 49.56039' N	440957,07	4519678,3				1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1				_			1	 	1 /	2
	livello 6	i	40° 49.56039' N	440957,07	4519678,3				1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1							1		1 /	2
	livello 7	14° 17.98784' E	40° 49.56039' N	440957,07	4519678,3				1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1							1	_	1 /	2
	livello 8	14° 17.98784' E	40° 49.56039' N	440957,07	4519678,3				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		2
	livello 1	14° 18.01377' E	40° 49.54188' N	440993,25	4519643,8				1	1	1	1	1	1	-	1	1	1	1	1	1	1	1	*	-	-			-	1		1 /	2
	livello 2	14° 18.01377' E	40° 49.54188' N	440993,25	4519643,8				1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1							1	\vdash	1 /	2
A4	livello 3	14° 18.01377' E	40° 49.54188' N	440993,25	4519643,8	17,27	3,5	8	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1							1	 	1	2
	livello 4	14° 18.01377' E	40° 49.54188' N	440993,25	4519643,8				1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1							1	_	1 /	2
	livello 5	14° 18.01377' E 14° 18.01377' E	40° 49.54188' N 40° 49.54188' N	440993,25 440993,25	4519643,8 4519643,8				1.	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1							1		1 '	2
	livello 1	14° 18.01377 E	40° 49.52307' N	441030,01	4519643,8				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		2
	livello 2	14° 18.04013′ E	40° 49.52307′ N	441030,01	4519608,7				1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1							1		1 '	2
	livello 3			441030,01	4519608,7				1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1							1		1 /	2
A5	livello 4		40° 49.52307′ N	441030,01	4519608,7	17,25	3,5	8	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1							1		1	2
	livello 5		40° 49.52307' N	441030,01	4519608,7				1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1							1		1 '	2
	livello 6		40° 49.52307' N	441030,01	4519608,7	1 1			1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1							1		1 /	2
	livello 1		40° 49.50488' N	441065,55	4519574,7				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		2
	livello 2		40° 49.50488' N	441065,55	4519574,7	1			1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1							1		1 '	2
	livello 3		40° 49.50488' N	441065,55	4519574,7	1			1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1							1		1 . /	2
A6	livello 4		40° 49.50488' N	441065,55	4519574,7	17,30	3,5	8	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1							1		1	2
	livello 5		40° 49.50488' N	441065,55	4519574,7				1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1							1		1 /	2
	livello 6		40° 49.50488' N	441065,55	4519574,7				1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1							1			2
	livello 1		40° 49.48612' N	441101,31	4519539,7				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		2
	livello 2		40° 49.48612' N	441101,31	4519539,7				1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1							1			2
^ 7	livello 3		40° 49.48612' N	441101,31	4519539,7	1	2.5		1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1							1			2
Α7	livello 4		40° 49.48612' N	441101,31	4519539,7	17,50	3,5	8	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1							1		1	2
	livello 5		40° 49.48612' N	441101,31	4519539,7		- 1		1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1							1			2
	livello 6	14° 18.09124' E	40° 49.48612' N	441101,31	4519539,7				1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1							1			2
Quant	ità (totale)						26,5	56	43	43	43	43	43	43	7 che di c	43	43	43	43	43	43	43	43	7	7	7	7	7	7	43	7	8	86

Tabella 3: specifiche di ogni singola carota

3.3 Metodologia di campionamento

L'attività di prelievo dei sedimenti avverrà arrecando al campione il minor disturbo possibile, evitando anche possibili contaminazioni a causa di un uso improprio della strumentazione.

Al momento del campionamento verranno registrate l'ubicazione reale dei punti di campionamento mediante apposita strumentazione GPS differenziale (DGPS) e la profondità effettiva mediante idoneo scandaglio.

Le attività di prelievo dei sedimenti verranno eseguite mediante carotiere di tipo vibrocorer, con camicie in acciao, arrecando il minor disturbo ai sedimenti attraversati, per escludere il propagarsi dei contaminanti dagli strati superficiali a quelli più profondi.

Al fine di garantire il prelievo di sedimento indisturbato verrà utilizzato un rivestimento interno (liner) al carotiere, in polietilene inerte, polipropilene o policarbonato, di lunghezza pari alla lunghezza dell'asta utilizzata. Per lo stesso motivo non verranno utilizzati fluidi o fanghi di circolazione.

Il sondaggio verrà eseguito in verticale recuperando la carota per l'intera lunghezza prevista, in un'unica operazione, senza soluzione di continuità, utilizzando aste di altezza adeguata allo spessore di materiale da caratterizzare e tenendo conto della necessità di ottenere un recupero pari al 100%.

Il fatto che il campione verrà prelevato in maniera indisturbata sarà garantito anche in fase di estrusione eseguendo il taglio a freddo longitudinale del liner interno. A tal fine l'attrezzatura utilizzata per il prelievo della carota, per l'estrusione o il taglio della stessa, per le operazioni di suddivisione nelle varie sezioni e di omogeneizzazione dei campioni, sarà decontaminata prima del suo reimpiego.

3.4 Sub-campionamento e preparazione dei campioni

Per ogni punto di prelievo verrà compilata una scheda riassuntiva contenente le informazioni necessarie all'identificazione univoca della stazione di campionamento.

Immediatamente dopo le operazioni di apertura delle carote, esse verranno misurate per la loro lunghezza di prelievo, fotografate (nella relativa foto comparirà una targa identificativa comprendente il codice della stazione, la data di prelievo e la lunghezza della carota) e ispezionate visivamente da personale specializzato che effettuerà una descrizione stratigrafica e macroscopica della carota. Una volta misurate, le carote verranno immediatamente subcampionate separando, partendo dal top, le sezioni di sedimento corrispondenti ai vari campioni come descritto precedentemente.

Sulle singole sezioni individuate, immediatamente dopo il decorticamento della parte più esterna della carota, venuta a contatto con le pareti interne del liner o del carotiere, verrà effettuato:

- il prelievo dell'aliquota destinata alla determinazione dei composti volatili (Idrocarburi C≤12, BTEX), sulle sezioni ove sia stato previsto. L'aliquota sarà raccolta in contenitori decontaminati in vetro, compatibili con lo strumento utilizzato per l'analisi, ben chiusi tramite tappo a vite o a ghiera dotato di setto in PTFE. I campioni verranno trasportati e

conservati a temperature comprese tra + 4 °C e + 6 °C e analizzati preferibilmente entro 14 giorni.

- la misura di pH, Eh e temperatura su tutte le sezioni scelte.

Immediatamente dopo si procederà al sub-campionamento e alla omogeneizzazione e delle aliquote previste per tutti i restanti parametri.

Il campione, una volta omogeneizzato, verrà suddiviso in due sub-campioni, uno destinato alle analisi e l'altro da suddividere ulteriormente in due sub-campioni, destinati rispettivamente alle analisi di controllo e ad eventuali contraddittori, entrambi da conservare in contenitori di teflon (o, in alternativa in contenitori in HDPE), a temperatura compresa tra — 18 °C e — 25 °C.

I due subcampioni destinati alle analisi di controllo e ad eventuali contraddittori verranno sigillati in campo, mediante dispositivi dotati di sistemi di massima sicurezza.

Tale attività sarà eseguita sotto la vigilanza dell'ARPAC pertanto tali modalità saranno concertate con la stessa Agenzia.

Inoltre, eventuali ulteriori richieste avanzate dalla stessa dovranno essere recepite (es. contenitori, vetreria, etc....) prima di procedere con l'attività. In particolar modo relativamente ai composti volatili dovranno essere concertate con ARPAC le modalità di prelievo e di analisi.

3.5 Trattamento e conservazione dei campioni

Il sub-campione da utilizzare per l'esecuzione delle analisi fisiche, chimiche, microbiologiche ed ecotossicologiche verrà prontamente suddiviso in diverse aliquote, conservato e trasportato secondo le seguenti modalità:

- l'aliquota per analisi granulometrica, il contenuto d'acqua, il peso specifico verrà raccolta in sacchetti in polietilene ad alta densità, trasportata e conservata a temperature comprese tra i + 4 °C e + 6 °C;
- l'aliquota per la chimica organica (Idrocarburi C > 12, TOC, IPA, PCB, clorobenzeni, pesticidi organoclorurati, diossine e furani, composti organostannici) e per le analisi di azoto e fosforo, verrà raccolta in contenitori in polietilene ad alta densità (HDPE), dotati di sotto-tappo. Il trasporto avverrà a temperature comprese tra + 4 °C e + 6 °C; la conservazione in laboratorio a temperature comprese tra 18 °C e 25 °C;
- l'aliquota per l'analisi di metalli ed elementi in tracce verrà raccolta in contenitori decontaminati in HDPE; il trasporto avverrà a temperature comprese tra + 4 °C e + 6 °C; la conservazione in laboratorio a temperature comprese tra 18 °C e 25 °C;
- l'aliquota per l'analisi dell'amianto sarà raccolta in contenitori di plastica o vetro e il trasporto avverrà a temperature comprese tra + 4 °C e + 6 °C;
- l'aliquota per le analisi microbiologiche verrà raccolta in contenitori sterili di polietilene; il trasporto avverrà a temperature comprese tra + 4 °C e + 6 °C;
- le aliquote giungeranno in laboratorio dove avrà inizio l'analisi entro le 24 ore alla medesima temperatura;

 l'aliquota per i saggi ecotossicologici verrà raccolta in contenitori di polietilene o vetro decontaminato ed immediatamente posta a temperature comprese tra + 4 °C e + 6 °C. Le analisi dovranno verranno eseguite entro 10 gg dal prelievo, salvo diversa indicazione del metodo di riferimento utilizzato;

Le aliquote di materiale destinate alle verifiche e/o analisi di controllo, una volta sigillate, verranno conservate per un periodo non inferiore ad un anno dal termine del completamento dell'attività istruttoria da parte dell'Amministrazione competente.

3.6 Analisi previste

I campioni prelevati nelle diverse fasi di campionamento saranno sottoposti ad indagini chimiche, fisiche, sedimentologiche, microbiologiche ed ecotossicologiche. Di seguito vengono riportate le specifiche analitiche utili alla caratterizzazione del sito come descritto nel D.M. 07/11/2008 e D.M. 04/08/2010:

F	razioni dimensionali	Dimensioni
Ghiaia		> 2 mm
Sabbia	ž	2 mm > x > 0.063 mm
D. 1".	Silt	0.063 mm > x > 0.004 mm
Pelite	Argilla	< 0.004 mm

Tabella 4: specifiche analisi granulometriche

Specie chimiche	Singoli parametri e specifiche analitiche	Numero di determinazioni da effettuare	Limite di quantificazione richiesto * (mg/kg s.s.)
Metalli	Al	Su tutti i campioni prelevati	5,0
	As		0,5
	Cd		0,05
	Cr totale		5,0
	Cu		1,0
	Fe		5,0
	Hg		0,05
	Ni		1,0
	Pb		1,0
(4)	Zn		1,0
	V		1,0
Policlorobifenili	Congeneri: PCB 28, PCB	Su tutti i campioni prelevati	0.0001 per singolo composto
(PCB)	52, PCB 77, PCB 81, PCB		

	101, PCB105, PCB114, PCB118, PCB123, PCB 126, PCB 128, PCB 138, PCB 153, PCB 156, PCB157, PCB 167, PCB 169, PCB 170, PCB 180, PCB 189 e loro sommatoria (per i PCB Diossina simili si richiede la determinazione con spettrometria di massa ad alta risoluzione)		0.00001 per singolo composto dei PCB Diossina simili
Idrocarburi	Naftalene	Su tutti i campioni prelevati	0.001 per singolo idrocarburo
Policiclici Aromatici (IPA)	Acenaftene Fluorene Fenantrene Antracene Fluorantene Pirene Benzo(a)antracene Crisene Benzo(b)fluorantene Benzo(b)fluorantene Benzo(j)fluorantene Benzo(a)pirene Benzo(b)pirene Dibenzo(a,h) antracene Benzo(g,h,i)perilene Indeno(1,2,3,c,d)pirene Acenaftilene		
Benzene		Su tutti i campioni prelevati	1.0
Idrocarburi leggeri (C≤12) **		Su tutti i campioni prelevati	0.5
Idrocarburi pesanti (C>12) **		Su tutti i campioni prelevati	1.5
Azoto totale		Solo su campioni di	

		sedimento presumibilmente destinati a immersione in mare	
Fosforo totale		Solo sui campioni di sedimento presumibilmente destinati a immersione in mare	
Carbonio Organico Totale (TOC)		Su tutti i campioni prelevati	
Pesticidi organoclorurati	DDD, DDT, DDE (per ogni sostanza: somma degli isomeri 2,4 e 4,4) Cis-clordano Trans-clordano Aldrin Dieldrin Endrin α-esaclorocicloesano γ-esaclorocicloesano (Lindano) Eptacloro EptacloroEpossido	•	0.0005 per singolo composto
Esaclorobenzene	НСВ	Su una percentuale dei campioni	0.0001
Composti organostannici	Espresso come Sn totale di origine organica	Su una percentuale dei campioni	0.001
Diossine e furani [Sommatoria PCDD/PCDF (conversione T.E.)]	Determinati con spettrometria di massa ad alta risoluzione al fine del raggiungimento del limite di rilevabilità richiesto	Su una percentuale dei campioni	0.5x10 ⁻⁶
Amianto	Espresso in mg/kg s.s. Determinato attraverso una delle seguenti tecniche: difrattometria a raggi	Su una percentuale dei campioni	

	oppure I.R Trasformata di Fourier					
Solventi aromatici (BTEX)		Su	una npioni	percentuale	dei	1.0 per singolo composto

Tabella 5: specifiche analisi chimico-fisiche

Parametro	Specifiche	Numero di determinazioni da effettuare
Enterococchi	Fecali	Su tutti i campioni prelevati
Coliformi	Totali	Su tutti i campioni prelevati
Coliformi	Escherichia coli	Su tutti i campioni prelevati
Clostridi	Spore di clostridi solfito- riduttori	Su tutti i campioni prelevati
Salmonella		Su tutti i campioni prelevati
Stafilococchi	Tabella (consideranti	Su tutti i campioni prelevati

Tabella 6: specifiche analisi microbiologiche

Specie	Matrice	Stadio vitale	Esposizione	End-point		Espressione dato
ALGHE						
Skeletonema costatum	Elutriato	Coltura cellulare	96h	Inibizione crescita	della	EC20 e EC50

Dunaliella tertiolecta	Elutriato	Coltura cellulare	96h	Inibizione della crescita	EC20 e EC50		
Pheodactylum tricornutum	Elutriato	Coltura cellulare	96h	Inibizione della crescita	EC20 e EC50		
Minutocellus polymorphus							
BATTERI							
Vibrio fischeri	Elutriato	Cellule	30'	Inibizione della bioluminescenza	EC20 e EC50		
	Sedimento centrifugato	Cellule	30'	Inibizione della bioluminescenza	S.T.I. (Sediment Toxicity Index)		
ROTIFERI							
Brachionus plicatilis	Elutriato	Individui	48h	Schiusa delle cisti	EC20 e EC50		
CROSTACEI							
Ampelisca diadema	Sedimento tal quale	Individui giovani- adulti	10 giorni	Mortalità	Δmortalità (Corretto con Abbott)		
Corophium orientale	Sedimento tal quale	Individui giovani- adulti	10 giorni	Mortalità	Δmortalità (Corretto con Abbott)		
Corophium insidiosum	Sedimento tal quale	Individui giovani- adulti	10 giorni	Mortalità	EC20 e EC50 (Corretto con Abbott)		
Acartia tonsa	elutriato	nauplii	96h	Mortalità	EC20 e EC50		
Acartia clausi	elutriato	nauplii	96h	Mortalità	EC20 e EC50		
Tisbe battagliai	elutriato	nauplii	96h	Mortalità	EC20 e EC50		
Tigriopus fulvus	elutriato	nauplii	96h	Mortalità	EC20 e EC50		
MOLLUSCHI							

Mytilus galloprovincialis	elutriato	gamete maschile	1h	Fecondazione uova	EC20 e EC50		
Tapes philippinarum					EC20 e EC50		
Cassostrea gigas	elutriato	gamete maschile	1h	Fecondazione uova	EC20 e EC50		
ECHINODERMI							
Sphaerechinus granularis	elutriato	gamete maschile	1h	Fecondazione uova	EC20 e EC50 (Corretto con Abbott)		
Paracentrotus lividus	elutriato	gamete maschile	1h	Fecondazione uova	EC20 e EC50 (Corretto con Abbott)		
Arbacia lixula							
PESCI							
Dicetrarchus labrax	elutriato	giovanili	96h	Mortalità	EC20 e EC50		
Sparus aurata	elutriato	giovanili	96h	Mortalità	EC20 e EC50		

Tabella 7: Modalità di applicazione dei saggi biologici

3.7 Metodiche analitiche

Le analisi chimiche, fisiche, microbiologiche ed ecotossicologiche saranno eseguite in accordo con le metodologie di indagine riconosciute a livello internazionale (EPA, ISO, etc.). I test ecotossicologici saranno conformi alle indicazioni riportate nel MANUALE PER LA MOVIMENTAZIONE DEI SEDIMENTI MARINI di ISPRA/APAT dell'agosto 2006".

Per quanto concerne i laboratori privati è richiesto l'accreditamento secondo le norme UNI EN ISO/IEC 17025/2005 almeno per le determinazioni dei parametri prioritari come la granulometria, i metalli (As, Cr, Cu, Hg, Ni, V, Zn), gli IPA, i PCB e gli idrocarburi.

Le procedure analitiche utilizzate verranno scelte fra quelle riportate nei protocolli nazionali e/o internazionali o essere di validità internazionalmente riconosciuta (Astm, Epa, Iso Afnor, Cnr-Irsa, Apat, ecc.) e comunque concordate con ARPAC.

Costituisce titolo preferenziale nella scelta dei laboratori la partecipazione a circuiti nazionali e/o internazionali per l'intercalibrazione e la certificazione delle procedure utilizzate.

3.8 Restituzione dei risultati

Tutti i risultati ottenuti saranno opportunamente restituiti oltre che graficamente anche su supporti informatici e raccolti per categoria di indagine.

Saranno consegnate carte per la navigazione, degli strumenti e dei punti di campionamento, gli stessi saranno consegnati in formato digitale di interscambio (formato Shape con allegato il database). La batimetria sarà consegnata in formato ARC/info ASCI grid in coordinate geografiche o chilometriche UTM fuso 33. I profili acustici saranno consegnati in formato BMP realizzato dopo aver effettuato le operazioni di processing.

Verrà allegata una relazione tecnica che riporterà la descrizione di tutti i momenti salienti del lavoro e una preliminare descrizione dei risultati ottenuti.

Tale relazione dovrà evidenziare, anche mediante l'utilizzo di grafici, la distribuzione spaziale dei contaminanti se presenti, ed i relativi volumi di sedimento da sottoporre a differente gestione.

L'impresa appaltatrice dovrà fornire assistenza al Direttore dei Lavori nei rapporti con l'Ente di Controllo (ISPRA e/o ARPAC) fino alla validazione della campagna di caratterizzazione.

3.9 Analisi rischio sanitario

L'analisi di rischio sanitario-ambientale è attualmente lo strumento più avanzato di supporto alle decisioni nella gestione dei siti contaminati che consente di valutare, in via quantitativa, i rischi per la salute umana connessi alla presenza di inquinanti nelle matrici ambientali.

I dati ottenuti dalla caratterizzazione chimico-fisica microbiologica ed ecotossicologica sopra descritta diverranno gli elementi necessari per la redazione dell'analisi di rischio sanitario-ambientale, da utilizzarsi per la valutazione dell'ammissibilità dell'immersione del materiale dragato nelle strutture di conterminazione e/o presso apposito impianto autorizzato compatibilmente con i quantitativi da rimuovere.

Nel caso fossero presenti idrocarburi nei campioni in concentrazioni superiori alle CSC, occorre eseguire una speciazione (MADEP).

Il numero di campioni deve essere determinato in base alla successione stratigrafica (almeno 2 cp per strato).

Tale attività dovrà essere concordata con la stazione appaltante e soprattutto recepire eventuali richieste/indicazioni che potranno essere effettuate dall'ARPAC.

3.10 Integrazioni derivanti dalla conferenza di servizi del 18/02/2015

Ad integrazione e/o al fine di fornire tutte le informazioni necessarie all'impresa esecutrice, per l'espletamento delle attività previste, si precisa che nell'ambito della Conferenza di servizi Istruttoria del 18/02/2015 tenutasi presso il ministero dell'Ambiente è stato convenuto:

- relativamente ai saggi biologici, sempre in continuità con le indagini effettuate in passato, che si dovrà procedere analizzando il batterio *Vibrio Fischeri e Corophium Orientale* applicati alla fase solida e l'alga unicellulare *Dunaliella* applicata alla fase liquida;
- che si procederà all'analisi dell'azoto e fosforo totale su tutti i campioni;
- che la tabella di riferimento per i limiti di quantificazione analitica è quella prevista nel D.M. 04/08/2010.

4. RICOGNIZIONE DI ORDIGNI BELLICI

Le indagini sia geognostiche che ambientali dovranno essere preceduta da ricognizione bellica sia superficiale che profonda, volta all'individuazione di eventuali ordigni presenti all'interno del fondale marino.

Per ciascuna delle n. 7 zone in cui saranno effettuate le perforazione, si prevede di eseguire:

- la ricognizione superficiale all'interno di una maglia quadrata di lato pari a 2,8 metri;
- la ricognizione profonde nei vertici della predetta maglia fino a variabili tra 5,00 metri e 8,00 metri all'interno del fondale.

5. TEMPISTICA

Il programma di lavoro stimato per l'esecuzione delle indagini e della elaborazione e restituzione dei relativi dati è indicativamente stimato come segue (in giorni naturali e consecutivi):

- indagini geognostiche ed ambientali in situ: 15 giorni;
- indagini geognostiche ed ambientali di laboratorio: 30 giorni;
- relazioni (geologica ed ambientale) ed analisi di rischio: 15 giorni;

pertanto il tempo utile complessivo necessario per l'esecuzione delle predette attività risulta pari a 60 giorni naturali e consecutivi.

6. COSTI

Il costo complessivo delle indagini geognostiche e ambientali, da pagare a misura, è pari a € 265.512,55.

Tale importo complessivo comprende l'onere della redazione delle relazioni specialistiche (*geologica*, per le indagini geognostiche, e *ambientale*, comprensiva di *analisi di rischio*, per le indagini ambientali) e della loro restituzione grafica su carta e su idoneo supporto informatico, unitamente a ogni altra documentazione inerente i risultati delle indagini.

Una rappresentazione più dettagliata dei costi è riportata negli specifici elaborati della perizia di indagine, ossia il *computo metrico* e il *quadro economico*.