

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO PER LA
 PRODUZIONE DI ENERGIA MEDIANTE LO SFRUTTAMENTO DEL VENTO
 NEL MARE ADRIATICO MERIDIONALE - LUIPIAE MARIS
 35 WTG – 525 MW

PROGETTO DEFINITIVO - SIA

Progettazione e SIA



Indagini ambientali e studi specialistici



Studio misure di mitigazione e compensazione



supervisione scientifica



SIA.ES.6 INDAGINI E CARATTERIZZAZIONE DEI FONDALI

REV. DATA DESCRIZIONE

ES.6.4 Caratterizzazione chimico-fisica, microbiologica ed ecotossicologica dei sedimenti, delle acque e delle comunità bentoniche

REV.	DATA	DESCRIZIONE



INDICE

1	PREMESSA	1
2	INDAGINI AMBIENTALI SVOLTE	1
2.1	ATTIVITÀ DI CAMPIONAMENTO	3
2.2	ANALISI CHIMICO-FISICHE, MICROBIOLOGICHE ED ECOTOSSICOLOGICHE	4
2.3	ANALISI DELLA COMUNITÀ MACROZOOBENTONICA	6

1 PREMESSA

Il presente elaborato riporta la caratterizzazione chimico-fisica, microbiologica ed ecotossicologica dei sedimenti, delle acque e delle comunità bentoniche relativamente al progetto per la realizzazione di un impianto per la produzione di energia mediante lo sfruttamento del vento nel Mare Adriatico Meridionale formato da 35 generatori eolici della potenza unitaria di 15.0 MW, per una potenza complessiva di 525 MW.

2 INDAGINI AMBIENTALI SVOLTE

L'obiettivo delle indagini ambientali è stato quello di:

- individuare le caratteristiche chimiche, fisiche, microbiologiche ed ecotossicologiche dei sedimenti,
- studio della comunità macrozoobentonica.

La strategia di campionamento del sedimento e del benthos fa riferimento al D.M. 24/01/1996, prendendo in considerazione sia il tracciato dei collegamenti a terra del parco eolico (circa 16.30 km) sia l'area del parco (circa 75 km²).

In base a quanto specificato dal DM 24.01.96 (all. B/2), ai fini della caratterizzazione analitica dei materiali, i campioni sono stati prelevati nello strato superficiale dei sedimenti in stazioni posizionate **lungo la direttrice del tracciato dell'elettrodotto** con una frequenza di prelievo di una stazione ogni 200 metri sino a 1000 metri di distanza dalla costa per un numero di 5 stazioni.

Per il tratto successivo sino a tre miglia dalla costa, sono stati campionati ulteriori 5 stazioni.

Per i tratti successivi sino a completamento del tracciato, la frequenza di prelievo varia a seconda della tipologia del substrato e della variabilità delle biocenosi, per un totale di n. 3 stazioni, in modo tale da ottenere una rappresentazione significativa delle caratteristiche dell'area. Pertanto, lungo la direttrice del tracciato del cavo di collegamento sono state previste un totale di **n. 13 stazioni** così suddivise:

- n. 5 stazioni entro il primo km dalla costa,
- n. 5 stazioni comprese tra il primo km e 3 MN dalla costa,
- n. 3 stazioni oltre le 3 MN.

Nell'**area del Parco eolico** che si stima sia di circa 75 km² con batimetriche inferiori ai 200 m (circa 150 m), sono state **n. 6 stazioni** tali da ottenere una rappresentazione significativa delle caratteristiche dell'area.

Pertanto, il **numero di stazioni previste in totale è di 19**.

Per ogni stazione è stata campionata n. 1 replica di sedimento per la caratterizzazione fisico, chimica, microbiologica ed ecotossicologica e n. 2 repliche di macrozoobenthos.

Pertanto, il **numero totale di campioni previsti per la caratterizzazione è pari a 19**, mentre quello **per il macrozoobenthos è pari a 38**.

In Tabella sono riportate le coordinate GPS delle stazioni di prelievo del sedimento e del macrozoobenthos. mostrate in Figura.

Parco Eolico Brindisi

Area	Codice Stazione	WGS84 Gradi, minuti decimali - hddd°mm.mmm'	
		Latitudine	Longitudine
AREA TRACCIATO	BR1	40° 33.647' N	18° 2.610' E
	BR2	40° 33.681' N	18° 2.744' E
	BR3	40° 33.716' N	18° 2.892' E
	BR4	40° 33.750' N	18° 3.038' E
	BR5	40° 33.785' N	18° 3.198' E
	BR6	40° 33.925' N	18° 3.829' E
	BR7	40° 34.083' N	18° 4.551' E
	BR8	40° 34.153' N	18° 5.474' E
	BR9	40° 34.474' N	18° 5.948' E
	BR10	40° 34.840' N	18° 6.346' E
	BR11	40° 34.477' N	18° 11.999' E
	BR12	40° 33.805' N	8° 16.865' E
	BR13	40° 31.436' N	18° 24.045' E
AREA PARCO EOLICO	BR14	40° 27.888' N	18° 31.771' E
	BR15	40° 33.647' N	18° 2.610' E
	BR16	40° 33.681' N	18° 2.744' E
	BR17	40° 33.716' N	18° 2.892' E
	BR18	40° 33.750' N	18° 3.038' E
	BR19	40° 33.785' N	18° 3.198' E

Coordinate GPS delle stazioni di campionamento del sedimento e del macrozoobenthos



Stazioni di campionamento del sedimento e del macrozoobenthos

2.1 ATTIVITÀ DI CAMPIONAMENTO

Il piano di campionamento ha previsto il prelievo di campioni a fondo mare con Benna modello Van Veen. I prelievi sono stati finalizzati al campionamento e all'analisi dello strato superficiale di sedimenti a fondo mare e le operazioni di prelievo garantiscono il minimo rimaneggiamento della compagine stratigrafica per consentire la caratterizzazione del velo superficiale (0 -2 cm) e, quindi, la valutazione dello stato dei luoghi. Per ogni stazione di prelievo è stato compilato un modulo contenente le seguenti informazioni:

- data e ora di prelievo;
- condizioni meteorologiche e marine;
- codice della stazione di campionamento, secondo le sigle concordate con il Rappresentante Tecnico;
- coordinate effettive (registrate al momento dell'abbassamento del campionatore grab);
- profondità;
- eventuali osservazioni e/o note.

I campioni sono stati raccolti in modo che ogni campionatore contenga un volume minimo di sedimenti di almeno 5 litri per i campioni raccolti da fondali marini con sedimenti sabbiosi e di almeno 10 litri per i campioni raccolti da fondali fangosi (ISO/DIS 16665 - *Water Quality - Guidelines for quantitative sampling and sample processing of marine soft-bottom macrofauna*, 2003).

Una volta recuperata a bordo, la benna è stata alloggiata in un'apposita vasca-contenitore ed aperta dagli sportelli superiori per procedere all'ispezione visiva del sedimento recuperato. Il sedimento, estratto dalla benna di campionamento ed alloggiato nell'apposito contenitore è campionato prima possibile in modo da ridurre l'esposizione all'aria.

Ad ogni stazione di campionamento è stato raccolto un livello superficiale (0 ÷ 2 cm) con una spatola di teflon per evitare ogni contaminazione. I campioni prelevati sono stati omogeneizzati sul campo e suddivisi in due aliquote:

- Aliquota per le determinazioni analitiche;
- Aliquota di riserva (a -20°C) al fine di consentire l'effettuazione di ulteriori prove.

Le ulteriori aliquote necessarie per le determinazioni analitiche sono state ulteriormente suddivise in contenitori di plastica (polietilene - PE) per le analisi fisiche, dei metalli, dei macronutrienti, microbiologiche ed ecotossicologiche e in contenitori di polietilene decontaminato ad alta densità (HDPE) per le analisi dei contaminanti organici.

Per ogni stazione di campionamento è stato prodotto un verbale di campionamento con i dati di ciascuna stazione e la descrizione macroscopica del sedimento, supportata da fotografie del materiale campionato.

I campioni per l'analisi granulometrica e quelli per le analisi microbiologiche ed ecotossicologiche sono stati conservati a 4 ° C, mentre i campioni per l'analisi chimica e la riserva a -20 ° C.

L'etichetta dei contenitori contiene le seguenti informazioni:

- nome o iniziale del progetto;
- data e ora in cui è stato prelevato il campione;
- iniziale della stazione di campionamento;
- il numero del contenitore rispetto al numero totale di contenitori utilizzati per quel campione (1/2, 2/2, ecc.).

Le informazioni riportate sull'etichetta sono state registrate anche sul foglio della stazione di campionamento per identificare il campione.

I campioni di sedimento prelevati in campo sono stati maneggiati con cura in modo da non alterare le condizioni chimico fisiche del sedimento prima di effettuare le analisi, nel rispetto delle indicazioni EN ISO 5667 – 19 (2004).

In particolare, durante le procedure di prelievo, conservazione e trasporto dei campioni sono state garantite le seguenti condizioni:

- assenza di contaminazione derivante dall'ambiente circostante o dagli strumenti impiegati per il campionamento ed il prelievo;
- assenza di perdite di sostanze inquinanti dalle pareti dei campionatori o dei contenitori;
- protezione del campione da contaminazione derivante da cessione dei contenitori;
- adeguata temperatura di prelievo per evitare la dispersione delle sostanze volatili;
- adeguata temperatura di conservazione dei campioni;
- assenza di alterazioni biologiche nel corso dell'immagazzinamento e conservazione;
- assenza, in qualunque fase, di modificazioni chimico-fisiche delle sostanze;
- pulizia degli strumenti ed attrezzi usati per il campionamento, il prelievo, il trasporto e la conservazione, dopo ogni campionamento.

2.2 ANALISI CHIMICO-FISICHE, MICROBIOLOGICHE ED ECOTOSSICOLOGICHE

I metodi analitici utilizzati sono aggiornati e adeguati alla matrice dei sedimenti e conformi alle norme UNI/CEN/ISO ed EPA, al fine di garantire il rispetto dei requisiti minimi previsti dal Decreto Legislativo n. 219/2010. I risultati saranno accompagnati da certificati analitici.

Le caratterizzazioni analitiche sono eseguite da Istituzioni Scientifiche Pubbliche specializzate come prescritto dalla legge.

In tutti i campioni di sedimento raccolti sono state effettuate le seguenti determinazioni fisiche, chimiche, microbiologiche ed ecotossicologiche:

- Granulometria,
- Umidità percentuale,
- Peso specifico,
- TOC,
- Azoto totale,
- Fosforo totale,
- Metalli (Hg, Cd, Pb, As, Cr totale, Cu, Ni, Zn, V, Al, Fe),
- IPA (Naftalene, Acenaftene, Acenaftilene, Fluorene, Fenantrene, Antracene, Fluorantene, Pirene, Benzo[a]antracene, Crisene, Benzo[b]fluorantene, Benzo[j]fluorantene, Benzo[k]fluorantene, Benzo[a]pirene, Dibenzo[a,h]antracene, Benzo[ghi]perilene, Indeno[1,2,3-cd]pirene e la loro somma),
- Pesticidi (Aldrin, Dieldrin, Alfa-esaclorocicloesano, Beta-esaclorocicloesano, Gamma-esaclorocicloesano, DDT, DDD, DDE, Esaclorobenzene, Esaclorobutadiene, Alaclor, Clorfenvinfos, Clorpirifos, Endosulfan),
- Idrocarburi C_{>12} e C_{<12},

- PCB (PCB 28, PCB 52, PCB 77, PCB 81, PCB 101, PCB 118, PCB 126, PCB 128, PCB 138, PCB 153, PCB 156, PCB 169, PCB 180, PCB 105, PCB 114, PCB 123, PCB 157, PCB 167, PCB 170, PCB 189 e la loro somma),
- Composti organostannici (TBT, DBT, MBT),
- Determinazioni microbiologiche (coliformi fecali e totali, streptococchi fecali).

La caratterizzazione chimica dei materiali è omessa qualora il contenuto in sabbia o in componenti di granulometria superiore a 2 mm superi il 90 %, come indicato dal D.M. 24.01.1996. I risultati chimici analitici sono espressi come mg o µg/kg o % di sostanza secca; i risultati microbiologici sono espressi come CFU o MPN/kg o /g di sostanza secca.

Su un terzo dei campioni di sedimento, quindi su n. 6 campioni vengono eseguiti dei test ecotossicologici (n. 3 specie test a campione). I test vengono svolti sui sedimenti e sui loro elutriati, con almeno tre specie di prova appartenenti a phyla distanti che rappresentano diversi livelli trofici, come microrganismi, alghe, crostacei, echinodermi o molluschi. La batteria di prova da utilizzare è conforme alle indicazioni riportate nel Decreto Ministeriale dell'Ambiente n. 173 del 15 luglio 2016.

Nella tabella qui di seguito vengono schematicamente elencate le metodiche analitiche per la realizzazione delle analisi fisiche e chimiche.

Variabile	Metodologia di analisi	Strumentazione
Granulometria	Manuale ICRAM 2003	Vibrosetacciatore AS200, Retsch
% Umidità	DM 13/09/1999 Met II.2	Stufa
Peso specifico	ASTM D854	Picnometro
TOC	DM 13/09/1999 Met. VII.1	EA Flash, Thermo
Azoto totale	DM 13/09/1999 Met. VII.1	EA Flash, Thermo
Fosforo totale	EPA	ICP-OES Optima 8000,
Metalli- Hg, Cd, Pb, As, Cr totale, Cu, Ni, Zn, V, Al, Fe	EPA 3051/2007+EPA6010C/2007	ICP-OES Optima 8000, PerkinElmer
IPA - Naftalene, Acenaftene, Acenaftilene, Fluorene, Fenantrene, Antracene, Fluorantene, Pirene, Benzo(a)Antracene, Crisene, Benzo(j)fluorantene) Benzo(b)Fluorantene, Benzo(k)Fluorantene, Benzo(a)Pirene, Dibenz(a,h)Antracene, Benzo(g,h,i)Perilene, Indeno(1,2,3,c,d)Pirene e loro sommatoria (ΣIPA)	EPA3541/1994+EPA3630C/1996+EPA 8270D/2007	GC-MS QP2010 Plus, Shimadzu
Pesticidi - Aldrin, Dieldrin, Alfa-esaclorocicloesano, Beta-esaclorocicloesano, Gamma-esaclorocicloesano, DDT, DDD, DDE, Esaclorobenzene, Esaclorobutadiene, Alaclor, Clorfenvinfos, Clorpirifos, Endosulfan	EPA3545A/2007+EPA 3630C/1996+EPA 8270E/2018	GC 2010, Shimadzu
PCB - PCB 28, PCB 52, PCB 77, PCB 81, PCB 101, PCB 118, PCB 126, PCB 128, PCB 138, PCB 153, PCB 156, PCB 169, PCB 180, PCB 105, PCB 114 PCB 123, PCB 157, PCB 167, PCB 170, PCB 189 e la loro sommatoria da calcolo <LQ (ΣPCB)	EPA3545A/2007+EPA3630C/1996+EPA 8270E/2018	GC-MS QP2010 Plus, Shimadzu
Idrocarburi leggeri C<12	EPA 5021A/2014+EPA 8015C/2007	GC-MS QP2010 Plus, Shimadzu
Idrocarburi pesanti C>12	UNI EN ISO 16703:2011	GC-MS QP2010 Plus, Shimadzu
Composti organostannici (TBT, DBT, MBT)	ICRAM App. 1 2001 - 2003	GC-MS QP2010 Plus, Shimadzu

Metodiche di analisi e strumentazione utilizzate le analisi fisiche e chimiche.

Le analisi microbiologiche su tutti i campioni di sedimento riguarda la ricerca di Coliformi fecali e totali e di Streptococchi fecali, che vengono condotte secondo le metodiche riportate nel Quaderno 64 Vol. 1/1983 CNR-IRSA n. 3.1, 3.2 e 3.3, rispettivamente.

La stima del pericolo ecotossicologico associato alle varie fasi di movimentazione dei sedimenti viene effettuata mediante l'esecuzione di saggi di tossicità, che consentono una misura diretta e quantificabile del rischio che si manifestino effetti dannosi per il biota. Viene impiegata una batteria di saggi biologici composta da tre specie-test appartenenti a classi sistematiche e filogenetiche differenti, applicata sia alla fase solida del sedimento (sedimento tal quale) sia ad estratti di esso (elutriato) e in grado di valutare sia gli effetti a breve termine (tossicità acuta) che a lungo termine.

Sulla base delle specifiche tecniche, si presentano di seguito gli organismi-test da cui vengono prescelti quelli ritenuti più significativi per poter meglio valutare il rischio tossicologico (un saggio biologico per ciascuna tipologia):

- **Tipologia 1** - Test in fase solida: stima della mortalità dell'anfipode *Corophium spp* applicato al sedimento tal quale oppure in alternativa misura della riduzione della bioluminescenza del batterio *Vibrio fischeri* sulla fase solida;
- **Tipologia 2** - Test in fase liquida applicato all'elutriato: misura della riduzione della bioluminescenza del batterio *Vibrio fischeri* oppure in alternativa stima della riduzione dell'accrescimento algale de su *Phaeodactylum tricornutum* o *Dunaliella tertiolecta*;
- **Tipologia 3** - Test con effetti cronici in fase liquida applicato all'elutriato: stima delle malformazioni embrionali su *Crassostrea gigas* oppure in alternativa su *Paracentrotus lividus*.

Di seguito si riportano le metodiche dei vari saggi biologici proposti.

Tipologia	Saggio biologico	Metodica
1	Tossicità acuta di sedimenti marini ed estuarini con <i>Corophium spp</i>	ISO 16712:2005
	Test di inibizione della bioluminescenza con <i>Vibrio fischeri</i> – fase solida	ICRAM, 2001 - Metodologie analitiche di riferimento, Sedimenti, - Appendice 2
2	Test di inibizione della crescita algale con <i>Phaeodactylum tricornutum</i>	ASTM E1218-04(2012), UNI EN ISO 1053:2016
	Test di inibizione della crescita algale con <i>Dunaliella tertiolecta</i>	ASTM E1218-04(2012)
	Test di inibizione della bioluminescenza con <i>Vibrio fischeri</i>	ISO 11348-1:2007/Amd.1:2018
3	Test di embriotossicità con <i>Paracentrotus lividus</i> (riccio di mare)	EPA/600/R-95/136
	Test di embriotossicità con <i>Crassostrea gigas</i> (ostrica)	ISO 17244:2015

I campioni di sedimento una volta prelevati, sono stati conservati in contenitori di polietilene a temperatura refrigerata (+4°C) e sono stati processati entro le tempistiche indicate nei protocolli di ciascun test e comunque in accordo con quanto previsto dalla normativa di riferimento.

2.3 ANALISI DELLA COMUNITÀ MACROZOOBENTONICA

I campioni di macrozoobenthos (n° 38 campioni) sono stati setacciati a bordo al momento del campionamento su setacci con maglia di 1 mm e conservati in soluzione fissante. I campioni sono, quindi,

sottoposti a selezione (*sorting*) e suddivisione degli organismi per grandi taxa: Crostacei, Policheti, Molluschi e “Altro” (Echinodermi, Cnidari, Nematodi, Cordati ecc.).

Successivamente al prelievo, i campioni sono stati analizzati in laboratorio dove è stata effettuata la determinazione specifica al maggiore dettaglio possibile (specie o genere) utilizzando la più recente documentazione tassonomica disponibile per i vari taxa. Segue la compilazione di una tabella sinottica specie stazione di campionamento che è alla base di indagini statistiche sia univariate che multivariate che prevedono il calcolo dei principali indici ecologici per stazione, la caratterizzazione delle aree in base alle loro differenti composizioni faunistiche (indagini multivariate) nonché la valutazione dello stato di qualità ambientale per stazione tramite M-AMBI test, secondo D.Lgs 260/10.