



Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento Protezione civile

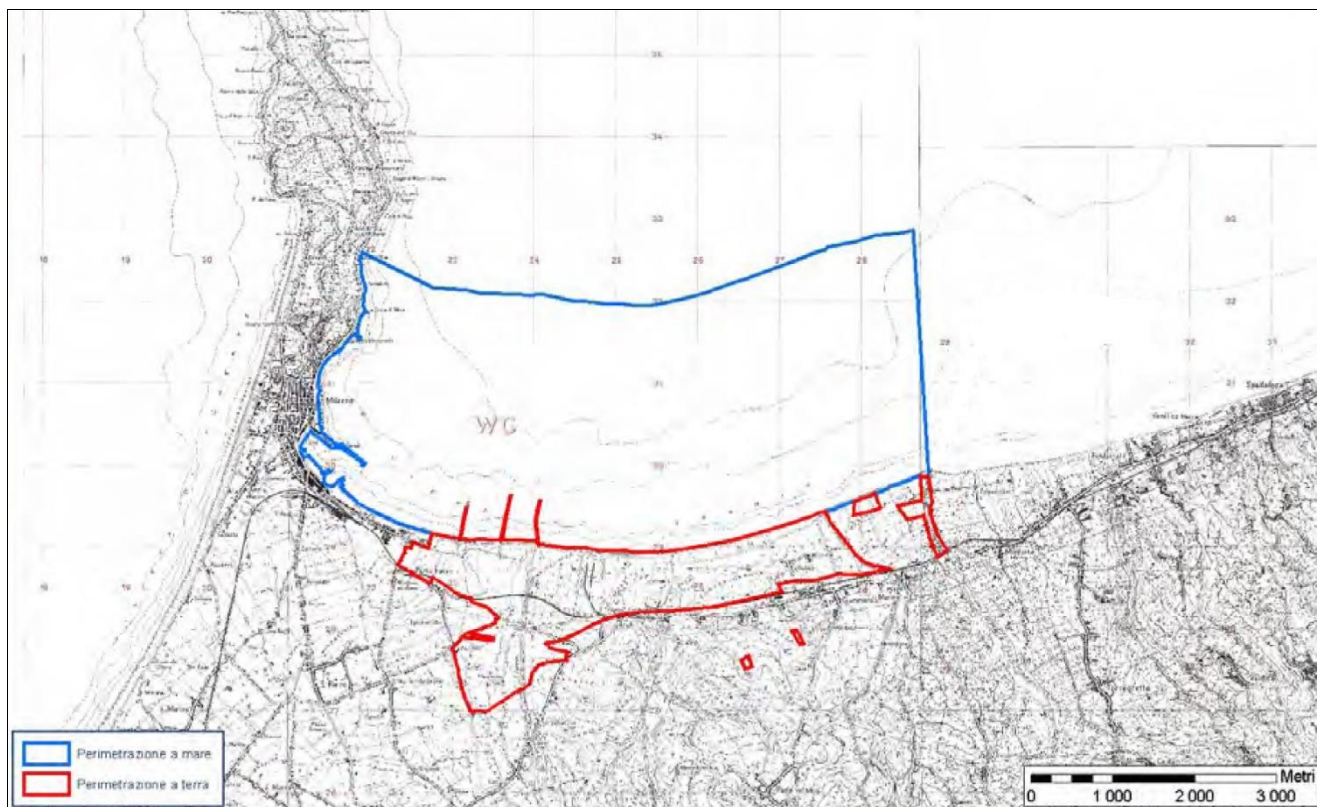


Regione Siciliana

Presidenza del Consiglio dei Ministri
Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità
Dipartimento Regionale dell'Acqua e dei Rifiuti
ex O.C.D.P.C. n. 44 /2013 e ss.mm.ii. in materia di bonifiche e tutela delle acque

Accordo di Programma "Per la definizione degli interventi di messa in sicurezza e bonifica delle aree comprese nel Sito di Interesse Nazionale Area industriale di Milazzo" del 23.02.2011

Piano di caratterizzazione ambientale dell'area marino-costiera e degli arenili (comprese le acque di falda) inclusi nella perimetrazione del SIN "Area industriale di Milazzo"



1 - RELAZIONE TECNICA

Il Progettista Dott. Geol. Andrea Lipari	Il Coord. Sicur. fase di Progettazione Ing. Marco Ferrante	Il Responsabile del Procedimento Dott. Geol. Salvo Puccio
--	--	---

Data	N. Revisione	Descrizione
Luglio 2009	0	Prima emissione redatta da ISPRA
Giugno 2017	1	Ottemperanza alle prescrizioni di cui al Decreto MATTM prot. n. 1072/TRI/DI del 31.01.2011



ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

**PIANO DI CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE
DELL'AREA MARINO COSTIERA
PROSPICIENTE IL SITO DI BONIFICA DI INTERESSE NAZIONALE
AREA INDUSTRIALE DI MILAZZO**

Luglio 2009

CII-Pr-SI-MI-01.23



Responsabili scientifici

Dott. Massimo Gabellini
Dott.ssa Antonella Ausili

Referenti tecnici

Dott.ssa Maria Celia Magno
Ing. Carlo Innocenti
Dott.ssa Iolanda Lisi
Dott. Ing. Valentina Modesti
Dott. Ing. Elena Mumelter
Dott.ssa Marina Penna
Dott.ssa Maria Elena Piccione
Dott.ssa Paola Renzi
Dott.ssa Elena Romano
Ing. Lorenzo Rossi
Dott.ssa Antonella Tornato
Dott.ssa Gabriella Zonedda

Staff tecnico

Dott. Francesco Ciaprini
Dott. Matteo Conti
Valentina Darida
Ing. Sara Dastoli
Dott.ssa Laura Gastaldi
Ing. Nicoletta Gazzea
Ing. Serena Geraldini
Ing. Francesca Giaime
D.ssa Roberta Girardi
Francesco Loreti
Dott. Giacomo Martuccio
Dott.ssa Elena Pallottini
Dott. Ing. Andrea Salmeri
Dott. Ing. Damiano Scarcella
Dott. Giuseppe Trincherà
Dott. Ing. Valentina Trama

Con la collaborazione della Dott.ssa Chiara Fiori



PIANO DI CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE DELL'AREA MARINO COSTIERA PROSPICIENTE IL SITO DI BONIFICA DI INTERESSE NAZIONALE DELL' AREA INDUSTRIALE DI MILAZZO

SOMMARIO

1	INTRODUZIONE	5
2	CARATTERISTICHE AMBIENTALI DELL'AREA.....	7
2.1	CARATTERISTICHE GEOLOGICHE	8
2.2	CARATTERISTICHE IDROLOGICHE ED IDROGEOLOGICHE.....	9
2.3	CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE DELLA FASCIA COSTIERA.....	11
2.4	CARATTERISTICHE CLIMATICHE	12
2.5	CARATTERISTICHE IDRODINAMICHE.....	15
2.6	ATTIVITÀ ANTROPICA NELL' AREA.....	15
2.7	INDAGINI PREGRESSE SUI SEDIMENTI DELL' AREA PERIMETRATA.....	16
3	MODELLO CONCETTUALE DI MIGRAZIONE DEI CONTAMINANTI	24
4	DESCRIZIONE OBIETTIVI E ATTIVITÀ.....	25
5	STRATEGIA DI CARATTERIZZAZIONE DEI SEDIMENTI MARINI.....	27
5.1	STRATEGIA DI CAMPIONAMENTO DELL' AREA PORTUALE "RIMANENTE"	28
5.1.1	<i>Schema di campionamento e scelta dei campioni.....</i>	<i>28</i>
5.1.2	<i>Indagini di fondo scavo nelle aree portuali interessate da interventi di dragaggio</i>	<i>29</i>
5.2	STRATEGIA DI CAMPIONAMENTO DELLA FASCIA COSTIERA.....	30
5.2.1	<i>Arenili - Schema di campionamento e scelta dei campioni.....</i>	<i>30</i>
5.2.2	<i>Fondali- Schema di campionamento e scelta dei campioni.....</i>	<i>31</i>
5.3	SCHEMA COMPLESSIVO DELLA STRATEGIA DI CAMPIONAMENTO	34
5.4	METODOLOGIA DI CAMPIONAMENTO E SUBCAMPIONAMENTO DEI SEDIMENTI	35
5.5	TRATTAMENTO E CONSERVAZIONE DEI CAMPIONI DI SEDIMENTO	38
5.6	ANALISI PREVISTE SUI SEDIMENTI MARINI.....	40
5.6.1	<i>Analisi previste sui sedimenti dell' "area portuale rimanente"</i>	<i>40</i>
5.6.2	<i>Analisi previste sui sedimenti degli arenili della fascia costiera.....</i>	<i>41</i>
5.6.3	<i>Analisi previste sui sedimenti dei fondali della fascia costiera</i>	<i>43</i>
6	STRATEGIA DI CARATTERIZZAZIONE DEGLI ORGANISMI	45
6.1	SCHEMA DI CAMPIONAMENTO	45
6.1.1	<i>Bioaccumulo dei contaminanti negli organismi marini.....</i>	<i>45</i>
6.1.2	<i>Valutazione della struttura della comunità macrozoobentonica</i>	<i>46</i>
6.2	METODOLOGIA DI CAMPIONAMENTO	46
6.2.1	<i>Bioaccumulo dei contaminanti negli organismi marini.....</i>	<i>46</i>
6.2.2	<i>Valutazione della struttura della comunità macrozoobentonica</i>	<i>46</i>
6.3	TRATTAMENTO E CONSERVAZIONE DEI CAMPIONI.....	47
6.3.1	<i>Bioaccumulo dei contaminanti negli organismi marini.....</i>	<i>47</i>
6.3.2	<i>Valutazione della struttura della comunità macrozoobentonica</i>	<i>47</i>
6.4	ANALISI PREVISTE	48
6.4.1	<i>Bioaccumulo dei contaminanti negli organismi marini.....</i>	<i>48</i>
6.4.2	<i>Valutazione della struttura della comunità macrozoobentonica</i>	<i>49</i>
7	STRATEGIA DI CARATTERIZZAZIONE DELLA COLONNA D'ACQUA	50
7.1	SCHEMA DI CAMPIONAMENTO	50
7.2	METODOLOGIE DI CAMPIONAMENTO.....	50



7.3	TRATTAMENTO E CONSERVAZIONE DEI CAMPIONI.....	51
7.4	ANALISI PREVISTE.....	52
8	STRATEGIA DI CARATTERIZZAZIONE DELLE ACQUE DI FALDA.....	54
8.1	SCHEMA DI CAMPIONAMENTO.....	54
8.2	REALIZZAZIONE DEI PIEZOMETRI	55
8.3	METODOLOGIE DI CAMPIONAMENTO.....	56
8.3.1	<i>Campionamento delle acque di falda.....</i>	<i>56</i>
8.4	TRATTAMENTO E CONSERVAZIONE DEI CAMPIONI.....	57
8.5	ANALISI PREVISTE.....	58
9	METODICHE ANALITICHE	60
10	SPECIFICHE PER LA RESTITUZIONE DEI RISULTATI ANALITICI	64
	Bibliografia.....	67

ALLEGATI:

- Allegato 1: Perimetrazioni a terra e a mare e inquadramento territoriale ed ambientale del sito
- Allegato 2: Schema indicativo per il campionamento dei sedimenti degli arenili per la caratterizzazione ambientale dell'area marina perimetrata
- Allegato 3: Schema indicativo per il campionamento dei sedimenti dei fondali per la caratterizzazione ambientale dell'area marina perimetrata
- Allegato 4: Schema indicativo per il campionamento della colonna d'acqua per la caratterizzazione ambientale dell'area marina perimetrata
- Allegato 5: Schema indicativo dell'ubicazione dei piezometri in corrispondenza degli arenili per la caratterizzazione ambientale delle acque di falda

APPENDICI:

- Appendice I: Resoconto del sopralluogo eseguito da tecnici ISPRA nel dicembre 2007
- Appendice II: Attività ed informazioni pregresse sull'area



1 INTRODUZIONE

Nell'ambito del Programma Nazionale di Bonifica e di Ripristino Ambientale (D.M. 18 settembre 2001 n. 468) l'ISPRA (già ICRAM) è stato incaricato della redazione del piano di caratterizzazione ai fini della bonifica in aree marino-costiere e salmastre incluse all'interno dei Siti di bonifica di Interesse Nazionale.

Il sito di interesse nazionale "Area industriale di Milazzo" è stato istituito con Legge n. 266 del 23 dicembre 2005, art. 1, comma 561, e risulta incluso nel Programma Nazionale e ripristino ambientale ai sensi D.M. n. 308 del 28 novembre 2006 (Regolamento recante integrazioni al decreto del Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio 18 settembre 2001, n. 486, concernente il programma nazionale di bonifica e ripristino ambientale dei siti inquinati).

Successivamente all'istituzione del sito di bonifica di interesse nazionale, al fine di acquisire le prime informazioni utili alla sua perimetrazione, il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, con nota prot. n. 1109/QdV/DI/VII/VIII del 18 gennaio 2006, ha richiesto a Regione Sicilia, Vice Commissario delegato per l'emergenza ambientale della regione siciliana, Assessorato regionale territorio e ambiente della regione siciliana, ARPA Sicilia e ISPRA (già ICRAM) di fornire le indicazioni utili relative alle aree potenzialmente contaminate dell'area.

Con D.M. 11 agosto 2006 (pubblicato in G.U. n. 256 del 3/11/06) il MATTM ha approvato una perimetrazione provvisoria del sito (Figura 1), che potrà essere estesa alla luce di ulteriori informazioni su aree potenzialmente contaminate.

Al fine di predisporre il piano di caratterizzazione per l'area marina perimetrata l'ISPRA (già ICRAM), con la collaborazione degli Enti locali territorialmente competenti, ha raccolto tutte le informazioni utili alla definizione del quadro ambientale del sito e del modello concettuale di diffusione della contaminazione ed ha eseguito specifici sopralluoghi in campo.

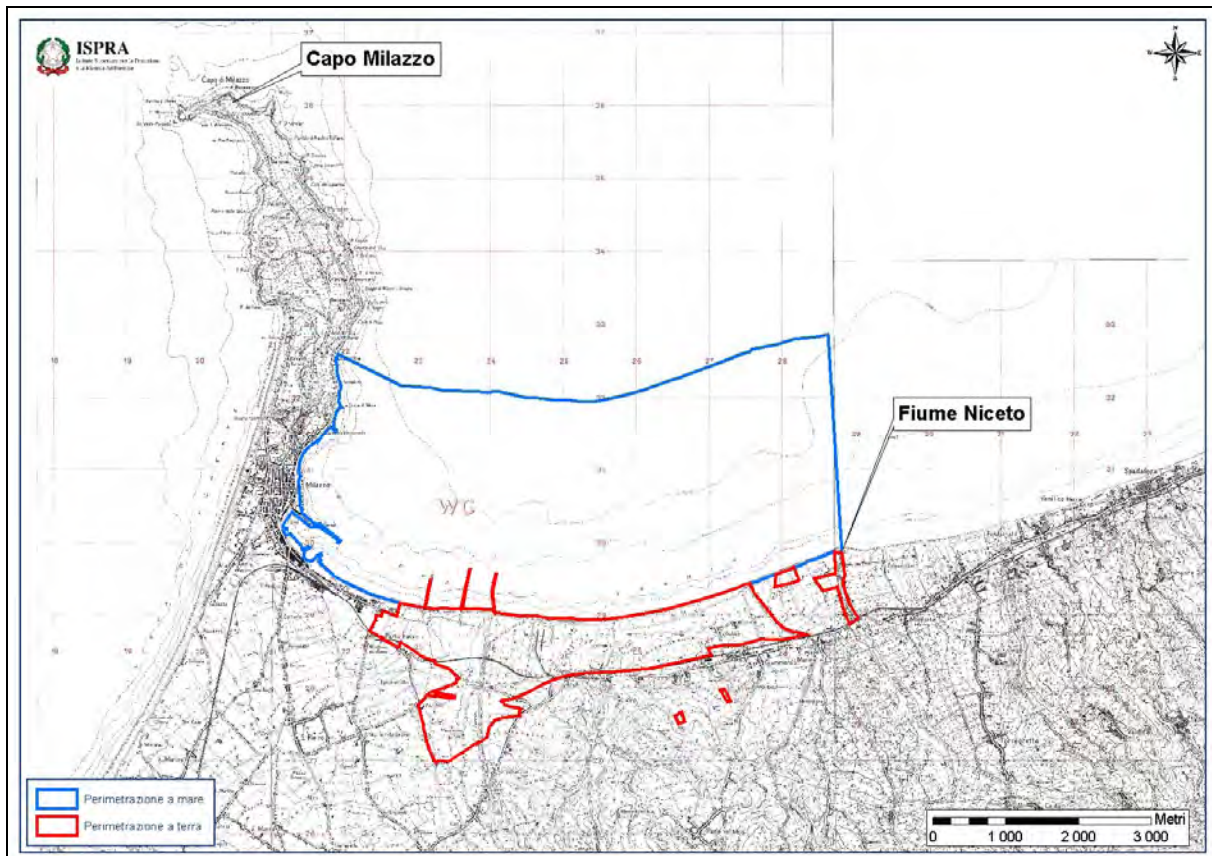


Figura 1: D.M. 11 agosto 2006 - Perimetrazione provvisoria del Sito di Interesse Nazionale "Area industriale di Milazzo"

Il presente documento (rif. doc. ISPRA # CII-Pr-SI-MI-01.23) rappresenta pertanto il piano di caratterizzazione ambientale dei fondali e degli arenili inclusi nella perimetrazione del sito di bonifica di interesse nazionale dell' "Area industriale di Milazzo".

Il documento è articolato nel modo seguente:

- è inizialmente riportato un inquadramento ambientale del sito in esame (cap. 2);
- nel capitolo 3, sulla base delle informazioni disponibili, viene presentato il modello concettuale di migrazione dei contaminanti dalle sorgenti verso mare; seguono:
- la descrizione degli obiettivi del piano di caratterizzazione e delle attività necessarie al loro conseguimento (cap. 4);
- la descrizione della strategia di caratterizzazione per i sedimenti (cap. 5), per gli organismi (cap. 6) e per la colonna d'acqua (cap. 7);
- nel capitolo 8 viene descritta la strategia di campionamento delle acque di falda;
- vengono infine fornite indicazioni sulle metodiche analitiche da seguire per l'esecuzione delle analisi su sedimenti ed organismi marini (cap. 9) nonché le specifiche per la restituzione dei risultati analitici (cap. 10).

2 CARATTERISTICHE AMBIENTALI DELL'AREA

Il sito di bonifica di interesse nazionale "Area industriale di Milazzo" si estende lungo la fascia costiera della Sicilia nord-orientale, nel tratto compreso tra Capo Milazzo ad Ovest ed il fiume Niceto ad Est (Figura 1).

In particolare, il sito di bonifica di interesse nazionale di Milazzo interessa un tratto di costa di lunghezza pari a circa 11 km, soggetto ad intensa attività antropica e caratterizzato dalla presenza di numerose opere di protezione costiera (scogliere, opere radenti, pennelli ortogonali, obliqui e a T), con un'estensione verso mare di circa 3 km.

L'area perimetrata ricade all'interno della cosiddetta "Piana di Milazzo", estensione pianeggiante di ampiezza compresa tra i 2 e i 6 km e leggermente degradante verso mare, dove sono localizzati il maggior numero di insediamenti (Comuni di Milazzo, Monforte San Giorgio, Pace del Mela, San Filippo del Mela e San Pier Niceto). All'interno della perimetrazione ricade anche il Porto di Milazzo, importante porto commerciale, industriale e turistico.

L'area perimetrata è adiacente al promontorio di Capo Milazzo (Figura 2), considerato "Sito di Importanza Comunitaria (SIC)" (Decreto Ministeriale 3/4/2000) e, ai sensi delle Direttive Comunitarie 92/43 e 79/409, "Zona di Protezione Speciale".

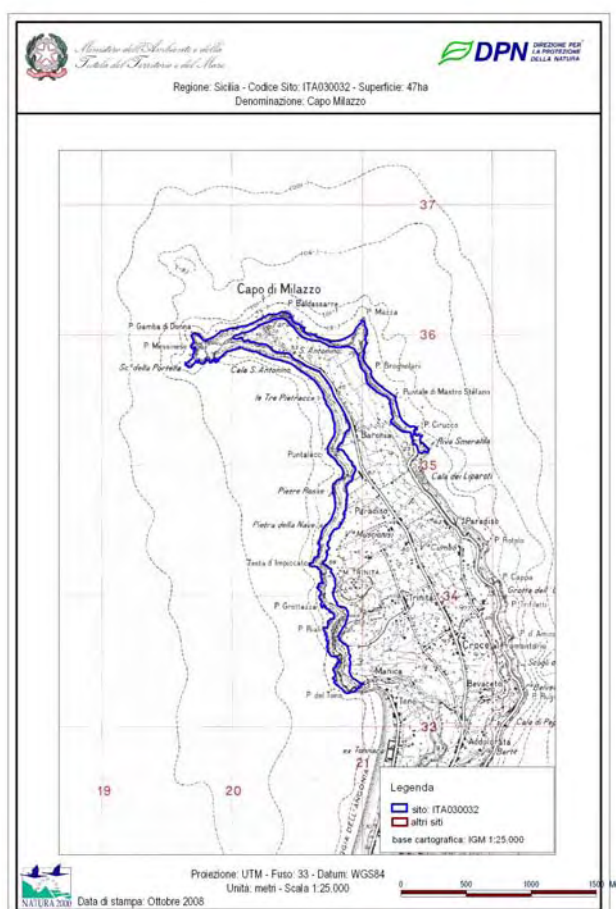


Figura 2: Sito di Capo Milazzo (ITA030032)



In Allegato 1 sono riportati l'inquadramento territoriale ed ambientale del Sito di Interesse Nazionale "Area industriale di Milazzo" e la planimetria indicativa delle aziende incluse nella perimetrazione provvisoria del sito.

Nei paragrafi successivi verranno descritte le principali caratteristiche della fascia costiera inclusa nella perimetrazione del Sito di Interesse Nazionale. In particolare, considerando gli effetti che le correnti marine generate dal moto ondoso sulla morfologia emersa e sommersa della fascia costiera hanno sulla dinamica litoranea dell'area, verranno presi in considerazione i seguenti argomenti:

- geologia e idrogeologia dell'area: finalizzata a definire le caratteristiche e le principali sorgenti dei sedimenti (natura, tessitura e granulometria) di spiaggia emersa e sommersa;
- morfologia costiera: conformazione della costa (alta o bassa, rocciosa o sabbiosa), della spiaggia emersa e sommersa, del complesso degli interventi antropici di tipo insediativo, industriale o ai fini di protezione del litorale;
- caratteristiche idrodinamiche: moto prevalente delle correnti in direzione longitudinale e trasversale rispetto la linea di riva;
- caratteristiche climatiche: esposizione del paraggio ai fattori meteo-marini (vento, moto ondoso e correnti indotte).

2.1 Caratteristiche geologiche

L'area di studio, ubicata nel settore siciliano nord-orientale, ricade geologicamente nella microplacca tirrenica conosciuta come Catena Appennino-Maghrebide, che si compone di rocce sedimentarie e metamorfiche, situate all'interno di un sistema a falde accavallate vergenti verso Sud sviluppatosi al di sopra della placca Africana con vergenza settentrionale.

Il contatto tra le placche ha originato un'avanfossa lungo il margine settentrionale della crosta continentale Africana, che successivamente è stata colmata da sedimenti argillosi di età Quaternaria. Queste argille costituiscono in gran parte il substrato dei fianchi orientale e meridionale dell'edificio vulcanico del Monte Etna, e sono conosciute come argille sub-Etnee. Più a sud, la crosta Africana è rappresentata in superficie dalle piattaforme carbonatiche e clastiche del *plateau* Ibleo, che costituisce la Sicilia sud-orientale (Rust e Kershaw, 2000).

In particolare, l'area di studio appartiene all'unità strutturale dei Monti Peloritani, che rappresenta la porzione più meridionale dell'Arco Calabro. Le formazioni riscontrate nella zona in esame appartengono principalmente a successioni post-orogeniche (formazioni plio-pleistoceniche costituite da sabbie, ghiaie, limi e calcari marnosi) e tardo-orogeniche (calcari con lenti di gessi e conglomerati poligenici) che si trovano in contatto tettonico al di sopra del Complesso Sicilide (Argille Scagliose). La sequenza sedimentaria che si riscontra nell'area di Milazzo rappresenta infatti le fasi deposizionali che si sono succedute dal tardo Miocene all'attuale. Il substrato è costituito dal basamento cristallino, formato da micascisti e gneiss del Complesso Calabriano. L'intera sequenza descritta è interessata da numerose faglie, non sincrone, aventi direzione prevalente NO-SE o NE-SO.



Il promontorio di Capo Milazzo, in particolare, si estende verso Nord nel Mar Tirreno per circa 10 km. E' composto principalmente da calcari miocenici ben cementati, sottoposti ad erosione marina durante l'ultimo periodo interglaciale (Tirreniano), su cui si è formata una consistente piattaforma marina (circa 60 m s.l.m.) a seguito di emersione (Rust e Kershaw, 2000).

La copertura sedimentaria recente presente nell'area del porto di Milazzo e sui fondali marini, inclusi nella perimetrazione del sito di bonifica, è invece frutto dei depositi olocenici derivanti dall'erosione delle unità summenzionate. In particolare, all'interno del porto i sedimenti sono di natura prevalentemente sabbioso-ghiaiosa, con una discreta componente siltosa rappresentata da materiali di natura quarzoso-micacea e raramente calcitica. Le sabbie, di colore ocra e grigio, sono costituite da granuli appiattiti, indice di attività di rimodellamento da moto ondoso.

La stratigrafia generale dell'area in esame può, pertanto, essere così riassunta:

- copertura di riporto;
- alluvioni recenti ed attuali (generalmente depositi incoerenti o conglomerati debolmente cementati, prodotti di antichi apparati fluvio-deltizi alimentati alla dorsale peloritana);
- argille marnose grigio-azzurre (con spessore significativo, anche superiore ai 50 metri).

2.2 Caratteristiche idrologiche ed idrogeologiche

Dal punto di vista idrologico la regione è caratterizzata prevalentemente da "fiumare", corsi d'acqua a carattere torrentizio, orientati perpendicolarmente alla linea di costa, con origine sulla catena dei Monti Peloritani (Figura 3 e Allegato 1).

In particolare, si riconoscono tre grandi bacini imbriferi: in ordine di importanza quello del Torrente Muto, quello del Torrente Corriolo, che attraversa la Raffineria di Milazzo e sfocia nel mar Tirreno lungo la Riviera di Levante, e quello del Torrente Mela, che sfocia in corrispondenza della Riviera di Ponente. Questi torrenti presentano portate liquide e solide estremamente ridotte, con conseguente scomparsa dei lobi deltizi e sbocchi focali, che localmente assumono un andamento rettilineo per la presenza di briglie ed arginature longitudinali.



Figura 3: Unità fisiografica di Milazzo.
Immagine estratta dall'Atlante delle Spiagge Italiane del CNR, 1983.

La piana di Milazzo, caratterizzata da un esteso deposito alluvionale sabbioso-ghiaioso, è sede di un sistema di acquiferi sovrapposti di tipo costiero, alimentato dai bacini dei corsi d'acqua che attraversano la pianura, quali: il Torrente Mela, il Torrente Corriolo, il Torrente Floripotema, il Torrente Niceto e il Torrente Saja Archi. Il sistema può essere considerato come un unico acquifero di tipo freatico, al cui letto si riscontra la presenza della formazione argillosa, che fa da substrato impermeabile e, contemporaneamente, confina, a partire da profondità superiori ai 100 m, il secondo corpo acquifero in pressione, con i livelli piezometrici che si innalzano fino a + 6 m s.l.m..

Nel dettaglio, il tetto della formazione argillosa è stato rinvenuto a quote comprese tra i 20 ed i 50 m dal p.c.: verso la costa le argille si trovano a partire dai 23-28 m dal p.c., mentre inoltrandosi verso l'interno tale orizzonte tende ad approfondirsi, fino a circa 40-50 m, nelle parti più meridionali della piana di Milazzo.

L'eterogeneità granulometrica che caratterizza i depositi della pianura costiera determina una variabilità in senso sia orizzontale che verticale della permeabilità, con una locale riduzione della permeabilità ed una discontinuità nella circolazione delle acque a causa della presenza di livelli di sabbie siltose e limi argillosi.

La falda libera superficiale ha una superficie piezometrica che varia tra i +4 m s.l.m. nelle zone più elevate a Sud, e i -2/-3 m s.l.m. lungo la fascia costiera.

La piezometrica è caratterizzata da variazioni stagionali dell'ordine dei 2-3 m in corrispondenza delle pianure costiere, con gradiente idraulico tendenzialmente basso. La ricarica annuale è determinata principalmente dalle piogge autunnali, ma anche dalle acque di restituzione delle sorgenti presenti nel bacino imbrifero. Il regime è fluttuante, con massimi nel semestre autunno-inverno e minimi alla fine dell'estate.

Le acque drenanti dalla piana confluiscono verso mare sia a Ponente che a Levante del promontorio di Milazzo. Da questa falda attingono più di 200 pozzi, che negli ultimi anni



hanno sensibilmente abbassato il livello piezometrico. Solo nei pozzi situati lungo la fascia litorale di Ponente si segnala la presenza di componenti salmastre, che indicano una possibile risalita della superficie d'interfaccia fra la falda di acqua dolce ed acqua salata.

2.3 Caratteristiche morfologiche della fascia costiera

In considerazione delle influenze che correnti litoranee e morfologia della spiaggia emersa e sommersa hanno sulla dinamica litoranea, sono state studiate le caratteristiche sedimentologiche, morfologiche ed antropiche dell'area.

In relazione alle caratteristiche dei sedimenti della spiaggia emersa, si riscontra un andamento del diametro dei sedimenti del gradino di battigia decrescente verso Ovest, con granuli di natura ciottolosa e ciottolosa-sabbiosa.

Le principali caratteristiche morfologiche dell'area possono essere, da Ovest verso Est, così distinte:

- Da Capo Milazzo fino al porto, la morfologia della costa è alta e rocciosa. All'interno del porto i sedimenti risultano di natura sabbioso-ghiaiosa, con una componente siltosa costituita principalmente da materiali di natura quarzoso-micacea raramente calcitica;
- Lungo la Riviera di Levante si ha il passaggio da costa alta a costa bassa. La spiaggia emersa è costituita da sedimenti la cui natura varia progressivamente da sabbia ad un alternanza di sabbia e ciottoli, fino ad arrivare ad una prevalenza della frazione ciottolosa in prossimità delle foci dei Fiumi Muto e Niceto, che contribuiscono con sedimenti prevalentemente fini (CNR, 1983);
- La natura ciottolosa dei sedimenti della spiaggia emersa si mantiene tale fino a Spadafora, mentre passa progressivamente a sabbiosa-ciottolosa procedendo verso Acquarone. Nel tratto di litorale (tra Spadafora e Sindaro Marino) sono presenti numerose opere di difesa longitudinali distaccate emergenti, mentre in quello compreso tra Sindaro Marino ed Acquarone si riscontrano cordoni di dune antropizzati. Nel tratto di litorale compreso tra Spadafora e Acquarone è stata evidenziata una generale tendenza evolutiva all'avanzamento del litorale.

Le caratteristiche morfologiche dei fondali, invece, nella fascia batimetrica compresa tra i 30 m ed i 50 m, si mantengono in tutta l'area d'indagine piuttosto omogenee, con una pendenza dei fondali mediamente compresa tra 2% e 2.5% e dimensioni granulometriche dei sedimenti tra 0.18 mm e i 2 mm.

Le uniche eccezioni sono rappresentate dal litorale in prossimità di Capo Milazzo e Acquarone, contraddistinto da coste alte e rocciose, dove le pendenze dei fondali aumentano fino a valori medi del 5% e il diametro medio dei sedimenti raggiunge valori >2 mm.

È da sottolineare anche il significativo apporto nell'assetto morfologico della fascia costiera dato dall'intensa attività antropica che si registra nell'area, come l'attività edilizia e la presenza di significativi impianti industriali.

2.4 Caratteristiche climatiche

Aspetti ondametrici

La definizione delle condizioni di stato del mare riportate nel presente paragrafo si basano sull'analisi dei dati ondametrici misurati a largo di Cetraro, con campionamento triorario presso la boa di Cetraro (coordinate: N 37°25.4 - E 15°08.8), appartenente alla Rete Ondametrica Nazionale (www.idromare.com). L'intervallo delle misure considerato per la formulazione delle considerazioni riportate nel seguito va dal 28 febbraio 1999 al 27 febbraio 2007. Considerata la distanza della boa di Cetraro dall'area di indagine, la necessità di disporre di dati a largo di Milazzo è stata risolta tramite l'applicazione di un opportuno algoritmo di calcolo (Contini e De Girolamo, 1998) che, sulla base della relazione tra direzione del vento e direzione delle onde in presenza di *fetch* limitati, ha permesso di ottenere il clima ondoso nel punto geografico prescelto a largo di Milazzo (Figura 4).

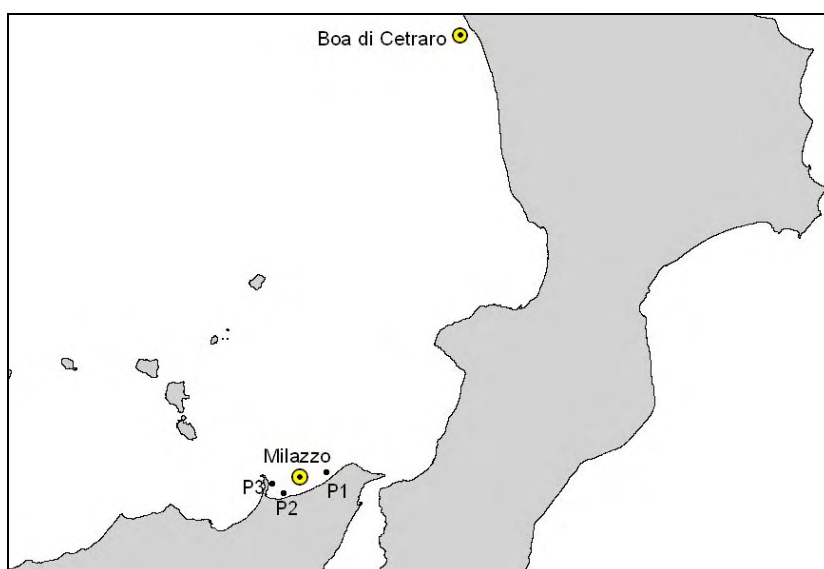


Figura 4: Localizzazione della Boa di Cetraro (della Rete Ondametrica Nazionale), del punto di trasposizione a largo di Milazzo e dei tre punti di propagazione a costa (P1, P2 e P3) all'interno dell'unità fisiografica di Milazzo.

Per meglio comprendere come la morfologia dell'area incida sulla variazione della distribuzione delle altezze d'onda, in direzione e frequenza, il clima ondametrico a largo di Milazzo è stato propagato a costa in prossimità della batimetrica dei 10 m in tre punti (punti P1, P2, P3 in Figura 4) ubicati all'interno dell'unità fisiografica di Milazzo.

A causa della particolare morfologia dell'area, il tratto di litorale compreso nell'Unità fisiografica di Milazzo risulta particolarmente esposto alle onde provenienti dal settore di traversia WNW-N, come evidenziato in Figura 5b, dove si rileva una direzione prevalente delle onde con altezza d'onda maggiore di 4 m dai settori di traversia di NNE (Grecale) e NNW-WNW (Maestrale). Le onde medio-basse ($H_s = 1 \div 2$ m) si distribuiscono all'interno di tale intervallo, mentre quelle medio-alte ($H_s = 2 \div 3$ m) si distribuiscono all'interno dell'intervallo compreso tra NNW e WNW.

In questo caso le rappresentazioni grafiche dello stato del mare mostrano come, a causa della particolare morfologia dell'area, i tratti di litorale centrale (ove è inclusa l'area d'indagine) e orientale dell'unità fisiografica di Milazzo risultano i più esposti ai fattori



meteomarinari (Figura 6a e Figura 6b). Qui il clima d'onda a costa appare conforme al clima d'onda calcolato al largo di Milazzo (Figura 5b) a meno della componente proveniente da NNE, quasi completamente assente.

Nel tratto occidentale dell'unità fisiografica di Milazzo, compreso tra Capo Milazzo e l'estremo occidentale del porto di Milazzo, si osserva invece una forte attenuazione del moto ondoso (Figura 6c). Questo tratto di litorale è caratterizzato dalla presenza delle sole onde provenienti dai settori di NE-ENE e dalla totale assenza di quelle provenienti dai settori NNW-WNW, per la probabile azione schermante esercitata da Capo Milazzo. Va precisato, inoltre, che le frequenze di accadimento in prossimità del tratto di litorale occidentale (massime circa del 4%) risultano molto più basse rispetto alle frequenze in prossimità dei tratti costieri centrali e orientali (massime comprese tra il 10% e il 15%).

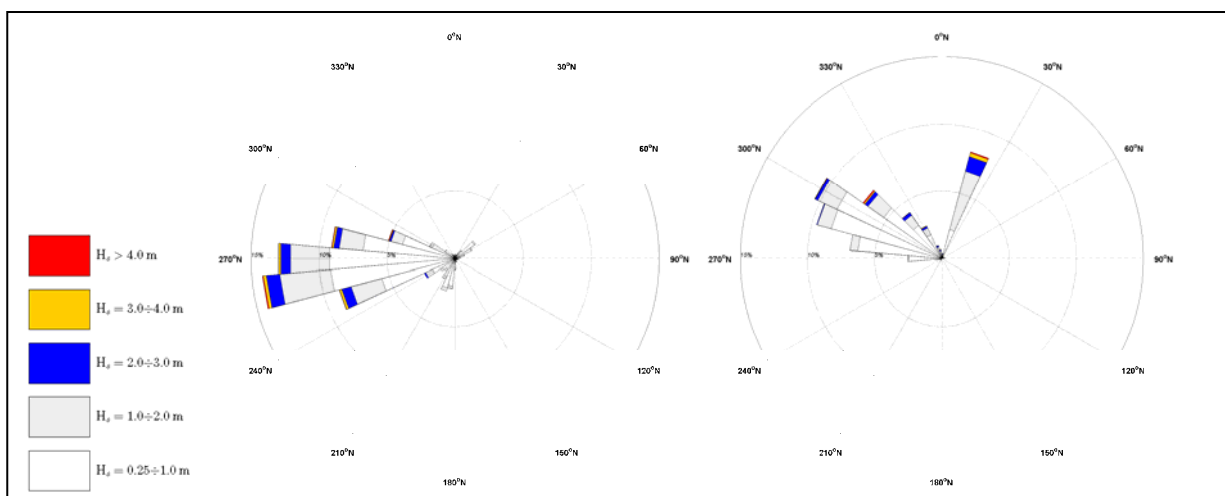


Figura 5: a) Clima ondometrico a largo di Cetraro; b) clima ondometrico a largo di Milazzo (trasposto alla batimetrica dei 50 m)

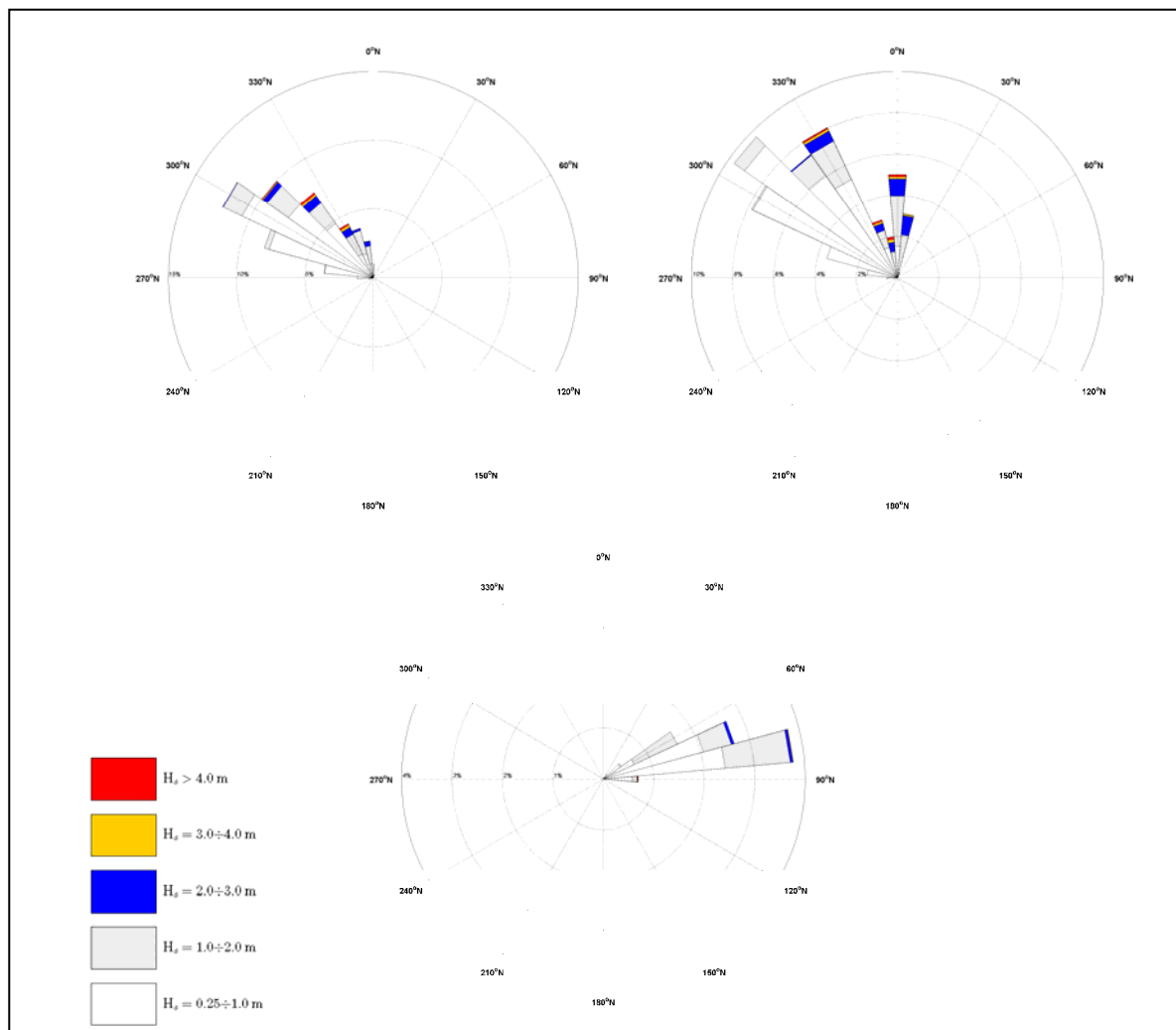


Figura 6: Clima ondametrico di Milazzo a costa, propagato alla batimetrica dei 10 m: a) per il tratto Est (punto P1, in alto a sinistra); b) per il tratto centrale (punto P2, in alto a destra); c) per il tratto Ovest (punto P3, in basso) dell'unità fisiografica di Milazzo.

Da quanto sopra esposto, emerge che il tratto di litorale incluso nell'area d'indagine risulta esposto prevalentemente all'azione del moto ondoso proveniente dal settore N-WNW, mentre quello compreso tra Capo Milazzo e l'estremo occidentale del porto di Milazzo è quello meno esposto all'azione del moto ondoso.

Aspetti anemometrici

Informazioni pregresse sui dati anemometrici rilevati dall'Aeronautica Militare presso la stazione nell'Isola di Stromboli e di Ustica hanno messo in evidenza la presenza durante tutto l'anno dei venti Maestrale e Ponente, che prevalgono sugli altri soprattutto durante i mesi estivi, anche se con velocità minori. Nella stagione invernale tali venti divengono meno frequenti, ma spirano con maggiore intensità: a loro, infatti, sono imputate le mareggiate più forti.

2.5 Caratteristiche idrodinamiche

Il regime idrodinamico del Golfo di Milazzo si inserisce nel contesto più ampio di circolazione generale, a grande scala, delle masse d'acqua dell'intero bacino Mediterraneo (Figura 7). Più precisamente, il versante tirrenico della Sicilia è soggetto a variabilità delle correnti a scala stagionale: estiva e invernale. Nel periodo invernale la circolazione è caratterizzata da correnti che muovono con direzione oraria prevalente Ovest-Est, mentre in estate la circolazione è prevalentemente antioraria.

Localmente, il Golfo di Milazzo è contraddistinto da un clima ondometrico pressoché unimodale (Figura 5b) che fa ipotizzare la presenza di correnti litoranee che muovono con direzione prevalente Ovest-Est.

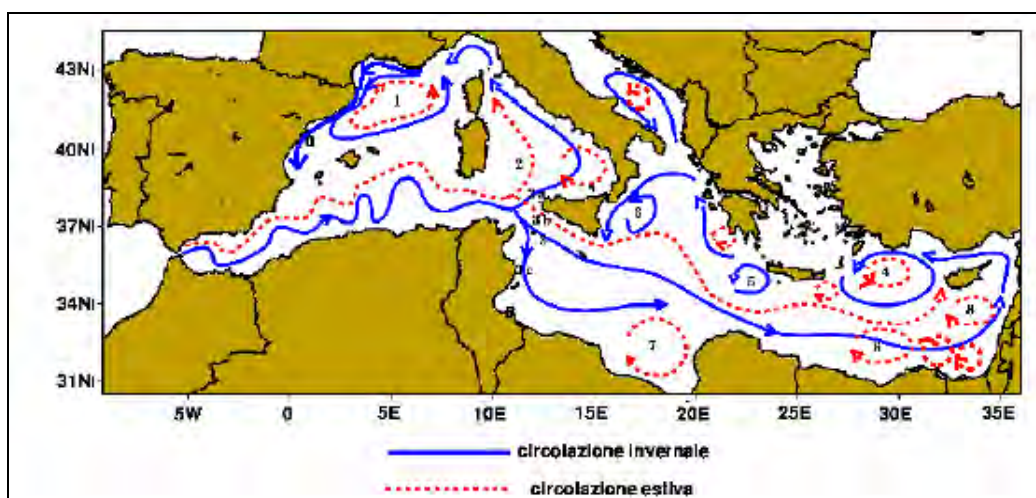


Figura 7: Circolazione generale del Mediterraneo

L'estensione di spiaggia sommersa interessata da un movimento significativo di sedimenti per azione del moto ondoso incidente è stata desunta dal calcolo della profondità di chiusura (Barbano *et al.*, 2007), calcolata lungo l'unità fisiografica di Milazzo sulla base del clima d'onda a costa (Figura 6). L'applicazione del metodo di Hallermeier (1981) ha fornito valori medi delle profondità di chiusura annuali di 4.5 m per il tratto di litorale compreso tra Capo Milazzo e l'estremo Ovest del Porto di Milazzo (occidentale) e di 11 m per il restante tratto di litorale (centrale ed orientale).

2.6 Attività antropica nell'area

Al fine di approfondire lo stato di conoscenza ambientale del territorio in termini di usi e criticità ambientali e di definire quindi la strategia di caratterizzazione ai fini della bonifica dell'area marino costiera di Milazzo, è stata svolta dai ricercatori ISPRA (già ICRAM) una accurata raccolta delle informazioni pregresse sull'area in oggetto.

Al fine di integrare le conoscenze sullo stato ambientale nell'area in esame, nel dicembre 2007 è stato inoltre effettuato un sopralluogo finalizzato alla verifica dello stato dei luoghi, all'acquisizione di dati georeferenziati, al posizionamento degli scarichi visibili, all'aggiornamento della perimetrazione degli arenili inclusi nella perimetrazione ed alla conoscenza dello stato di accessibilità degli stessi.



Gli scarichi a mare individuati nel corso del sopralluogo sono riportati nell'Allegato 1 al presente documento, unitamente a quelli ubicati in corrispondenza del polo petrolchimico, i quali tuttavia, a causa dell'interdizione all'accesso agli arenili prospicienti l'impianto, sono stati dedotti dalla documentazione presente presso la Direzione Qualità della Vita del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

Gli arenili più importanti (Allegato 1) si trovano Est del polo petrolchimico, estendendosi per circa 2.7 km, e ad Ovest dello stesso per circa 1.5 km. Arenili più limitati, caratterizzati da sedimenti con granulometria grossolana, sono presenti a Nord del porto.

I principali insediamenti industriali sono: Raffineria di Milazzo (RAM); Centrale termoelettrica Edipower di San Filippo del Mela (ex ENEL); Centrale termica Edison (ex Sondel); Società Punto Industria di San Filippo del Mela (ex Sacelit).

In Appendice I e II sono riportati rispettivamente il resoconto del sopralluogo effettuato da ricercatori ISPRA (già ICRAM) e uno schema riassuntivo delle informazioni relative alle principali attività produttive presenti nel sito e delle criticità ambientali ad essa correlate.

Dalle informazioni raccolte relative alle attività presenti nell'area ed alle indagini già eseguite sui suoli e sulle acque di falda, la contaminazione è essenzialmente dovuta a metalli pesanti, composti aromatici, Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA), diossine, e ad un inquinamento di tipo organico e microbiologico.

Inoltre è stata rilevato superamento di amianto nei suoli in prossimità dell'area interessata dalla Società Punto Industria di San Filippo del Mela (ex Sacelit)

Area portuale

Nel porto di Milazzo, costituito da un unico bacino di circa 2500 m di perimetro, vengono svolte attività di tipo industriale, commerciale e turistico. In particolare, nell'area più a Est del bacino portuale sono presenti moli adibiti prevalentemente ad operazioni di carico/scarico merci ed all'attracco di rimorchiatori; al molo foraneo attraccano invece le motobarche adibite al servizio per il trasporto passeggeri verso le navi che stazionano nella Rada di Milazzo; l'area più interna è riservata all'ormeggio di pescherecci, barche da diporto, motovedette, traghetti e aliscafi di collegamento con le Isole Eolie; la banchina più a Ovest è adibita ad attività commerciali, ed in particolare al carico/scarico di materiale ferroso.

Le potenziali fonti di inquinamento in tale area sono legate ad attività portuali ed alla presenza di diversi scarichi civili.

2.7 Indagini pregresse sui sedimenti dell'area perimetrata

Area portuale

Nel Porto di Milazzo l'Autorità Portuale di Messina ha in progetto interventi di approfondimento dei fondali portuali (in particolare dell'imboccatura portuale e dell'area più interna ad essa contigua) nonché la realizzazione di nuove banchine operative, per il cui riempimento è previsto anche l'utilizzo del materiale proveniente dal dragaggio stesso, e di un nuovo pontile di attracco per natanti veloci PAX.

Le aree oggetto degli interventi sono indicate in Figura 8.



Figura 8: Area Portuale: aree di intervento e quota di progetto

Su tali aree l'Autorità Portuale di Messina ha predisposto attività di caratterizzazione già dal 2001, eseguite ai sensi del D.M. 24 gennaio 1996, indagini poi integrate nel 2007, in più fasi, alla luce dei nuovi criteri di caratterizzazione utilizzati nelle aree portuali incluse all'interno dei Siti di Interesse Nazionale.

Le maglie di caratterizzazione relative alle indagini del 2001 sono riportate in Figura 9.



Figura 9: Attività di caratterizzazione eseguite nel 2001 dall'Autorità Portuale di Messina

La caratterizzazione eseguita ai sensi del D.M. 24 gennaio 1996 ha previsto la disposizione di n.43 maglie di dimensione 100x100 m nell'intera area portuale ed all'imboccatura del porto, con il posizionamento di due stazioni di campionamento per maglia (ad eccezione della maglia n. 3, di area 5.000 m², nella quale è stata prelevata una sola stazione).

Da ciascuna carota, di lunghezza variabile in funzione della quota di dragaggio prevista nella corrispondente maglia, sono state prelevate le sezioni corrispondenti ai livelli, laddove presenti, "superiore", "centrale", inferiore" e "fondo". Nel dettaglio, dalle carote da 1 m sono stati selezionati n. 2 livelli da 20 cm, il più superficiale ed il più profondo; dalle carote da 2 m sono stati selezionati n. 3 livelli da 20 cm; dalle carote di lunghezza superiore ai 2 m sono stati selezionati n. 4 livelli da 20 cm. All'interno di ogni maglia i livelli corrispondenti sono stati miscelati ed analizzati per la determinazione di: curva di distribuzione granulometrica, Azoto, Fosforo, Carbonio Organico Totale (TOC), metalli ed elementi in tracce (Al, As, Cd, Cu, Cr, Ni, Pb, Zn, Hg), Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA), Policlorobifenili (PCB), Pesticidi organoclorurati totali, Oli minerali, Coliformi totali, Coliformi fecali, Streptococchi fecali, Spore di Clostridi Solfitoriduttori e Salmonella.

I risultati delle attività di caratterizzazione eseguite nel 2001 hanno evidenziato la presenza generalizzata nell'area di sedimenti caratterizzati da frazione granulometrica sabbiosa, con una percentuale significativa di ghiaia e ciottoli nei campioni afferenti allo strato superficiale, e una percentuale di frazione pelitica relativamente bassa a partire dai campioni afferenti agli strati intermedi, per arrivare a percentuali prossime al 30-40% nei campioni relativi agli strati inferiori. Tuttavia, all'interno del porto, in particolare a ridosso delle banchine e del Molo Foraneo, in alcuni campioni raggiungono vengono evidenziate percentuali di frazione pelitica prossime al 50% anche nello strato superficiale.



Per quanto concerne i risultati analitici si evince la presenza di IPA nei campioni, relativi allo strato superficiale, prelevati nelle maglie interne al porto a ridosso delle banchine e del Molo Foraneo. Tali concentrazioni sono comunque inferiori al valore generalmente utilizzato come riferimento per i sedimenti di corpi idrici marino-costieri e lagunari contraddistinti da forti alterazioni causate dall'attività umana pregressa o attuale, come ad esempio aree adibite ad uso portuale e/o industriale, pari a 4 mg/kg s.s., ad eccezione di un unico campione, con concentrazione di poco superiore a tale valore.

Nelle stesse aree interne al porto dove sono presenti gli IPA negli strati superficiali e dove i campioni, prelevati lungo tutto lo strato indagato, presentano una frazione pelitica più abbondante, si evidenzia la presenza di oli minerali, le cui concentrazioni hanno un andamento crescente lungo la verticale indagata.

Si osserva inoltre, nell'area portuale, la presenza di alcuni metalli pesanti, in modo particolare Cu, Zn e Pb, a concentrazioni più elevate rispetto alle maglie esterne al porto.

Sono riportate in le stazioni di campionamento relative alle attività di caratterizzazione integrative eseguite nel 2007 dall'Autorità Portuale di Messina.

Tali indagini, eseguite in tempi diversi, hanno previsto:

- nell'area di dragaggio prossima all'imboccatura portuale (dragaggio a -11 m), il prelievo di ulteriori n. 14 carote di lunghezza variabile da 2 m a 5 m (M13, M14, M15, M17, M18, M19, M21, M22, M23, M26, M27, M30, M31, M33) e di n. 5 campioni superficiali (1sup, 7sup, 8sup, 9sup, 11sup);
- nell'area di dragaggio ad essa contigua (dragaggio a -10 m), il prelievo di ulteriori n. 9 carote di lunghezza variabile da 1,5 m a 3 m (M3, M4, M5, M6, M7, M8, M25, M34, M36);
- in corrispondenza dell'area di realizzazione della nuova vasca di colmata, il prelievo di n. 5 campioni superficiali (2sup, 3sup, 4sup, 5sup, 10sup);
- nell'area interessata dalla costruzione del nuovo pontile di attracco per natanti veloci PAX, in corrispondenza della banchina L. Rizzo, il prelievo di n. 2 carote di lunghezza pari a 2 m (A1, A2).



Figura 10: Attività di caratterizzazione eseguite nel 2007 dall'Autorità Portuale di Messina

Da ciascuna carota prelevata nell'area di dragaggio prossima all'imboccatura portuale (dragaggio a -11 m) sono state prelevate ed analizzate le sezioni corrispondenti ai livelli 0-20 cm, 30-50 cm e un livello di 20 cm per ogni metro lineare oltre il primo metro.

Su tutti i campioni prelevati dalle carote nell'area di dragaggio prossima all'imboccatura portuale (dragaggio a -11 m) sono state eseguite le seguenti analisi: pH, potenziale redox, granulometria, Azoto totale, Fosforo totale, TOC, cianuri, metalli ed elementi in tracce (Al, As, Cd, Cu, Cr, Ni, Pb, Zn, Hg), Coliformi totali, Coliformi fecali (E. Coli), Streptococchi fecali, Spore di Clostridi Solfitoriduttori e Salmonella. Inoltre, su un numero limitato di tali campioni, sono stati ricercati i seguenti parametri aggiuntivi: Vanadio, IPA, PCB, Esaclorobenzene, Diossine e Furani e PCB diossina-simili, Pesticidi organoclorurati, Idrocarburi totali, composti organostannici, amianto, Enterovirus e Miceti.

Da ciascuna carota prelevata nell'area di dragaggio a -10 m sono state prelevate sezioni consecutive di 50 cm, delle quali sono state sottoposte ad analisi tutte le sezioni entro i primi 2 metri, nonché la sezione più profonda prelevate.

Per quanto concerne i campioni superficiali prelevati nell'area di dragaggio a -11 m e per i campioni derivanti dalle carote prelevate nell'area di dragaggio a -10 m (ad eccezione della carota M7, risultata non campionabile a causa della granulometria grossolana del sedimento), le analisi eseguite sono state: pH, potenziale redox, granulometria, Azoto totale, Fosforo totale, TOC, metalli ed elementi in tracce (Al, As, Cd, Cu, Cr, Ni, Pb, Fe, Sn, V, Zn, Hg), IPA, PCB, Idrocarburi leggeri e pesanti ($C \leq 12$ e $C > 12$). Inoltre, su un numero limitato di tali campioni, sono stati ricercati i seguenti parametri aggiuntivi: Cromo VI, BTEX, Esaclorobenzene, Pesticidi organo clorurati, composti organostannici e amianto.



I risultati delle attività di caratterizzazione eseguite nell'area di dragaggio prossima all'imboccatura portuale (dragaggio a -11 m) non hanno evidenziato uno stato di contaminazione diffuso; tuttavia, sono presenti alcuni campioni afferenti ai carotaggi con concentrazione significative di metalli, in particolare Cd e Hg, per i quali sono stati riscontrati valori massimi rispettivamente pari a 3,2 mg/kg s.s. e 1,8 mg/kg s.s.. Questi valori potrebbero indicare una alterazione della qualità ambientale del comparto sedimenti, causata presumibilmente dalle attività umane pregressa o attuali, presenti nell'area.

I risultati delle attività di caratterizzazione eseguite nell'area di dragaggio più interna al porto (dragaggio a -10 m) hanno evidenziato la presenza, in due campioni afferenti ai livelli superficiali prossimi alle banchine, di composti organostannici con valori superiori al valore generalmente utilizzato come riferimento per i sedimenti di corpi idrici marino-costieri e lagunari contraddistinti da forti alterazioni causate dall'attività umana pregressa o attuale, come ad esempio aree adibite ad uso portuale e/o industriale, pari a 0.07 mg/kg s.s.. Per gli altri composti organici indagati sono stati riscontrati valori inferiori o prossimi al limite di determinazione del rispettivo metodo analitico utilizzato.

Sui campioni superficiali prelevati in corrispondenza dell'area di realizzazione della nuova vasca di colmata sono stati analizzati gli stessi analiti ricercati nell'area di dragaggio a - 10 m. I risultati delle attività di caratterizzazione eseguite in corrispondenza di tale area non hanno evidenziato la presenza di composti organici o valori di metalli ed elementi in tracce significativi rispetto a quelli comunemente riscontrati nell'area indagata. Si evidenzia la presenza di uno stato di inquinamento microbiologico di origine fecale, legato presumibilmente all'esistenza di scarichi urbani civili.

Infine, da ciascuna delle due carote prelevate nell'area interessata dalla costruzione del nuovo pontile di attracco per natanti veloci PAX sono state prelevate ed analizzate le sezioni corrispondenti ai livelli 0-50 cm, 50-100 cm, 100-150 cm e 150-200 cm. Le analisi eseguite sono state le stesse dell'area di dragaggio a - 10 m.

I risultati delle attività di caratterizzazione eseguite in tale area non hanno evidenziato particolari situazioni di contaminazione, ad esclusione di un lieve inquinamento di origine fecale. Va tuttavia rilevato che i limiti di sensibilità delle metodiche utilizzate per la determinazione di cadmio, mercurio, IPA e PCB non risulterebbero idonei alla valutazione della qualità ambientale, e non è pertanto possibile escludere a priori la presenza di questi contaminanti a concentrazioni significative per l'ambiente marino.

Poiché il progetto di dragaggio relativo all'area dell'imboccatura del porto è attualmente in corso di approvazione ai sensi del comma 11 bis dell'articolo 5 della legge 28 gennaio 1994, n. 84, così come modificato dal comma 996 della legge n.296/2006, e poiché medesimo iter seguirà il progetto di dragaggio dell'area portuale ad essa contigua e di realizzazione della vasca di colmata, il presente documento non prevede per tali aree l'esecuzione di nuove attività di caratterizzazione.

Rimangono chiaramente da eseguire, a valle degli interventi di escavo previsti, adeguate indagini di fondo scavo da parte dell'Autorità Portuale medesima, ai sensi dell'art. 5 del Decreto Ministeriale 7 novembre 2008. Al fine di conciliare le finalità di tali indagini con quelle della bonifica, nel presente documento (par. 5.1.2) vengono suggeriti alcuni criteri per l'esecuzione delle analisi di fondo scavo.

Area costiera

Le uniche informazioni disponibili nell'area costiera si riferiscono ad attività di caratterizzazione effettuate nel 2007 dalla società Abacus Marine S.p.A. nella propria area in concessione, localizzata nella zona industriale ASI della frazione Gianmoro, nel comune di Pace del Mela, ad Ovest del Torrente Muto.

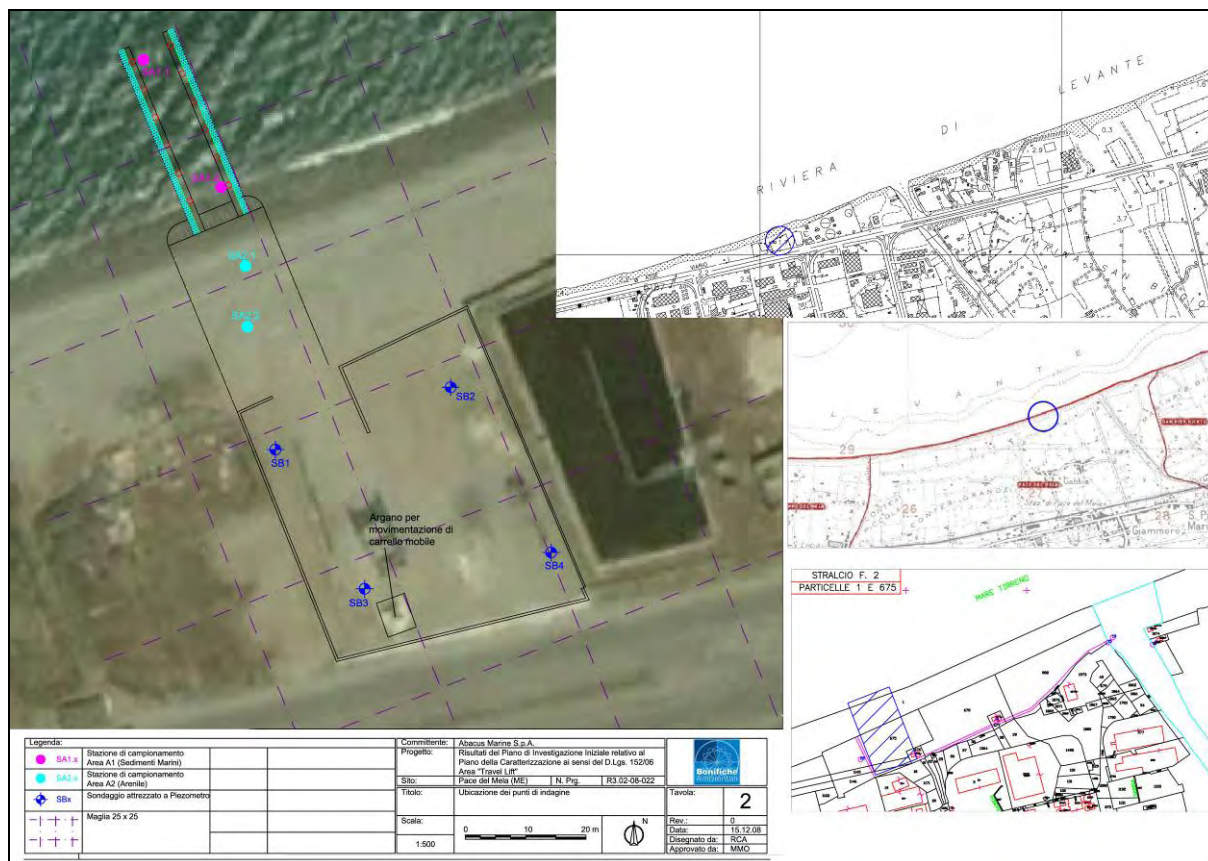


Figura 11: Attività di caratterizzazione eseguite nell'area in concessione alla Società Abacus Marine S.p.A. per la realizzazione del nuovo pontile commerciale di Gianmoro

In tale area, denominata "Travel Lift", attualmente utilizzata dalla società concessionaria per il varo dei natanti mediante carrello mobile, completamente recintata, non è attualmente presente alcuna costruzione e/o struttura fissa, ad eccezione della struttura di ancoraggio dell'organo di sollevamento del carrello mobile.

Le attività di caratterizzazione su tale area sono state effettuate dalla società concessionaria preliminarmente alla realizzazione del nuovo pontile commerciale di Gianmoro, una struttura fissa che si prolungherà in mare per una lunghezza di circa 33 m. Detto pontile permetterà l'installazione delle vie di corse per il carro ponte gommato (Travel Lift) di alaggio delle imbarcazioni.

L'area è stata caratterizzata per quanto concerne sia il comparto arenili sia il comparto sedimenti marini, entro la batimetrica di 3 m. Sono state prelevate n. 2 carote di lunghezza pari a 2 m in corrispondenza degli arenili (SA2.1, SA2.2) e n. 2 carote di lunghezza pari a 2 m sul fondale marino (SA1.1, SA1.2). Dalle carote prelevate sono state prelevate ed analizzate le sezioni corrispondenti ai livelli 0-20 cm, 30-50 cm, 100-120 cm e 180-200 cm (ad eccezione della carota SA1.1 di 1,2 m).



Le analisi eseguite su tutti i campioni prelevati sono state: pH, potenziale redox, granulometria, metalli (Al, As, Cd, Cr, Fe, Hg, Ni, Pb, Cu, Sn, V, Zn), PCB, IPA, Idrocarburi leggeri e pesanti ($C \leq 12$ e $C > 12$), azoto totali, fosforo totali, cianuri, pesticidi organo clorurati e TOC. Su un numero limitato di tali campioni sono stati ricercati i seguenti parametri aggiuntivi: clorobenzeni, fenoli e clorofenoli, BTEX, alifatici clorurati cancerogeni e non, cromo VI, amianto, composti organostannici, Streptococchi fecali, Salmonella e Spore di Clostridi Solfitoriduttori, miceti (nei soli sedimenti degli arenili) e diossine e furani (su un solo campione superficiale di fondale marino). Su un campione superficiale dei sedimenti dei fondali ed uno degli arenili sono stati eseguiti anche saggi ecotossicologici. I risultati analitici relativi ai campioni di sedimento marino non hanno evidenziato alcuno stato di contaminazione, e i saggi ecotossicologici non hanno evidenziato alcuna tossicità significativa.

Relativamente alla caratterizzazione degli arenili, si evidenzia un solo lieve superamento, per il parametro Idrocarburi pesanti ($C > 12$), dei limiti indicati in colonna A Tabella 1 Allegato 5 Titolo V Parte IV del D.Lgs.152/06, relativo ad un campione superficiale. Sempre sugli arenili, i risultati delle analisi microbiologiche mostrano presenza di Salmonella in corrispondenza dei livelli 0-20 cm e 30-50 cm di una delle due stazioni.



3 MODELLO CONCETTUALE DI MIGRAZIONE DEI CONTAMINANTI

Sulla base delle informazioni acquisite sul sito, sono state individuate le possibili sorgenti di contaminazione e le vie di migrazione che possono aver inciso e/o incidere in diversa misura sullo stato di qualità delle acque e dei sedimenti marini. In particolare esse risultano costituite da:

- apporto di contaminanti da corsi d'acqua, quali:
 - ✓ torrente Corriolo, che sfocia in corrispondenza della raffineria, che potrebbe contribuire ad una contaminazione di tipo organico e microbiologico, derivante dallo sversamento al suo interno di reflui urbani non trattati, e ad una contaminazione da metalli, derivante da depositi abusivi di materiale ferroso;
 - ✓ torrente Saja Archi, che sfocia in corrispondenza dell'industria ex Sacelit, che potrebbe contribuire ad una contaminazione da Amianto;
- attività di carico/scarico dai pontili della raffineria e dalle banchine portuali nonché trasferimento di olio combustibile dalla raffineria alla centrale termoelettrica mediante oleodotto a mare, che potrebbe determinare un inquinamento da idrocarburi;
- scarichi industriali e civili in mare, attivi e/o dismessi (numerosi scarichi sono stati riscontrati nel corso del sopralluogo ISPRA, cfr. Appendice I);
- acque dilavanti da aree costiere contaminate e dai piazzali industriali;
- drenaggio diretto delle falde verso mare, falde che da indagini pregresse risultano contaminate prevalentemente da Idrocarburi totali, composti aromatici, IPA, n-esano ed alcuni metalli, quali As e Ni;
- sversamenti accidentali o sistematici di prodotti legati all'attività industriale, tra cui si ricorda lo sversamento accidentale di olio diatermico con PCB nel febbraio 2003 nei piazzali della raffineria;
- sversamento a mare di reflui non trattati, con particolare attenzione al depuratore consortile, ubicato nella parte più ad est dell'area costiera, il quale risulta sottodimensionato rispetto alle esigenze effettive, ed allo sversamento del troppo pieno della rete fognaria del comune di Milazzo, ubicato nell' area portuale;
- episodi di combustione incontrollata di rifiuti, tra cui si ricorda l'incendio del 2004 nel deposito di elettrodomestici dismessi di Messinambiente S.p.A., presso Giammoro (Pace del Mela);
- presenza di una discarica abusiva di rifiuti solidi urbani ed inerti nell'area della centrale Termica, bonificata nel 1999 e sottoposta a ripristino ambientale, con presenza di rifiuti fino ad una profondità massima di 10 m dal piano campagna.

Sulla base del quadro ambientale e del modello concettuale di migrazione della contaminazione sopra esposto si ritiene opportuno procedere con una caratterizzazione focalizzata al comparto ambientale maggiormente conservativo, vale a dire il comparto sedimenti (Capitolo 5), e alla verifica dell'eventuale biodisponibilità di tale contaminazione per gli organismi (Capitolo 6). In considerazione della numerosa presenza di scarichi a mare, si rende, inoltre, necessaria la verifica di possibili contaminazioni nel comparto acqua (Capitolo 7).



4 DESCRIZIONE OBIETTIVI E ATTIVITÀ

Gli obiettivi di base della caratterizzazione sono:

- la conoscenza della geomorfologia dei fondali in base alle informazioni acquisite;
- la determinazione delle principali caratteristiche tessiturali dei fondali;
- la determinazione della distribuzione spaziale (orizzontale e verticale) delle concentrazioni dei contaminanti ricercati attraverso l'inferenza geostatistica e del grado di inquinamento dell'area. Particolare attenzione sarà posta all'individuazione della natura, naturale o antropica, dei metalli in tracce, in particolare nelle aree in cui siano presenti formazioni geologiche con tenori anomali degli stessi;
- la determinazione delle possibili relazioni esistenti tra la distribuzione di specie inquinanti e le caratteristiche granulometriche dei sedimenti;
- la definizione della biodisponibilità degli inquinanti attraverso l'indagini ecotossicologiche mirate;
- la valutazione del bioaccumulo dei contaminanti negli organismi marini;
- la valutazione dei potenziali impatti sui livelli superiori di organizzazione biologica attraverso indagini sul comparto macrozoobentonico di fondo mobile;
- l'individuazione di elementi utili alla progettazione degli interventi di messa in sicurezza e bonifica;
- individuazione dell'eventuale contaminazione, e del suo andamento verticale ed orizzontale, nelle acque di falda.

Le attività previste per la caratterizzazione dell'area marina perimetrata del sito di bonifica di interesse nazionale dell'Area industriale di Milazzo sono:

- esecuzione di indagini geofisiche e geomorfologiche (batimetria mediante ecoscandaglio multibeam o single beam, quest'ultimo solo per batimetrie inferiori ai 2m, rilievo con Side Scan Sonar, rilievo con strumentazione interferometria in sostituzione di ecoscandaglio e Side Scan Sonar, rilievo con Sub Bottom Profiler) costiera nei fondali interessati da attività di caratterizzazione mediante carotaggio, sino al raggiungimento della batimetria dei -50 m. Tali informazioni dovranno essere esaminate congiuntamente con le informazioni pregresse disponibili (es. presenza di substrato roccioso o di posidonieti, spessore dei sedimenti incoerenti, ecc.) ai fini della calibrazione dello schema di campionamento e della definizione dello spessore di sedimento incoerente;
- esecuzione di indagini finalizzate all'individuazione di residui bellici e di servizi interrati eventualmente presenti sui fondali marini e sugli arenili, al fine di eseguire in condizioni di sicurezza le attività di caratterizzazione ed eventuale messa in sicurezza e bonifica;
- prelievo ed analisi di sedimenti. Il campionamento sarà realizzato mediante l'esecuzione di carotaggi e di campioni superficiali sui fondali marini e di soli carotaggi sugli arenili, secondo lo schema delineato nel seguito. Sui campioni di sedimento prelevati saranno condotte analisi volte alla determinazione delle caratteristiche granulometriche, chimiche, microbiologiche ed ecotossicologiche dell'area. In particolare, si procederà a determinare la distribuzione spaziale delle concentrazioni dei contaminanti, scelti sia tra quelli tipici di aree fortemente antropizzate sia specifici del sito, in accordo con le informazioni e i dati acquisiti;



- prelievo ed analisi di tessuti ed organi di specie marine, secondo le procedure specificate nel seguito. Sui campioni di tessuto di organismi marini prelevati saranno condotte analisi chimiche per la determinazione dei contaminanti bioaccumulabili, specifici di attività antropiche in corso nell'area;
- prelievo e l'analisi di campioni di benthos di fondo mobile costiero secondo le procedure specificate di seguito. Tali campioni saranno analizzati per valutare la struttura della comunità in relazione ai contaminanti riscontrati nel comparto sedimentario;
- prelievo ed analisi di campioni di acqua di falda sugli arenili;
- prelievo ed analisi di campioni di acqua marina.

L'insieme di quanto sopra descritto fornirà un quadro completo dello stato di contaminazione dei biotopi indagati, fornendo indicazioni specifiche per la progettazione e l'esecuzione di azioni mirate alla messa in sicurezza, al risanamento e alla bonifica dell'area.



5 STRATEGIA DI CARATTERIZZAZIONE DEI SEDIMENTI MARINI

La strategia di campionamento è stata impostata sulla base delle informazioni fino ad oggi disponibili sull'area e dell'esperienza acquisita nel corso delle attività di caratterizzazione eseguite in altri siti di bonifica di interesse nazionale.

La strategia tiene conto del modello concettuale formulato, della potenziale variabilità spaziale delle caratteristiche e della contaminazione dei sedimenti, nonché dell'influenza che le infrastrutture presenti nel sito hanno sulle caratteristiche idrodinamiche dell'area.

La strategia di campionamento prevista per i tratti di arenile individuati e per i fondali marini inclusi nella perimetrazione del Sito di Interesse Nazionale viene descritta nel presente capitolo, suddivisa in area portuale (cfr. par. 5.1) e fascia costiera (cfr. par. 5.2).

In particolare per l'area portuale si ricorda che vengono escluse dal presente piano di caratterizzazione le aree oggetto degli interventi di dragaggio e di banchinamento (cfr. par. 2.6). Per le aree di dragaggio vengono tuttavia proposti nel seguito alcuni criteri per la caratterizzazione di fondo scavo, prevista sui fondali dragati ai sensi dell'art. 5 del Decreto Ministeriale 7 novembre 2008 (par. 5.1.2.).

Per la definizione della densità di caratterizzazione sono state individuate, sulla base della morfobatimetria dell'area, diverse aree o settori di indagine:

- area portuale "rimanente" (ad oggi non interessata da attività di escavo e banchinamento);
- fascia costiera, comprensiva degli arenili, suddivisa in:
 - ✓ dalla linea di costa fino alla profondità dei 30 m;
 - ✓ compresa tra i 30 m e i 50 m di profondità;
 - ✓ oltre la profondità dei 50 m, fino al limite di perimetrazione del sito.

Sulla base del modello concettuale formulato, in ciascun settore di indagine è stata stabilita una determinata densità di campionamento, sulla base della quale è stato computato il numero delle stazioni di campionamento, la cui disposizione è stata poi ottimizzata mediante l'utilizzo di uno specifico programma di calcolo che, considerando la morfologia della zona, ha minimizzato la distanza tra ciascun punto dell'area d'indagine e la più vicina stazione di prelievo. Lo schema risultante di campionamento prevede comunque una densità di prelievo almeno equivalente a quella ottenibile con un sistema di maglie di campionamento regolari.

Lo schema di campionamento previsto per i sedimenti degli arenili e dei fondali marini viene descritto nel presente capitolo, suddiviso nei paragrafi 5.1 (area portuale) e 5.2 (fascia costiera). Una rappresentazione grafica di tale schema viene riportata in Allegato 2 (schema di caratterizzazione dei sedimenti degli arenili) e in Allegato 3 (schema di caratterizzazione dei sedimenti dei fondali).



5.1 Strategia di campionamento dell'area portuale "rimanente"

5.1.1 Schema di campionamento e scelta dei campioni

La strategia di caratterizzazione adottata per l'area portuale "rimanente" (ad oggi non interessata da attività di escavo e banchinamento) prevede, in linea con quanto solitamente eseguito in altri siti di bonifica di interesse nazionale, la disposizione di stazioni di campionamento in ragione di un sistema di maglie di dimensione indicativamente pari a 150x150 m, per un numero minimo di stazioni pari a 6 (Allegato 3). In corrispondenza delle stazioni di campionamento è previsto il prelievo di carote di lunghezza pari a 2 m o a 3 m e di diametro ≥ 10 cm.

Nel 50% delle stazioni di campionamento così individuate è previsto, in aggiunta al carotaggio, il prelievo di un campione superficiale mediante box corer o benna.

Le carote dovranno essere prelevate e subcampionate secondo quanto riportato rispettivamente nel paragrafo 5.4 e 5.5.

Le sezioni da prelevare per ogni carota campionata sui fondali dell'area portuale "rimanente", sono le seguenti:

- 0-25 cm, 25-50 cm, 50-75 cm, 75-100 cm, 100-125 cm, 125-150 cm, 150-175 cm e 175-200 cm, per le carote da 2 m;
- 0-25 cm, 25-50 cm, 50-75 cm, 75-100 cm, 100-125 cm, 125-150 cm, 150-175 cm, 175-200 cm, 200-225 cm, 225-250 cm, 250-275 e 275-300 cm, per le carote da 3 m.

Nel caso di presenza di substrato che non permetta il prelievo delle carote alle lunghezze previste dovrà essere prelevata la sezione corrispondente agli ultimi 25 cm di sedimento incoerente.

Tutte le sezioni prelevate dovranno essere sottoposte ad analisi, secondo quanto indicato nel par. 5.6.

Il campione superficiale previsto in corrispondenza del 50% (pari a n. 3) delle stazioni di campionamento dovrà essere prelevato in modo tale da garantire il recupero del livello 0-25 cm, confrontabile con il livello più superficiale prelevato nella carota corrispondente. Su tali campioni saranno eseguite, unitamente ai campioni profondi all'uopo destinati, analisi ecotossicologiche, secondo le indicazioni riportate nel par. 5.6.

In Tabella 1 è riportato lo schema della strategia di campionamento dei sedimenti per i fondali dell'area portuale, comprensivo del numero dei livelli da prelevare e da analizzare.



Tabella 1: Schema della strategia di caratterizzazione dei sedimenti nell'area portuale

FONDALI AREA PORTUALE	
n. totale stazioni di campionamento nelle maglie 150x150 m, <i>di cui:</i>	6
n. carote da 2 m	3
n. carote da 3 m	3
n. totale campioni superficiali (da prelevare in corrispondenza delle carote per l'esecuzione di analisi ecotossicologiche)	3
<i>n. di livelli da prelevare da ogni carota da 2 m</i>	8
<i>numero di livelli da analizzare da ogni carota da 2 m</i>	8
<i>n. di livelli da prelevare da ogni carota da 3 m</i>	12
<i>numero di livelli da analizzare da ogni carota da 3 m</i>	12
n. totale livelli da prelevare ed analizzare dai campioni superficiali	3
n totale di livelli da prelevare (carote e campioni superficiali)	63
n totale di livelli da analizzare (carote e campioni superficiali)	63

5.1.2 Indagini di fondo scavo nelle aree portuali interessate da interventi di dragaggio

In relazione alle aree portuali escluse dal presente piano di caratterizzazione poiché oggetto degli interventi di dragaggio descritti (par. 2.6), al fine di conciliare le finalità delle indagini di fondo scavo, previste dall'art. 5 del Decreto Ministeriale 7 novembre 2008, con quelle della bonifica, ed in considerazione dei risultati delle attività di caratterizzazione svolte in queste aree, si ritiene opportuno che per tali analisi di fondo scavo vengano rispettati i seguenti criteri:

- l'intera area di dragaggio venga caratterizzata utilizzando la densità di indagine prevista dall'Allegato A del D.M. del 7 novembre 2008;
- su tutti i campioni prelevati siano effettuate le seguenti determinazioni: pH e potenziale redox, curva di distribuzione granulometrica, Carbonio Organico Totale (TOC), metalli ed elementi in tracce (Al, As, Cd, Cu, Cr, Ni, Pb, Fe, V, Zn, Hg), Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA), Policlorobifenili (PCB), Idrocarburi leggeri e pesanti ($C \leq 12$ e $C > 12$), composti organostannici.



5.2 Strategia di campionamento della fascia costiera

Nel presente paragrafo viene descritto lo schema di campionamento della fascia costiera, suddiviso in arenili e fondali.

5.2.1 Arenili - Schema di campionamento e scelta dei campioni

La strategia di caratterizzazione adottata per gli arenili prevede la disposizione, laddove possibile, di una stazione di campionamento ogni 150 m, in funzione della lunghezza e della morfologia dell'arenile (Allegato 2). In corrispondenza di ogni stazione di campionamento è previsto il prelievo di una carota di lunghezza pari a 2 m e di diametro ≥ 10 cm.

Si precisa che la disposizione delle stazioni di campionamento in corrispondenza degli arenili individuati nel tratto di costa a Nord dell'area portuale risulta puramente indicativa, in considerazione delle particolari caratteristiche (dimensioni, geomorfologia, limitazioni di accesso, tipologia d'uso) riscontrate nel corso del sopralluogo ISPRA (già ICRAM) del dicembre 2007 (Appendice I).

Nel 10% delle stazioni di campionamento così individuate è previsto, in aggiunta al carotaggio, il prelievo di un campione superficiale mediante box corer, benna o carotiere manuale.

Le carote dovranno essere prelevate e subcampionate secondo quanto riportato rispettivamente nel paragrafo 5.4 e 5.5.

Le sezioni da prelevare per ogni carota campionata sugli arenili sono le seguenti:

- 0-50 cm, 50-75 cm, 75-100 cm, 100-125 cm, 125-150 cm, 150-175 cm e 175-200 cm.

Nel caso di presenza di substrato che non permetta il prelievo delle carote alla lunghezza prevista dovrà essere prelevata la sezione corrispondente agli ultimi 25 cm di sedimento incoerente.

Saranno quindi sottoposte ad analisi:

- le sezioni: 0-50 cm, 75-100 cm e 175-200 cm di tutte le carote prelevate;
- le sezioni: 50-75 cm, 100-125 cm, 125-150 cm, e 150-175 cm di n.12 carote prelevate (pari indicativamente al 20% del totale).

Le sezioni prescelte dovranno essere sottoposte ad analisi secondo quanto indicato nel par. 5.6.

Il campione superficiale previsto in corrispondenza del 10% (pari a n. 6) delle stazioni di campionamento dovrà essere prelevato in modo tale da garantire il recupero del livello 0-25 cm, confrontabile con il livello più superficiale prelevato nei fondali antistanti (cfr. par. 5.2.2). Su tali campioni sarà effettuata la sola determinazione di diossine e furani (cfr. par. 5.6).

In Tabella 2 è riportato lo schema della strategia di campionamento dei sedimenti degli arenili, comprensivo del numero dei livelli da prelevare e da analizzare.



Tabella 2: Schema della strategia di caratterizzazione dei sedimenti degli arenili

ARENILI	
Interasse indicativo tra le stazioni di campionamento	150 m
n. totale carote da 2 m	58
n. totale campioni superficiali (0-25 cm, da prelevare in corrispondenza delle carote per la determinazione di diossine e furani)	6
<i>n. di livelli da prelevare da ogni carota da 2 m</i>	7
<i>n. livelli da analizzare sul 100% delle carote (0-50; 75-100; 175-200)</i>	3
<i>n. livelli da analizzare sul 20% delle carote (50-75; 100-125; 125-150; 150-175)</i>	4
n. totale livelli da prelevare ed analizzare dai campioni superficiali	6
n totale di livelli da prelevare (carote e campioni superficiali)	412
n totale di livelli da analizzare (carote e campioni superficiali)	228

5.2.2 Fondali- Schema di campionamento e scelta dei campioni

La strategia di caratterizzazione adottata per i fondali della fascia costiera prevede la disposizione di stazioni di campionamento secondo una densità di prelievo almeno equivalente a quella ottenibile con un sistema di maglie di campionamento regolari, nel seguito elencate per singola area o settore da caratterizzare:

- dalla linea di costa fino alla profondità di 30 m è stato predisposto un numero di stazioni di campionamento pari a quello ottenuto immaginando di sovrapporre sull'area in questione un reticolo di maglie regolari pari a 300x300 m. E' stato, inoltre, previsto un infittimento del campionamento in corrispondenza dei pontili prospicienti la raffineria di Milazzo;
- nell'area compresa tra 30 m e 50 m di profondità è stato predisposto un numero di stazioni di campionamento pari a quello ottenuto immaginando di sovrapporre sull'area in questione un reticolo di maglie regolari delle dimensioni indicative di 450x450 m;
- nella fascia costiera oltre la profondità dei 50 m, fino al limite della perimetrazione del sito, è stato predisposto un numero di stazioni di campionamento pari a quello ottenuto immaginando di sovrapporre sull'area in questione un reticolo di maglie regolari delle dimensioni indicative di 900x900 m. Quest'ultima strategia è stata applicata anche all'area posta nell'estremo settore nord orientale del sito, non interessato da insediamenti industriali né urbani.

In ciascuna delle stazioni di campionamento così individuate si effettuerà il prelievo di:

- una carota di lunghezza pari a 2 m o a 3 m (in proporzione 3 a 1) e di diametro ≥ 10 cm, nella fascia costiera dalla linea di costa fino alla profondità di 30 m;
- una carota di lunghezza pari a 2 m e di diametro ≥ 10 cm, nella fascia costiera compresa tra 30 m e 50 m di profondità;
- un campione superficiale, nella fascia costiera oltre la profondità dei 50 m, fino al limite della perimetrazione del sito.

Indicativamente nel 30% (pari a n. 24) delle stazioni di campionamento individuate per il prelievo di carote è previsto, in aggiunta al carotaggio, il prelievo di un campione superficiale mediante box corer o benna.

Le carote dovranno essere prelevate e subcampionate secondo quanto riportato rispettivamente nel paragrafo 5.4 e 5.5.



Le sezioni da prelevare per ogni carota campionata sui fondali della fascia costiera sono le seguenti:

- 0-25 cm, 25-50 cm, 50-75 cm, 75-100 cm, 100-125 cm, 125-150 cm, 150-175 cm e 175-200 cm, per le carote da 2 m;
- 0-25 cm, 25-50 cm, 50-75 cm, 75-100 cm, 100-125 cm, 125-150 cm, 150-175 cm, 175-200 cm, 200-225 cm, 225-250 cm, 250-275 e 275-300 cm, per le carote da 3 m.

Nel caso di presenza di substrato che non permetta il prelievo delle carote alle lunghezze previste dovrà essere prelevata la sezione corrispondente agli ultimi 25 cm di sedimento incoerente.

In considerazione delle caratteristiche dell'area e delle potenziali criticità attese, saranno quindi sottoposte ad analisi:

- le sezioni: 0-25 cm, 25-50 cm, 50-75 cm, 75-100 cm e 150-175 cm di tutte le carote da 2 m prelevate;
- 100-125 cm, 125-150 cm e 175-200 cm del 13% delle carote da 2 m prelevate (pari a n. 6 carote nella fascia costiera entro i 30 m di profondità e a n. 2 carote nella fascia costiera compresa tra i 30 m e i 45 m di profondità);
- le sezioni: 0-25 cm, 25-50 cm, 50-75 cm, 75-100 cm, 150-175 cm, 225-250 cm e 275-300 cm di tutte le carote da 3 m prelevate;
- le sezioni: 100-125 cm, 125-150 cm, 175-200 cm, 200-225 cm e 250-275 cm di n.5 carote da 3 m prelevate (pari indicativamente al 50% del totale).

Tutti i campioni superficiali prelevati, confrontabili con la sezione 0-25 cm delle carote, saranno sottoposti ad analisi.

Le sezioni prescelte dovranno essere sottoposte ad analisi secondo quanto indicato nel par. 5.6.

Il campione superficiale previsto in corrispondenza del 30% (pari a n. 24, di cui n. 20 nella fascia costiera entro la profondità di 30 m e n. 4 nella fascia costiera compresa tra i 30 m ed i 50 m di profondità) delle stazioni di campionamento mediante carotaggio dovrà essere prelevato in modo tale da garantire il recupero del livello 0-25 cm, confrontabile con il livello più superficiale prelevato nella carota corrispondente. Su tali campioni saranno eseguite, unitamente ai campioni profondi all'uopo destinati, analisi ecotossicologiche, secondo le indicazioni riportate nel par. 5.6.

In Tabella 3 è riportato lo schema della strategia di campionamento dei sedimenti dei fondali, comprensivo del numero dei livelli da prelevare e da analizzare.



Tabella 3: Schema della strategia di caratterizzazione dei sedimenti dei fondali della fascia costiera

FONDALI FASCIA COSTIERA ENTRO I 30 m DI PROFONDITA'	
n. totale stazioni di campionamento nelle maglie 300x300 m, di cui:	58
n. carote da 2 m	47
n. carote da 3 m	11
n. totale campioni superficiali (da prelevare in corrispondenza delle carote per l'esecuzione di analisi ecotossicologiche)	20
<i>n. di livelli da prelevare da ogni carota da 2 m</i>	8
<i>n. livelli da analizzare sul 100% delle carote da 2 m (0-25; 25-50; 50-75; 75-100; 150-175)</i>	5
<i>n. livelli da analizzare sul 13% delle carote da 2 m (100-125; 125-150; 175-200)</i>	3
<i>n. di livelli da prelevare da ogni carota da 3 m</i>	12
<i>n. livelli da analizzare sul 100% delle carote da da 3 m (0-25; 25-50; 50-75; 75-100; 150-175; 225-250; 275-300)</i>	7
<i>n. livelli da analizzare sul 50% delle carote da 3 m (100-125; 125-150; 175-200; 200-225; 250-275)</i>	5
n. totale livelli da prelevare ed analizzare dai campioni superficiali	20
n totale di livelli da prelevare (carote e campioni superficiali)	528
n totale di livelli da analizzare (carote e campioni superficiali)	375
FONDALI FASCIA COSTIERA TRA I 30 m E I 50 m DI PROFONDITA'	
n. totale stazioni di campionamento nelle maglie 450x450 m, di cui:	15
n. carote da 2 m	15
n. totale campioni superficiali (da prelevare in corrispondenza delle carote per l'esecuzione di analisi ecotossicologiche)	4
<i>n. di livelli da prelevare da ogni carota da 2 m</i>	8
<i>n. livelli da analizzare sul 100% delle carote da 2 m (0-25; 25-50; 50-75; 75-100; 150-175)</i>	5
<i>n. livelli da analizzare sul 13% delle carote da 2 m (100-125; 125-150; 175-200)</i>	3
n. totale livelli da prelevare ed analizzare dai campioni superficiali	4
n totale di livelli da prelevare (carote e campioni superficiali)	124
n totale di livelli da analizzare (carote e campioni superficiali)	85
FONDALI FASCIA COSTIERA OLTRE I 50 m DI PROFONDITA'	
n. totale stazioni di campionamento, di cui:	18
n. campioni superficiali	18
n totale di livelli da prelevare	18
n totale di livelli da analizzare	18
COMPLESSIVO FONDALI FASCIA COSTIERA	
N. TOTALE CAROTE	73
N. TOTALE CAMPIONI SUPERFICIALI (di cui n. 24 per l'esecuzione delle indagini ecotossicologiche)	42
N TOTALE DI LIVELLI DA PRELEVARE (carote e campioni superficiali)	670
N TOTALE DI LIVELLI DA ANALIZZARE (carote e campioni superficiali)	478



5.3 Schema complessivo della strategia di campionamento

In Tabella 4 è riportato lo schema complessivo della strategia di campionamento dei sedimenti dell'area portuale e dell'area costiera, comprensivo del numero dei livelli da prelevare e di quelli da analizzare.

Tabella 4: Schema complessivo della strategia di caratterizzazione dei sedimenti dell'area marina inclusa nella perimetrazione del sito di bonifica di interesse nazionale "Area Industriale di Milazzo"

FONDALI AREA PORTUALE	
n. totale carote	6
n. carote da 2 m	3
n. carote da 3 m	3
n. totale campioni superficiali (in corrispondenza delle carote per l'esecuzione di analisi ecotossicologiche)	3
n totale di livelli da prelevare (carote e campioni superficiali)	63
n totale di livelli da analizzare (carote e campioni superficiali)	63
AREA COSTIERA – ARENILI	
n. totale carote	58
n. carote da 2 m	58
n. totale campioni superficiali (in corrispondenza delle carote per la determinazione di diossine e furani)	6
n totale di livelli da prelevare (carote e campioni superficiali)	412
n totale di livelli da analizzare (carote e campioni superficiali)	228
AREA COSTIERA - FONDALI	
n. totale carote	73
n. carote da 2 m	62
n. carote da 3 m	11
n. totale campioni superficiali (di cui n. 24 in corrispondenza delle carote per l'esecuzione di analisi ecotossicologiche)	42
n totale di livelli da prelevare (carote e campioni superficiali)	670
n totale di livelli da analizzare (carote e campioni superficiali)	478
COMPLESSIVO SITO AREA INDUSTRIALE DI MILAZZO	
N. TOTALE CAROTE	137
n. carote da 2 m su arenile	58
n. carote da 2 m su fondale	68
n. carote da 3 m su fondale	11
N. TOTALE CAMPIONI SUPERFICIALI	51
n. campioni superficiali su arenile (in corrispondenza delle carote per la determinazione di diossine e furani)	6
n. campioni superficiali su fondale (di cui n. 27 per l'esecuzione di analisi ecotossicologiche)	45
N TOTALE DI LIVELLI DA PRELEVARE (carote e campioni superficiali)	1145
N TOTALE DI LIVELLI DA ANALIZZARE (carote e campioni superficiali)	769



5.4 Metodologia di campionamento e subcampionamento dei sedimenti

Tutte le attività previste devono essere condotte secondo le procedure di qualità definite dalle norme ISO 9001/2000.

Si precisa che la verifica della presenza di eventuali ordigni bellici nelle aree interessate dall'esecuzione dei carotaggi si intende prioritaria rispetto a qualunque attività.

In generale l'attività di prelievo dei sedimenti deve avvenire arrecando al campione il minor disturbo possibile ed evitandone la potenziale contaminazione dovuta ad un uso improprio della strumentazione da parte degli operatori. Mantenere l'integrità del campione è importante perché, distruggendo la struttura originaria del sedimento, si verrebbero a modificare le sue caratteristiche fisico-chimiche originarie e si determinerebbe anche una variazione nella biodisponibilità dei contaminanti presenti.

Le caratteristiche del sito e l'accessibilità delle singole stazioni di campionamento sono da verificare prima dell'inizio delle operazioni e sono parametri da considerare nella scelta dell'imbarcazione, o eventualmente di un pontone di lavoro, e di conseguenza della strumentazione da utilizzare per il campionamento.

Nella selezione dell'imbarcazione e/o pontone per l'esecuzione dei campionamenti sui fondali deve essere garantito: il pescaggio adeguato al raggiungimento delle stazioni di campionamento previste; la strumentazione di bordo idonea per il campionamento (i.e. verricello e cavo idoneo, sia per lunghezza che per capacità di recupero, per la strumentazione di campionamento); lo spazio necessario per l'installazione e l'operatività dell'attrezzatura di campionamento scelta; lo spazio necessario per lo stoccaggio del materiale di consumo decontaminato da usare per la raccolta dei campioni; lo spazio necessario per lo stoccaggio provvisorio del materiale in esubero; lo spazio operativo per il subcampionamento di sedimento nelle diverse aliquote senza incorrere nel rischio di perturbazione fisica o contaminazione chimica del campione (i.e.: motori, emissioni gassose, etc.); lo spazio per lo stoccaggio dei contenitori a temperatura controllata, contenenti i campioni raccolti; lo spazio operativo in completa sicurezza durante le fasi di campionamento per il personale tecnico e la strumentazione.

Per tutte le stazioni di campionamento deve essere fornita l'ubicazione reale. Il posizionamento delle stazioni di campionamento a mare deve avvenire tramite GPS differenziale (DGPS) o cinematico (RTK). Di ogni campagna di rilievo deve essere acquisito e reso disponibile il file rinex.

Per il posizionamento dell'imbarcazione è inoltre necessario: lo scandaglio per la verifica e la misura della profondità reale di campionamento; il Differential Global Positioning System (DGPS), in grado di garantire il corretto posizionamento durante la fase di campionamento.

Le coordinate geografiche e le quote ellissoidiche devono fare riferimento all'ellissoide WGS84: Latitudine e longitudine devono essere espresse in gradi, primi e frazioni di primo e nelle corrispettive coordinate UTM metriche; le quote ellissoidi che devono essere espresse in metri e riferite al piano campagna per le stazioni a terra e al fondale marino per le stazioni a mare.

Quali accorgimenti operativi, le coordinate della verticale di indagine devono essere collimate con l'asta del carotiere; la misura del battente d'acqua in una determinata stazione di campionamento deve essere effettuata successivamente al posizionamento della strumentazione di campionamento (ad esempio, il carotiere) sul punto.



Le attività di prelievo dei sedimenti devono essere eseguite mediante carotiere, che, per quanto concerne i sedimenti dei fondali, potrà essere di tipo vibrocorer, o eventualmente a rotazione. Nelle stazioni in cui è previsto il prelievo dei campioni superficiali, i sedimenti dovranno essere prelevati con box corer o benna.

Per quanto concerne il carotaggio sugli arenili difficilmente raggiungibili con l'adeguata strumentazione via terra, si può eventualmente ricorrere come alternativa all'utilizzo di un carotiere manuale, purché vengano comunque rispettate le specifiche richieste per il campionamento di sedimenti indisturbati, come di seguito riportato, e il recupero richiesto. Nelle stazioni di campionamento sugli arenili in cui è previsto il prelievo dei campioni superficiali, i sedimenti dovranno essere prelevati con box corer, benna o carotiere manuale.

Per l'esecuzione di saggi ecotossicologici sui sedimenti superficiali dei fondali deve essere prelevato mediante benna o box corer uno spessore di almeno 25 cm di sedimento, confrontabile con la prima sezione prelevata nelle carote (0-25 cm).

Per il prelievo delle carote si richiede l'utilizzo di un rivestimento interno (liner) al carotiere, in polietilene inerte, polipropilene o policarbonato, di lunghezza pari all'asta utilizzata. Il diametro del liner non deve essere inferiore a 10 cm.

Il diametro della strumentazione deve essere tale da consentire il recupero di una quantità di materiale sufficiente per l'esecuzione di tutte le determinazioni analitiche previste, tenendo conto delle modalità di preparazione dei campioni e del quantitativo di campione da conservare.

Ai fini della confrontabilità dei risultati ottenuti, si suggerisce di utilizzare la medesima strumentazione di campionamento nel corso di una medesima campagna, nonché le medesime pratiche di subcampionamento.

La carota deve essere recuperata per intero in un'unica operazione di carotaggio, senza soluzione di continuità, utilizzando quindi, aste di altezza appropriata a seconda dello spessore di materiale da caratterizzare, per cui si richiede comunque un recupero pari al 100%, e che pertanto la strumentazione adottata dovrà prevedere una lunghezza di prelievo opportunamente incrementata rispetto a quella dei carotaggi programmati, al fine di consentire il recupero completo delle sezioni previste. Al fine di assicurare la stessa verticale d'indagine, durante l'esecuzione di un carotaggio deve essere mantenuto il posizionamento del pontone sulla stazione di prelievo. Nel caso di utilizzo di carotiere manuale si richiede il mantenimento della verticalità del campionatore, sia durante la fase di infissione che in quella di recupero.

Il materiale deve essere prelevato il più possibile indisturbato. Non è consentito l'uso di fluidi o fanghi di circolazione poiché potenziali contaminatori del campione. Nel caso d'utilizzo di carotiere a rotazione, la velocità di rotazione deve essere moderata in modo da ridurre l'attrito tra sedimento e campionatore. L'indisturbabilità del campione deve essere garantita anche in fase di estrusione del campione. Si consiglia per tale operazione l'uso di un estrusore a pistone idraulico, allo scopo di evitare nella fase di estrazione il contatto diretto tra il campione e l'acqua proveniente dalla pompa. In alternativa si può ricorrere al taglio longitudinale del rivestimento interno utilizzato.

Al fine di evitare una eventuale contaminazione del campione è necessaria un'approfondita pulizia dei liners, delle strumentazioni e dell'equipaggiamento utilizzato dagli operatori tra le varie stazioni di prelievo. Inoltre si raccomanda di evitare l'uso di sostanze detergenti,



normalmente utilizzate per la pulizia o per l'ottimizzazione della funzionalità degli strumenti (lubrificanti, CRC, etc.).

Il quantitativo di campione da prelevare deve essere sufficiente per tutte le determinazioni analitiche da effettuare. A tal proposito si deve provvedere a verificarne la rispondenza con i quantitativi richiesti dai laboratori incaricati della determinazione analitica.

Per il prelievo dei livelli previsti lungo la carota deve essere posta ogni attenzione nell'evitare la miscelazione del sedimento lungo l'asse della carota.

L'apertura o l'estrusione della carota devono avvenire entro alcune ore dal prelievo dal fondale marino.

Immediatamente dopo le operazioni di apertura o estrusione le carote devono essere 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. Una volta misurate, le carote devono essere immediatamente subcampionate separando, partendo dal top, le sezioni di sedimento corrispondenti agli intervalli descritti.

Per ogni punto di prelievo deve essere compilata una scheda riassuntiva contenente le seguenti informazioni, compilata da personale specializzato: codice identificativo della stazione di campionamento; data ed ora di campionamento; coordinate effettive del punto; quota del fondale; lunghezza della carota prelevata; descrizione stratigrafica della carota; sezioni prelevate; descrizione macroscopica delle sezioni (colore, odore, tipologia dei sedimenti, grado di idratazione, presenza di frammenti conchigliari, presenza di residui e materiale organico, presenza di strutture sedimentologiche) e codici dei relativi campioni.

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, e prima della suddivisione in subcampioni, deve essere effettuato:

- il prelievo dell'aliquota destinata alla determinazione dei composti volatili (Idrocarburi $C \leq 12$, BTEX, composti alifatici clorurati cancerogeni e non cancerogeni), sulle sezioni ove sia stato previsto. Detto prelievo deve essere effettuato in modo puntuale secondo la metodica ASTM 4547-03 o EPA 5035, fatti salvi i successivi aggiornamenti;
- la misura di pH e Eh su tutte le sezioni.

Immediatamente dopo si procede al subcampionamento e alla omogeneizzazione delle aliquote previste per tutti i restanti parametri, evitando la miscelazione del sedimento lungo l'asse della carota.

Il campione, una volta omogeneizzato, deve essere suddiviso in due subcampioni, uno destinato alle analisi e l'altro, da conservare in contenitori di teflon (o, in alternativa, in contenitori in HDPE), a temperatura compresa tra -18°C e -25°C , destinati rispettivamente alle analisi di controllo, tenuto a disposizione per eventuali analisi di controllo.

Il subcampione destinato alle analisi di controllo deve essere adeguatamente sigillato in campo.



5.5 Trattamento e conservazione dei campioni di sedimento

Il subcampione da utilizzare per l'esecuzione delle analisi fisiche, chimiche, microbiologiche ed ecotossicologiche deve essere prontamente suddiviso in diverse aliquote, da conservarsi e trasportarsi secondo le seguenti modalità:

- l'aliquota per analisi granulometrica, contenuto d'acqua, peso specifico deve essere raccolta in contenitori di plastica, trasportata e conservata a temperature comprese tra $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $+6\text{ }^{\circ}\text{C}$; in alternativa si possono utilizzare sacchetti in polietilene ad alta densità, con sistema di chiusura ermetica o a nastro;
- l'aliquota per la chimica organica (Idrocarburi $C>12$, TOC, IPA, PCB, clorobenzeni, pesticidi organoclorurati, diossine e furani, composti organostannici) deve essere raccolta in contenitori decontaminati in teflon (PTFE); in alternativa è possibile utilizzare contenitori in polietilene ad alta densità (HDPE), possibilmente dotati di sottotappo, per garantire l'integrità del campione. Il trasporto deve avvenire a temperature comprese tra $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $+6\text{ }^{\circ}\text{C}$; la conservazione in laboratorio deve avvenire a temperature comprese tra $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- l'aliquota per l'analisi dei composti organici volatili (Idrocarburi $C\leq 12$, BTEX, composti alifatici clorurati cancerogeni e non), dopo il prelievo secondo la procedura di cui al par. 5.4, deve essere raccolta in contenitori decontaminati in vetro, generalmente compatibili con lo strumento utilizzato per l'analisi, ben chiusi tramite tappo a vite o a ghiera dotato di setto in PTFE. Il trasporto e la conservazione devono avvenire a temperature comprese tra $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $+6\text{ }^{\circ}\text{C}$. I campioni devono essere analizzati preferibilmente entro 14 giorni dal prelievo;
- l'aliquota per l'analisi di azoto e fosforo deve essere raccolta e trasportata in contenitori di HDPE; il trasporto in laboratorio deve avvenire a temperature comprese tra $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $+6\text{ }^{\circ}\text{C}$; la conservazione deve avvenire a temperature comprese tra $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- l'aliquota per l'analisi di metalli ed elementi in tracce deve essere raccolta in contenitori decontaminati in HDPE; il trasporto deve avvenire a temperature comprese tra $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $+6\text{ }^{\circ}\text{C}$; la conservazione in laboratorio deve avvenire a temperature comprese tra $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- l'aliquota per l'analisi dell'amianto deve essere raccolta in contenitori di plastica o vetro e il trasporto avvenire a temperature comprese tra $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $+6\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- l'aliquota per le analisi microbiologiche (Enterococchi fecali, Salmonella, Spore di clostridi solfito riduttori, Coliformi totali, Escherichia coli, Stafilococchi; Miceti e Lieviti) deve essere raccolta in contenitori sterili di polietilene o polistirolo; il trasporto deve avvenire a temperature comprese tra $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $+6\text{ }^{\circ}\text{C}$; la conservazione in laboratorio deve avvenire alle medesime temperature per un massimo di 24 ore, entro le quali deve essere iniziata l'analisi;
- l'aliquota per i saggi ecotossicologici deve essere raccolta in contenitori di polietilene o vetro decontaminato ed essere immediatamente posta a temperature comprese tra $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $+6\text{ }^{\circ}\text{C}$. Le analisi devono essere eseguite entro 10 gg dal prelievo, salvo diversa indicazione del metodo di riferimento utilizzato.

In base alle esigenze dei laboratori incaricati dell'esecuzione delle analisi, qualora sia prevista la conservazione all'interno di contenitori dello stesso tipo, le aliquote dei campioni per le diverse tipologie di contaminanti possono essere riunite all'interno dello stesso contenitore già in fase di subcampionamento.



Le sezioni corrispondenti ai livelli isolati e non analizzati dovranno essere conservate opportunamente per eventuali analisi successive, in funzione della contaminazione riscontrata nei campioni esaminati. Dovranno pertanto essere selezionate strutture con adeguate capacità d'immagazzinamento e conservazione.

Deve essere previsto un sistema di smaltimento del quantitativo di sedimento non utilizzato per la formazione dei campioni, in accordo con la normativa vigente (Decreto Legislativo n. 152 del 2006 e successive integrazioni). Ad ogni modo deve essere evitato lo sversamento delle stesse durante le operazioni di lavoro.



5.6 Analisi previste sui sedimenti marini

Gli analiti da ricercare in ciascun settore di indagine sono stati scelti sulla base delle informazioni disponibili relative alle attività specifiche ivi svoltesi, alle indagini pregresse eseguite sui sedimenti dei fondali (in particolare dell'area portuale) e sulla base dell'esperienza acquisita nella caratterizzazione di altri siti di bonifica di interesse nazionale.

5.6.1 *Analisi previste sui sedimenti dell' "area portuale rimanente"*

Sulla totalità dei campioni prelevati dai sedimenti dei fondali dell' "area portuale rimanente" (cfr. par. 5.1.1) saranno determinati i seguenti parametri:

- Granulometria
- Contenuto d'acqua
- pH
- Potenziale redox
- Peso specifico
- Concentrazioni di:
 - Alluminio
 - Arsenico
 - Cadmio
 - Cromo tot
 - Cromo VI
 - Ferro
 - Mercurio
 - Nichel
 - Piombo
 - Rame
 - Vanadio
 - Zinco
- Policlorobifenili (PCB), in particolare i congeneri: PCB 28, PCB 52, PCB 77, PCB 81, PCB 101, PCB 105, PCB 114, PCB 118, PCB 123, PCB 126, PCB 128, PCB 138, PCB 153, PCB 156, PCB 157, PCB 167, PCB 169, PCB 170, PCB 180, PCB 189 e loro sommatoria.
- Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA): Naftalene, Acenaftene, Acenaftilene, 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(1,2,3,c,d)pirene; è inoltre prevista la determinazione di Benzo(j)fluorantene e Benzo(e)pirene per tutti quei campioni in cui la concentrazione degli Idrocarburi totali (intesa come sommatoria di IC \leq 12 e IC $>$ 12) risultasse maggiore di 1000 mg/kg s.s..
- Idrocarburi (C \leq 12)
- Idrocarburi (C $>$ 12)
- Azoto totale
- Fosforo totale
- Carbonio organico (TOC)



In base alle informazioni raccolte sulle fonti inquinanti presenti sulla costa, sulle sezioni 25-50 cm, 75-100 cm e 150-175 cm di n. 2 carote saranno determinate le concentrazioni di:

- Solventi aromatici (BTEXS)
- Clorobenzeni (esaclorobenzene, pentaclorobenzene, 1,2,4,5-tetraclorobenzene, 1,2,4-triclorobenzene, 1,4-diclorobenzene, 1,2-diclorobenzene)
- Alifatici Clorurati Cancerogeni e non Cancerogeni

Sulle sezioni 0-25 cm, 25-50 cm e 50-75 cm di n. 3 carote saranno determinate le concentrazioni di:

- Parametri microbiologici (Enterococchi fecali, Salmonella, Spore di clostridi solfito riduttori, Coliformi totali, Escherichia coli, Stafilococchi)

Su n. 2 campioni superficiali (0-25 cm) si dovranno inoltre determinare le concentrazioni di:

- Diossine e furani e PCB diossina simili
- Amianto

Sulle sezioni 0-25 cm e 25-50 cm di n. 3 carote saranno infine determinate le concentrazioni di:

- Composti Organostannici (sommatoria di mono-, di-, e tri-butilstagno espressa come stagno)

In corrispondenza di n. 3 stazioni di campionamento, sul livello superficiale 0-25 cm (derivante dal campione superficiale appositamente prelevato in corrispondenza della carota) e sul livello profondo (indicativamente il livello 150-175 cm) saranno effettuate:

- Indagini ecotossicologiche su organismi marini, compatibili direttamente con i sedimenti, applicati ad almeno due matrici ambientali (Fase solida o tal quale, acqua interstiziale o elutriato).

5.6.2 Analisi previste sui sedimenti degli arenili della fascia costiera

Sulla totalità dei campioni prelevati dai sedimenti degli arenili della fascia costiera e prescelti per le analisi saranno determinati i seguenti parametri:

- Granulometria
- Contenuto d'acqua
- Peso specifico
- pH
- Potenziale redox
- Concentrazioni di:
 - Alluminio
 - Arsenico
 - Cadmio
 - Cromo tot
 - Cromo VI
 - Ferro



- Mercurio
- Nichel
- Piombo
- Rame
- Vanadio
- Zinco
- Policlorobifenili (PCB), in particolare i congeneri: PCB 28, PCB 52, PCB 77, PCB 81, PCB 101, PCB 105, PCB 114, PCB 118, PCB 123, PCB 126, PCB 128, PCB 138, PCB 153, PCB 156, PCB 157, PCB 167, PCB 169, PCB 170, PCB 180, PCB 189 e loro sommatoria.
- Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA): Naftalene, Acenaftene, Acenaftilene, 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(1,2,3,c,d)pirene; è inoltre prevista la determinazione di Benzo(j)fluorantene e Benzo(e)pirene per tutti quei campioni in cui la concentrazione degli Idrocarburi totali (intesa come sommatoria di IC \leq 12 e IC $>$ 12) risultasse maggiore di 1000 mg/kg s.s..
- Idrocarburi (C \leq 12)
- Idrocarburi (C $>$ 12)
- Carbonio organico (TOC)

In base alle informazioni raccolte sulle fonti inquinanti presenti sulla costa, sulle sezioni 0-50 cm, 75-100 cm e 175-200 cm di n. 15 carote, ubicate in corrispondenza o nelle vicinanze delle attività industriali presenti nel sito, saranno determinate le concentrazioni di:

- Solventi aromatici (BTEXS)
- Clorobenzeni (esaclorobenzene, pentaclorobenzene, 1,2,4,5-tetraclorobenzene, 1,2,4-triclorobenzene, 1,4-diclorobenzene, 1,2-diclorobenzene)
- Alifatici Clorurati Cancerogeni e non Cancerogeni

Sulle sezioni 0-50 cm e 75-100 cm di n. 10 carote, uniformemente distribuite sugli arenili presenti, saranno determinate le concentrazioni di:

- Pesticidi organoclorurati

Sulle sezioni 0-50 cm e 50-75 cm di n. 12 carote e sulle sezioni 0-50 cm di ulteriori n. 10 carote, scelte in posizione significativa rispetto agli scarichi ed alle foci dei fiumi presenti, saranno determinate le concentrazioni di:

- Parametri microbiologici (Enterococchi fecali, Salmonella, Spore di clostridi solfito riduttori, Coliformi totali, Escherichia coli, Stafilococchi, Miceti e Lieviti)

Sulla sezione superficiale (0-50 cm) di n. 5 carote e su tutte le sezioni prelevate da n. 2 carote ubicate nell'area antistante l'ex SACELIT (e quindi la foce del torrente Saja Archi) saranno determinate le concentrazioni di:

- Amianto

Su n. 6 livelli superficiali 0-25 cm (derivanti dai campioni superficiali appositamente prelevati in corrispondenza delle carote) saranno determinate le concentrazioni di:

- Diossine e furani e PCB diossina simili



Nel caso in cui, in corso d'opera, vengano identificati ulteriori parametri, correlati con le attività specifiche svoltesi nelle aree di bonifica, non ancora individuati, le relative analisi saranno eseguite sull'aliquota del campione appositamente conservato.

5.6.3 *Analisi previste sui sedimenti dei fondali della fascia costiera*

Sulla totalità dei campioni prelevati dai sedimenti dei fondali della fascia costiera e prescelti per le analisi saranno determinati i seguenti parametri:

- Granulometria
- Contenuto d'acqua
- pH
- Potenziale redox
- Peso specifico
- Concentrazioni di:
 - Alluminio
 - Arsenico
 - Cadmio
 - Cromo tot
 - Cromo VI
 - Ferro
 - Mercurio
 - Nichel
 - Piombo
 - Rame
 - Vanadio
 - Zinco
- Policlorobifenili (PCB), in particolare i congeneri: PCB 28, PCB 52, PCB 77, PCB 81, PCB 101, PCB 105, PCB 114, PCB 118, PCB 123, PCB 126, PCB 128, PCB 138, PCB 153, PCB 156, PCB 157, PCB 167, PCB 169, PCB 170, PCB 180, PCB 189 e loro sommatoria.
- Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA): Naftalene, Acenaftene, Acenaftilene, 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(1,2,3,c,d)pirene; è inoltre prevista la determinazione di Benzo(j)fluorantene e Benzo(e)pirene, per tutti quei campioni in cui la concentrazione degli Idrocarburi totali (sommatoria di $IC \leq 12$ e $IC > 12$) risultasse maggiore di 1000 mg/kg s.s..
- Idrocarburi ($C \leq 12$)
- Idrocarburi ($C > 12$)
- Azoto totale
- Fosforo totale
- Carbonio organico (TOC)

In base alle informazioni raccolte sulle fonti inquinanti presenti sulla costa, sulle sezioni 25-50 cm, 75-100 cm e 150-175 cm di n. 25 carote, ubicate nell'area marina antistante le attività industriali presenti nel sito, saranno determinate le concentrazioni di:



- Solventi aromatici (BTEXS)
- Clorobenzeni (esaclorobenzene, pentaclorobenzene, 1,2,4,5-tetraclorobenzene, 1,2,4-triclorobenzene, 1,4-diclorobenzene, 1,2-diclorobenzene)
- Alifatici Clorurati Cancerogeni e non Cancerogeni

Sulle sezioni 0-25 cm e 75-100 cm di n. 20 carote, uniformemente distribuite sui fondali antistanti gli arenili ove sono ricercati tali composti, saranno determinate le concentrazioni di:

- Pesticidi organoclorurati

Sulle sezioni 0-25 cm, 25-50 cm e 50-75 cm di n. 25 carote, scelte in posizione significativa rispetto agli scarichi ed alle foci dei fiumi presenti, saranno determinate le concentrazioni di:

- Parametri microbiologici (Enterococchi fecali, Salmonella, Spore di clostridi solfito riduttori, Coliformi totali, Escherichia coli, Stafilococchi)

Su n. 20 campioni superficiali (0-25 cm) si dovranno inoltre determinare le concentrazioni di:

- Diossine e furani e PCB diossina simili

Sulla sezione superficiale (0-25 cm) di n. 17 carote e sulle sezioni 0-25 cm, 25-50 cm e 50-75 cm di n. 3 carote ubicate nell'area antistante l'ex SACELIT (e quindi la foce del torrente Saja Archi) saranno determinate le concentrazioni di:

- Amianto

Sulle sezioni 0-25 cm e 25-50 cm di n. 10 carote saranno infine determinate le concentrazioni di:

- Composti Organostannici (sommatoria di mono-, di-, e tri-butilstagno espressa come stagno)

In corrispondenza di n. 30 stazioni di campionamento (n. 20 carote nella fascia costiera entro i 30 m di profondità, n. 4 carote tra i 30 m e i 50 m di profondità, n. 6 campioni superficiali oltre i 50 m di profondità), ed in particolare su n. 24 livelli superficiali 0-25 cm (derivanti dal campione superficiale appositamente prelevato in corrispondenza delle carote), su n. 12 livelli profondi (indicativamente il livello 75-100 cm) e su n. 6 campioni superficiali, saranno effettuate:

- Indagini ecotossicologiche su organismi marini, compatibili direttamente con i sedimenti, applicati ad almeno due matrici ambientali (Fase solida o tal quale, acqua interstiziale o elutriato).

Nel caso in cui, in corso d'opera, vengano identificati ulteriori parametri, correlati con le attività specifiche svoltesi nelle aree di bonifica, non ancora individuati, le relative analisi saranno eseguite sull'aliquota del campione appositamente lasciato.



6 STRATEGIA DI CARATTERIZZAZIONE DEGLI ORGANISMI

Nel presente capitolo viene descritta la strategia di caratterizzazione per l'analisi di eventuali effetti degli inquinanti presenti nell'area marina perimetrata sugli organismi marini, sia in termini di concentrazioni di inquinanti accumulatesi nei tessuti dei mitili e della fauna necto-bentonica che in termini di stato qualitativo della comunità macrozoobentonica di fondo mobile.

Nel dettaglio, sono stati previsti:

- per la valutazione del bioaccumulo dei diversi inquinanti nei tessuti degli organismi, una campagna di prelievo di specie con differenti caratteristiche ecologiche e posizionate a diversi livelli della rete trofica, caratterizzate da una permanenza significativa all'interno del sito di indagine relativamente al ciclo di vita. In particolare si ritiene necessario il prelievo di almeno n. 1 specie di organismi filtratori e di n. 3 specie necto-bentoniche. Possibili organismi marini con caratteristiche idonee alla finalità dell'indagine sono: quali organismi filtratori, il bivalve *Mytilus galloprovincialis*; quali specie necto-bentoniche, da scegliere comunque a valle di un survey preliminare per la ricerca delle specie autoctone più comuni e di quelle che più rispondono ai requisiti richiesti, indicativamente la triglia di fango (*Mullus barbatus*), la salpa (*Sarpa salpa*) e il cefalo (*Mugil spp*);
- per la valutazione della struttura della comunità macrozoobentonica di fondo mobile, una campagna di prelievo di campioni di sedimento marino nell'area costiera entro la profondità dei 30 metri.

6.1 Schema di campionamento

6.1.1 Bioaccumulo dei contaminanti negli organismi marini

Per il campionamento dei bivalvi nell'area costiera sono previste n. 4 stazioni di prelievo, di cui n. 1 nell'area portuale, n. 2 nella fascia costiera, in prossimità dei pontili e n. 1, quale stazione di bianco, posizionata esternamente all'area di indagine. Nel caso in cui vi siano difficoltà reali nel reperimento di mitili naturali, l'indagine potrà essere effettuata secondo la tecnica degli organismi trapiantati.

Per il campionamento di ciascuna specie necto-bentonica dovranno essere effettuate diverse cale, eseguite su transetti significativi per l'area in esame. In particolare sono stati previsti n. 3 cale, di cui n. 1 in prossimità dell'area portuale, n. 1 nella fascia costiera e n. 1, di bianco, esternamente all'area di indagine.

Tabella 5: Schema della strategia di caratterizzazione degli organismi per le analisi di bioaccumulo

Schema delle stazioni e dei prelievi degli organismi per le analisi di bioaccumulo	Bivalvi	Organismi necto-bentonici
n. totale di stazioni di prelievo	4	-
n. cale per la pesca	-	3



6.1.2 Valutazione della struttura della comunità macrozoobentonica

Per il campionamento del macrozoobenthos nell'area costiera sono previste n. 11 stazioni di prelievo dei sedimenti, in corrispondenza delle stazioni identificate per il prelievo delle carote da 3 metri (entro la profondità dei 30 metri).

Tabella 6: Schema della strategia di caratterizzazione del macrozoobenthos

Schema delle stazioni di prelievo del macrozoobenthos	
n. totale di stazioni di prelievo	11

6.2 Metodologia di campionamento

6.2.1 Bioaccumulo dei contaminanti negli organismi marini

Il prelievo dei bivalvi dovrà essere effettuato per mezzo di un operatore subacqueo o di un'ideale imbarcazione. Per ciascuna stazione dovranno essere raccolti non meno di 200 esemplari, di taglia omogenea, approssimativamente compresa tra il 70% e il 90% della taglia massima della popolazione, da suddividere poi in tre pool. Per ciascun pool dovrà essere garantita una quantità di biomassa sufficiente per l'esecuzione delle analisi previste. Il campionamento delle specie necto-bentoniche dovrà essere effettuato con l'ausilio di idonee imbarcazione e attrezzatura da pesca. In particolare dovrà essere prelevato, per ogni cala e per ogni specie, un numero di individui sufficiente a consentire la formazione di almeno n. 3 pool, sia di muscolo che di fegato.

Per ciascun pool dovrà essere garantita una quantità di biomassa sufficiente per l'esecuzione delle analisi previste. Nel caso in cui durante la cala si raccolga una quantità di biomassa inferiore a quanto sopra riportato la cala dovrà essere ripetuta (anche in posizione leggermente diversa, annotando le nuove coordinate e la nuova profondità).

6.2.2 Valutazione della struttura della comunità macrozoobentonica

Il prelievo di sedimento per l'analisi della comunità macrozoobentonica dovrà essere effettuato, con l'ausilio di un'opportuna imbarcazione, attraverso l'utilizzo di benna Van Veen, con area di presa di 0,1 m², prelevando in ogni stazione tre repliche, in modo da avere un campione rappresentativo. Per ogni stazione di prelievo dovrà essere compilata una scheda di campionamento riportante la campagna di campionamento, la denominazione della stazione, coordinate e profondità, data e ora del prelievo, condizioni meteo-marine, aspetto del sedimento e note generali.



6.3 Trattamento e conservazione dei campioni

6.3.1 Bioaccumulo dei contaminanti negli organismi marini

Organismi bivalvi

Gli individui campionati dovranno essere puliti grossolanamente dai residui di sedimento, grossi filamenti, resi vegetali, tramite delicata immersione in acqua di mare. Si raccomanda la massima cura nell'evitare la contaminazione del campione durante la fase di manipolazione.

Per ogni stazione di prelievo, una volta misurati gli organismi selezionati di bivalvi, la loro parte molle deve essere raccolta, e suddivisa in almeno tre pool.

Gli organismi devono essere trasportati in sacchetti di polietilene, etichettati con il nome della stazione, il numero del pool e la data, a temperature comprese tra +4 e +6 ° C. Una volta in laboratorio, devono essere preparati i pool e devono essere conservati a temperature comprese tra -18 e -25 °C, per un periodo massimo di conservazione di 60 gg. Da ciascun pool deve essere prelevata un'aliquota che sarà tenuta a disposizione per eventuali analisi di controllo.

Organismi necto-bentonic

Per ogni cala, e per ogni specie, gli esemplari di organismi bento-nectonici devono essere misurati e suddivisi in un numero significativo di "pool" (almeno n.3), per taglie omogenee. Per ogni pool deve essere annotato di ciascun esemplare il peso totale e la taglia. Gli organismi devono essere trasportati in sacchetti di polietilene, etichettati con il nome della stazione, il numero del pool e la data, a temperature comprese tra +4°C e +6°C. Dai pool così ottenuti si ricavano a loro volta i pool di muscolo e fegato, prelevati da ciascun esemplare, sui quali effettuare le analisi. I pool di muscolo e di fegato devono essere conservati a temperature comprese tra -18°C e -25°C, per un periodo massimo di conservazione di 60 gg. Da ciascun pool deve essere prelevata un'aliquota da tenere a disposizione per eventuali analisi di controllo.

6.3.2 Valutazione della struttura della comunità macrozoobentonica

Gli organismi del macrozoobenthos dovranno essere immediatamente separati dal sedimento tramite risciacquo in acqua marina corrente su un setaccio con maglia di 1 mm. La frazione trattenuta (macrozoobentonica) dovrà essere fissata in una miscela di acqua di mare e formaldeide al 4%, tamponata con CaCO₃ e conservata in contenitori di polietilene, etichettati con il nome della stazione, il numero della replica e la data. In laboratorio, per lo smistamento e l'identificazione si dovrà far uso di microscopio binoculare da dissezione e di microscopio a contrasto di fase. Per ottenere un'informazione bionomica quanto più possibile corretta ed esauriente si dovrà raggiungere il livello tassonomico significativo più basso possibile (la specie). I campioni dovranno essere conservati in una miscela di acqua distillata e alcool etilico al 70%.



6.4 Analisi previste

6.4.1 Bioaccumulo dei contaminanti negli organismi marini

Su tutti i pool di bivalvi devono essere determinate le concentrazioni di:

- Arsenico
- Cadmio
- Cromo totale
- Mercurio
- Nichel
- Piombo
- Rame
- Zinco
- Policlorobifenili (PCB), in particolare i congeneri: PCB 28, PCB 52, PCB 77, PCB 81, PCB 101, PCB 105, PCB 114, PCB 118, PCB 123, PCB 126, PCB 128, PCB 138, PCB 153, PCB 156, PCB 157, PCB 167, PCB 169, PCB 170, PCB 180, PCB 189 e loro sommatoria.
- Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) (Naftalene, Acenaftene, Acenaftilene, 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(1,2,3-cd)pirene)

Su un numero ridotto di pool di bivalvi (quelli relativi alla stazione di bianco e ad una delle n. 3 stazioni interne all'area di indagine) deve essere determinata la concentrazione di:

- Diossine, furani e PCB diossina simili

Sugli organismi necto-bentonici (su tutti i pool di muscolo e di fegato) devono essere determinate le concentrazioni di:

- Arsenico
- Cadmio
- Cromo totale
- Mercurio
- Nichel
- Piombo
- Rame
- Zinco
- Policlorobifenili (PCB), in particolare i congeneri: PCB 28, PCB 52, PCB 77, PCB 81, PCB 101, PCB 105, PCB 114, PCB 118, PCB 123, PCB 126, PCB 128, PCB 138, PCB 153, PCB 156, PCB 157, PCB 167, PCB 169, PCB 170, PCB 180, PCB 189 e loro sommatoria.
- Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) (Naftalene, Acenaftene, Acenaftilene, 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(1,2,3-cd)pirene)



Su un numero ridotto di pool di muscolo e di fegato (quelli relativi alla cala di bianco e ad una delle n. 2 cale interne all'area di indagine) deve essere determinata la concentrazione di:

- Diossine e furani e PCB diossina simili

6.4.2 Valutazione della struttura della comunità macrozoobentonica

L'analisi tassonomica deve essere eseguita ove possibile fino al raggiungimento del livello di specie della comunità macrozoobentonica di fondo mobile, con particolare riguardo ai taxa:

- Policheti
- Molluschi
- Crostacei
- Echinodermi



7 STRATEGIA DI CARATTERIZZAZIONE DELLA COLONNA D'ACQUA

Nel presente capitolo viene descritta la strategia di campionamento della colonna d'acqua, finalizzata alla individuazione di una eventuale contaminazione dovuta alla presenza, lungo la costa inclusa nella perimetrazione del sito di bonifica, di diversi corsi d'acqua e di numerosi scarichi civili e industriali.

La strategia illustrata, comprendente nello specifico analisi chimiche, fisiche e microbiologiche, potrà fornire oltre all'indicazione puntuale di eventuali input antropogenici anche informazioni relative all'estensione spaziale degli stessi. La scelta dei parametri da investigare è stata effettuata a seguito dell'analisi delle pressioni che insistono sull'area in esame.

7.1 Schema di campionamento

La caratterizzazione della colonna d'acqua sarà effettuata lungo transetti perpendicolari alla linea di costa, ubicati in corrispondenza delle potenziali sorgenti di contaminazione presenti lungo la costa (scarichi di maggiore criticità, foci dei fiumi e dei torrenti).

Lungo i transetti sono state posizionate stazioni di campionamento e misura in numero variabile da 1 a 2, in corrispondenza della batimetrica dei -5 m e dei -10 metri. Una ulteriore stazione è stata posta all'interno dell'area portuale di Milazzo.

In corrispondenza delle stazioni così individuate è previsto:

- nelle stazioni ubicate in corrispondenza della batimetrica dei -5 m, il prelievo di un campione d'acqua (a circa 50 cm dal pelo libero dell'acqua) per l'esecuzione di analisi chimiche e microbiologiche;
- nelle stazioni ubicate in corrispondenza della batimetrica dei -10 m, il prelievo di due campioni d'acqua, uno superficiale (a circa 50 cm dal pelo libero dell'acqua) ed uno profondo (a non meno di 1 m di altezza dal fondale);
- in tutte le stazioni, l'esecuzione di un profilo idrologico con sonda multiparametrica, acquisito in continuo sull'intera verticale.

Lo schema per la caratterizzazione della colonna d'acqua è riportata in Tabella 7. L'ubicazione delle stazioni è riportata in Allegato 4 al presente documento.

Tabella 7: Schema della strategia di caratterizzazione della colonna d'acqua

COLONNA D'ACQUA	
n. totale di transetti perpendicolari alla linea di costa	12
n. totale di stazioni, di cui:	20
<i>in corrispondenza della batimetrica dei -5m</i>	12
<i>in corrispondenza della batimetrica dei -10m</i>	8
n. campioni d'acqua	28
n. profili verticali con sonda multiparametrica	20

7.2 Metodologie di campionamento

Per ogni stazione di campionamento dovranno essere riportate le coordinate geografiche, rilevate tramite GPS differenziale, e la profondità del prelievo.

Il prelievo dei campioni d'acqua dovrà essere effettuato con bottiglie Niskin con sistema di apertura e chiusura attivabile alla profondità richiesta, previo avvinamento dei contenitori.



I profili idrologici con sonda multiparametrica dovranno consentire l'acquisizione in continuo dei seguenti parametri: densità, torbidità, temperatura, potenziale redox, pH, salinità, conducibilità, ossigeno disciolto e clorofilla "a".

Tutte le fasi dell'indagine dovranno essere eseguite da personale specializzato. Inoltre tutte le attività a mare dovranno essere georeferenziate e, pertanto, i mezzi navali utilizzati dovranno essere dotati di un sistema di localizzazione satellitare con metodologia differenziale D.G.P.S. (Differential Global Positioning System).

7.3 Trattamento e conservazione dei campioni

Il prelievo delle aliquote per le analisi dei diversi parametri chimici e microbiologici va effettuato direttamente dalla bottiglia Niskin nel più breve tempo possibile; il recipiente di conservazione deve essere avvinato almeno 2 volte con acqua del campione.

Sui campioni prelevati dovranno essere eseguite le analisi descritte nel par. 7.4. Le modalità di conservazione e trasporto in funzione delle diverse analisi previste dovranno essere quelle elencate nel seguito.

Determinazione di metalli ed elementi in tracce e Idrocarburi C>12 sul particolato

Per l'esecuzione delle analisi chimiche sul particolato sospeso è necessario campionare e filtrare un volume di acqua necessario ad ottenere il quantitativo di particolato sufficiente per le determinazioni analitiche previste, fino a 5 litri d'acqua per stazione e per tipologia di analita. Il campione deve essere raccolto in contenitori di polietilene o vetro precedentemente decontaminati ed avvinati e filtrato direttamente in situ su filtri (tipo Millipore[®]) di acetato di cellulosa 0,45 µm, precedentemente trattati (posti in stufa a 40°C per 1 ora, raffreddati in essiccatore e portati a peso costante al decimo di milligrammo).

E' previsto il prelievo di due aliquote di ogni campione da analizzare, una delle quali dovrà essere opportunamente conservata e tenuta a disposizione per eventuali riscontri analitici.

Per ridurre i rischi di contaminazione atmosferica si consiglia di tenere chiusi i contenitori prima e durante la preparazione del campione; inoltre, bisogna assicurarsi che la conservazione dei contenitori avvenga in ambienti non contaminati.

Il campione, una volta raccolto negli appositi contenitori, dovrà essere trasportato e conservato ad una temperatura pari a +4 °C, se si prevede di effettuare le analisi entro 7 gg; altrimenti, esso dovrà essere immediatamente congelato, trasportato e conservato ad una temperatura pari a -20 °C.

Determinazione di TSS, TOC, Idrocarburi C≤12, Azoto totale, Fosforo totale e alcuni parametri microbiologici di interesse sul tal quale

- L'aliquota destinata alla determinazione dei solidi sospesi totali (TSS) dovrà essere filtrata direttamente in situ, su filtri 0,45 µm in fibra di vetro precedentemente essiccati ad una temperatura di 105°C fino a peso costante; a seguito della filtrazione, il filtro dovrà essere riposto in apposita capsula con coperchio (la stessa che conteneva il filtro predisposto per il campionamento). Sarà necessario utilizzare la massima cautela nel trasporto del campione affinché il materiale che lo costituisce non venga disperso sulle superfici della capsula. La capsula dovrà essere di polietilene o vetro. Conservazione e trasporto dovranno avvenire a temperature



comprese tra +4°C e +6°C. Si dovrà procedere all'analisi quanto prima, preferibilmente entro 24 ore.

- L'aliquota destinata alla determinazione del TOC dovrà essere raccolta in bottiglie in polietilene a chiusura ermetica, preventivamente decontaminate mediante trattamento con HNO₃ 1.5 M in stufa a 50°C per un'ora, seguito da risciacqui abbondanti con acqua ultrapura. Al momento del prelievo, a scopo cautelativo, dovrà essere aggiunta qualche goccia di acido solforico concentrato. Il campione dovrà essere trasportato e conservato a temperature comprese tra i +4°C e i +6°C, e dovrà essere analizzato entro 7 gg dal prelievo.
- L'aliquota destinata all'analisi di azoto e fosforo totale dovrà essere raccolta in bottiglie in polietilene a chiusura ermetica e subito stabilizzata con 1 ml di reattivo ossidante ogni 10 ml di acqua (il reattivo ossidante sarà preparato preventivamente sciogliendo 50 g di potassio persolfato, a basso contenuto di N, e 30 g di acido borico in 1 litro di idrossido di sodio 0.375 mol/L e conservato, per massimo 1 settimana, in bottiglia in polietilene ben tappata ed avvolta in foglio di alluminio). Il campione di acqua così ottenuto dovrà essere congelato quanto prima, comunque entro 6-8 le ore. Trasporto e conservazione dovranno avvenire a -20°C.
- L'aliquota destinata all'analisi di Idrocarburi C_{≤12} dovrà essere prelevata utilizzando contenitori appositi (vials), riempiti fino all'orlo nel caso in cui si preveda per la fase analitica una immersione ed una preconcentrazione su fibra o lasciando uno spazio d'aria nel caso in cui si preveda di lavorare in spazio di testa.
- L'aliquota destinata alla determinazione dell'amianto dovrà essere raccolta in bottiglie in vetro, quindi trasportata e conservata a temperature comprese tra i +4°C e i +6°C.
- L'aliquota destinata alla determinazione dei parametri microbiologici dovrà essere raccolta in bottiglie sterili, quindi trasportata e conservata a temperature comprese tra i +4°C e i +6°C ed analizzata entro 24 ore dal campionamento.

Determinazione di metalli ed elementi in tracce, Fosfati, Azoto nitrico, nitroso e ammoniacale sul disciolto

- L'aliquota destinata all'analisi dei nutrienti (fosfati ed azoto nitrico, nitroso ed ammoniacale) dovrà essere preventivamente filtrata. Dovrà essere predisposto un apparato di filtrazione ponendo in esso un filtro da 0.45 µm, previamente lavato con acqua ultrapura, e sciacquando successivamente l'apparato di filtrazione con acqua del campione. L'aliquota filtrata dovrà essere raccolta in bottiglie in polietilene scure a chiusura ermetica, congelata quanto prima e comunque entro 6-8 le ore, quindi trasportata e conservata a -20°C.
- L'aliquota destinata all'analisi dei metalli dovrà essere raccolta in bottiglie di polietilene a chiusura ermetica, stabilizzata con HNO₃ fino a pH inferiore a 2, quindi trasportata e conservata a temperature comprese tra i +4°C e i +6°C.

7.4 Analisi previste

Sui campioni d'acqua prelevati si ritiene opportuno indagare la presenza di:

- Solidi sospesi totali (TSS)
- Concentrazioni di:
 - Arsenico



- Cadmio
- Cromo
- Mercurio
- Nichel
- Piombo
- Rame
- Zinco
- Idrocarburi C \leq 12 e C $>$ 12
- Azoto totale, ammoniacale, nitrico e nitroso
- Fosfati e fosforo totale
- Carbonio organico (TOC)
- Parametri microbiologici (Enterococchi fecali, Salmonella, Coliformi totali, Escherichia coli, Stafilococchi)

Nelle sole stazioni in corrispondenza della foce del Saja Archi sarà ricercata la presenza di:

- Amianto (fibre libere)



8 STRATEGIA DI CARATTERIZZAZIONE DELLE ACQUE DI FALDA

L'obiettivo di base di tale caratterizzazione è la determinazione della distribuzione spaziale della concentrazione dei contaminanti ricercati, qualora presenti, sia nelle acque di falda nella fascia degli arenili, che, eventualmente, nel cuneo salino.

La strategia prescelta prevede la predisposizione di un opportuno numero di piezometri lungo gli arenili più significativi in relazione alla contaminazione attesa, per il campionamento delle acque di falda e la relativa analisi chimica.

8.1 Schema di campionamento

Lo schema di campionamento prescelto prevede l'allestimento di n. 21 piezometri, con profondità variabile da 5 m a 20 m, distribuiti così come indicato in Allegato 5.

La posizione dei piezometri è stata scelta in base ai seguenti criteri:

- possibilità di accesso e operatività in sicurezza per i mezzi meccanici;
- presenza di arenile sufficientemente ampio, in modo tale da evitare che le oscillazioni di marea e le mareggiate ricoprano il boccaforo dei piezometri.

La lunghezza dei piezometri è stata scelta in funzione delle informazioni geologiche ed idrogeologiche pregresse, relative all'andamento delle linee di flusso della falda ed alla contaminazione falda riscontrata nelle diverse caratterizzazioni.

Le caratteristiche tecniche dei piezometri (codice identificativo, profondità, fenestrazione e coordinate cartografiche (datum WGS 84, UTM, fuso 33 Nord) sono riportati in Tabella 8.

Tabella 8: I punti di posizionamento dei sondaggi per l'installazione di piezometri

Codice Identificativo	Profondità (m)	Fenestrazione (m da pc)	Coordinate	
			Est WGS84	Nord WGS84
01	20	da -14 a -19	528563	4229631
02	15	da -9 a -14	528285	4229517
03	5	tutto	527964	4229402
04	10	da -4 a -9	527685	4229299
05	20	da -14 a -19	527338	4229176
06	15	da -9 a -14	526904	4229025
07	10	da -4 a -9	526617	4228938
08	5	tutto	526232	4228841
09	20	da -14 a -19	525803	4228777
10	15	da -9 a -14	525602	4228744
11	10	da -4 a -9	525158	4228730
12	5	tutto	524842	4228748
13	15	da -9 a -14	524561	4228788
14	20	da -14 a -19	523775	4228862
15	5	tutto	523473	4228870
16	10	da -4 a -9	523173	4228877
17	15	da -9 a -14	522876	4228918
18	20	da -14 a -19	522438	4229021
19	5	tutto	522162	4229137
20	10	da -4 a -9	521812	4229319
21	15	da -9 a -14	521593	4229521
22	10	da -4 a -9	521305	4230722



8.2 Realizzazione dei piezometri

I sondaggi da attrezzare a piezometro dovranno essere realizzati a carotaggio continuo a secco, utilizzando un carotiere ambientale apribile di tipo semplice di diametro $\Phi = 101$ mm e colonna di manovra a seguire di diametro $\Phi = 127$ mm.

Ogni manovra di avanzamento dovrà essere al massimo di un metro, a velocità di perforazione ridotta, per evitare il riscaldamento dei materiali.

Le carote ottenute durante la perforazione dovranno essere riposte in cassette catalogatrici, ognuna a 5 scomparti da 1 m, identificate e fotografate.

Poiché i piezometri ricadono nei medesimi punti del sondaggio sugli arenili per il prelievo di carote per l'analisi dei sedimenti, ultimata l'esecuzione del carotaggio "ambientale", secondo le modalità descritte nel paragrafo 5.4 (fino a -2 m dal p.c.), le perforazioni dovranno proseguire fino alle profondità previste per il piezometro corrispondente e riportate in Tabella 8. A prescindere da quanto previsto in tale tabella, tuttavia, la perforazione sul campo dovrà essere interrotta qualora venga incontrato, a profondità minori rispetto a quelle attese, lo strato di argille grigio-azzurre che separa la prima falda dal secondo acquifero di importanza regionale. Tale prescrizione risulta fondamentale sia perché non si ritiene necessario indagare la falda sottostante, sia per evitare fenomeni di *cross-contamination* tra i due corpi acquiferi. La perforazione in tal caso dovrà spingersi fino a circa 2 metri all'interno del pacco dei depositi impermeabili.

Ultimata la perforazione si procederà al condizionamento del foro con un rivestimento del diametro $\Phi = 178$ mm ed alla messa in opera nel foro di tubi piezometrici in HDPE ($\Phi = 100$ mm) e slot di fessurazione di $0,5 \div 0,7$ mm.

Le modalità di installazione dei piezometri dovranno essere le seguenti:

- introduzione del tubo piezometrico all'interno della colonna di rivestimento del sondaggio, immorsandolo nel terreno di fondo foro;
- creazione di dreno mediante l'immissione di ghiaia di diametro calibrato $2 \div 5$ mm nell'intercapedine tubo-rivestimento, da fondo foro fino a risalire di 1,5 m dall'estremità superiore del tratto fenestrato, estraendo progressivamente la colonna di rivestimento senza l'ausilio della rotazione; nella posa in opera dei tubi piezometrici dovranno essere eseguite con frequenza continua le misure dello spessore del materiale di riempimento immesso nel fondo foro e nell'intercapedine foro-tubo piezometrico (tramite piombo munito di fettuccia metrica);
- creazione al di sopra del dreno di un tappo mediante la posa di bentonite granulare fino a $30 \div 50$ cm piano campagna;
- cementazione del tratto finale nell'intercapedine tubo-rivestimento mediante l'impiego di boiacca cementizia;
- posa di chiusino metallico fuori terra con chiusura a lucchetto a protezione dell'estremità del tubo piezometrico, segnalato con vernice bianca e rossa ad alta visibilità; nelle adiacenze del piezometro dovrà essere infissa e cementata nel terreno una palina identificativa del piezometro, provvista di cartello con riportata indicazione del nome del piezometro e la quota;
- sviluppo del piezometro tramite pompaggio o air lifting, finalizzato alla compattazione del dreno ed alla chiarificazione delle acque; tali operazioni andranno eseguite prima di effettuare qualsiasi tipo di operazioni di cementazione, in modo da permettere al ghiaietto di assestarsi all'interno dell'intercapedine tra il foro sondaggio e il tubo piezometrico;



- inserimento dell'attrezzatura nel tubo piezometrico e pompaggio dell'acqua mista al materiale terroso sospeso prodotto durante le fasi della perforazione; tale operazione di spurgo dovrà perdurare fino ad ottenere che l'acqua emunta dal piezometro si presenti limpida e priva di materiale terroso sospeso.

Ogni piezometro dovrà essere corredato da una specifica scheda tecnica, in cui dovranno essere specificati:

- data di ora ed inizio e di fine della perforazione;
- nome del sondaggio;
- diametro del bocca-foro;
- quota (misurata a bocca-foro);
- identificazione del punto di perforazione tramite coordinate cartografiche (Nord, Est) restituite secondo il datum WGS 84 UTM fuso 33 Nord;
- registrazione delle battute di avanzamento;
- profondità ed entità (stimata) del flusso di ogni venuta d'acqua dal foro nel corso della perforazione;
- colonna stratigrafica di dettaglio corredata di fotografie delle carote estratte e percentuali di recupero della carota;
- misura del livello statico;
- ora di inizio e di fine delle operazioni di spurgo, portata applicata e volume di acqua emunta per il raggiungimento della chiarificazione delle acque.

8.3 Metodologie di campionamento

All'avvio delle attività di campionamento delle acque di falda in corrispondenza dei piezometri realizzati dovranno essere eseguite in sequenza le seguenti operazioni:

- Misura statica del livello piezometrico;
- Profilo verticale mediante sonda multiparametrica, acquisito in continuo sull'intera verticale ad intervalli regolari, da dettagliare direttamente sul campo, per l'acquisizione delle più significative caratteristiche chimico-fisiche: torbidità, temperatura, potenziale redox, pH, conducibilità e ossigeno disciolto;
- Spurgo del piezometro;
- Prelievo di campioni d'acqua secondo quanto riportato nel seguito.

8.3.1 Campionamento delle acque di falda

La prima operazione che dovrà essere effettuata è il rilevamento dei livelli piezometrici. La misura della soggiacenza deve essere effettuata prima di ogni altra operazione per evitare di alterare il livello dell'acqua nel piezometro, in particolare prima di quelle operazioni (spurgo e campionamento) che richiedono la rimozione di acqua.

Le misure di livello dovranno essere prese sempre rispetto ad uno stesso punto di riferimento (solitamente il bordo del boccaforo). Inoltre le quote piezometriche, tra un piezometro e l'altro, dovranno essere misurate nel più breve intervallo di tempo possibile; in tal modo i dati acquisiti non saranno inficiati dalle periodiche variazioni di livello della falda acquifera.



Per quanto concerne la fase di campionamento, affinché il campione d'acqua prelevato sia effettivamente rappresentativo della falda che si vuole indagare, ogni operazione dovrà essere preceduta da un corretto spurgo del piezometro, che consiste nella rimozione di un adeguato volume di acqua e dell'eventuale materiale solido presente.

L'operazione di spurgo viene di regola svolta con pompe a bassa portata (qualche litro al minuto), che permettano di rimuovere l'acqua dal piezometro e dal suo intorno senza mobilizzare particelle di terreno che finirebbero nel campione, rendendolo torbido. Per la procedura di spurgo si opererà in base al criterio secondo il quale sarà rimosso un volume di acqua compreso tra 3 e 5 volte il volume di acqua presente in condizioni statiche all'interno del piezometro. Al fine di controllare che il campione d'acqua sia realmente rappresentativo della porzione di acquifero indagata, si suggerisce di effettuare, durante lo spurgo, misure in continuo di temperatura, conducibilità elettrica e pH, fino a stabilizzazione dei valori ($\pm 10\%$). L'acqua emunta, derivante dallo spurgo, dovrà essere adeguatamente stoccata sul campo al fine di impedirne la dispersione e, successivamente, dovrà essere inviata a specifiche strutture per lo smaltimento.

La fase successiva di campionamento dovrà essere effettuata preferibilmente con campionamento dinamico attraverso l'utilizzo di pompa sommersa con portate ridotte (possibilmente non superiori ad 1 L/min), salvo nel caso in cui si evidenzino la presenza di sostanze a densità inferiore o superiore all'acqua in fase separata o quando le condizioni del pozzetto non rendano praticabile il campionamento dinamico.

Nel caso in cui si evidenzino la presenza di fasi surnatanti e/o subnatanti si dovrà provvedere, oltre al campionamento dell'acqua attraverso campionamento statico (bailer monouso), anche al campionamento della/e fasi separate attraverso specifici campionatori di superficie e/o di profondità. Prima di iniziare il riempimento del recipiente o dei recipienti destinati a ciascun campione, questi devono essere avvinati con l'acqua proveniente dal piezometro per almeno tre volte.

Al momento del passaggio dalla fase di campionamento di un piezometro al successivo, si dovrà provvedere ad un'adeguata decontaminazione delle apparecchiature utilizzate (tranne nel caso in cui vengano utilizzati boiler monouso).

Il campionamento dovrà essere effettuato in regime dinamico, con l'ausilio di pompe sommerse a portate di emungimento comprese tra 0.5 e 4 l/min.

Per ogni piezometro dovrà essere prelevato un volume d'acqua sufficiente all'esecuzione di tutte le determinazioni analitiche previste.

8.4 Trattamento e conservazione dei campioni

In funzione delle determinazioni analitiche da eseguire, il campione d'acqua prelevato deve essere prontamente suddiviso in diverse aliquote, da conservarsi e trasportarsi secondo le seguenti modalità:

- l'aliquota destinata all'analisi dei metalli dovrà essere preventivamente filtrata su membrana da 0.45 μm , raccolta in bottiglie di polietilene a chiusura ermetica, stabilizzata con HNO_3 fino a pH inferiore a 2, quindi trasportata e conservata a temperature comprese tra i $+4^\circ\text{C}$ e i $+6^\circ\text{C}$;
- l'aliquota destinata all'analisi degli idrocarburi totali dovrà essere raccolta in bottiglie di vetro scuro, stabilizzata con HCl fino a pH inferiore a 2, quindi trasportata e conservata a temperature comprese tra i $+4^\circ\text{C}$ e i $+6^\circ\text{C}$;



- l'aliquota destinata alla determinazione dei composti volatili dovrà essere raccolta in appositi vials, quindi trasportata e conservata a temperature comprese tra i +4°C e i +6°C;
- l'aliquota destinata ai rimanenti parametri dovrà essere raccolta in bottiglie in vetro scuro, quindi trasportata e conservata a temperature comprese tra i +4°C e i +6°C.

Durante le fasi di trasporto ed in attesa dello svolgimento delle determinazioni analitiche, i campioni d'acqua dovranno essere conservati al buio, ad un intervallo di temperatura compreso tra +4°C e +6°C. Il trasporto dei campioni al laboratorio incaricato delle analisi dovrà essere effettuato nella stessa giornata del campionamento.

8.5 Analisi previste

La scelta degli analiti da ricercare è stata formulata sulla base delle informazioni relative alle attività specifiche che sono svolte nell'area di indagine e delle informazioni disponibili sull'area perimetrata, raccolte sia dai modelli concettuali dei piani di caratterizzazione presentati dalle diverse aziende che dai risultati delle analisi già effettuate sulle diverse matrici ambientali.

Secondo le procedure operative predisposte da APAT (oggi ISPRA) e ISS si specifica che:

- Le analisi delle acque dovranno essere effettuate sul campione tal quale, tranne che per la ricerca di metalli e metalloidi, per i quali le determinazioni analitiche dovranno essere effettuate sul campione disciolto;
- La filtrazione dovrà essere eseguita in campo su membrana da 0.45 µm in fibra di vetro.

Sulla totalità dei campioni prelevati saranno determinati i seguenti parametri:

- Concentrazioni di:
 - Alluminio
 - Arsenico
 - Cadmio
 - Cromo tot
 - Cr (VI)
 - Ferro
 - Mercurio
 - Manganese
 - Nichel
 - Piombo
 - Rame
 - Vanadio
 - Zinco
- Policlorobifenili (PCB), in particolare i congeneri: PCB 28, PCB 52, PCB 77, PCB 81, PCB 101, PCB 105, PCB 114, PCB 118, PCB 123, PCB 126, PCB 128, PCB 138, PCB 153, PCB 156, PCB 157, PCB 167, PCB 169, PCB 170, PCB 180, PCB 189 e loro sommatoria.
- Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA): Naftalene, Acenaftene, Acenaftilene, 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(1,2,3-cd)pirene

- Solfati
- Nitrati
- Solventi aromatici (BTEXS)
- MTBE
- Idrocarburi totali
- Clorobenzeni (Monoclorobenzene, 1,2-Diclorobenzene, 1,4-Diclorobenzene, 1,2,4-Triclorobenzene, Tetraclorobenzene, Pentaclorobenzene, Esaclorobenzene)
- Alifatici Clorurati Cancerogeni e non Cancerogeni

All'atto del campionamento dovranno essere inoltre misurati i seguenti parametri chimico-fisici e chimici:

- Torbidità
- Temperatura
- Potenziale redox
- pH
- Conducibilità
- Ossigeno disciolto.



9 METODICHE ANALITICHE

Le procedure analitiche utilizzate per la determinazione dei parametri prescelti nelle diverse matrici ambientali devono essere scelte fra quelle riportate nei protocolli nazionali e/o internazionali (IRSA/CNR, EPA, ISO, ASTM, AFNOR, APAT, etc.), se esistenti. In assenza di un protocollo come sopra specificato dovrà essere documentata la validità della procedura utilizzata.

Le analisi devono essere condotte da Enti e/o Istituti Pubblici oppure da laboratori privati. I laboratori privati dovranno possedere l'accreditamento, secondo la norma UNI EN ISO/IEC 17025/2005, almeno per le determinazioni dei parametri prioritari, relativo alla matrice specifica dei campioni da analizzare. Sono considerati prioritari i seguenti parametri: granulometria, metalli, IPA, PCB, idrocarburi.

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

I laboratori incaricati dovranno operare specificando i criteri stabiliti e documentando le modalità utilizzate per l'assicurazione qualità del dato.

In ogni caso i laboratori devono fornire un Rapporto di Prova, datato e firmato dal responsabile del laboratorio, che riporti:

- identificazione univoca del campione analizzato;
- elenco dei parametri determinati, con relativo risultato analitico ottenuto;
- incertezza di misura espressa nella stessa unità di misura del risultato;
- metodo di riferimento usato;
- limite di quantificazione.

Inoltre, nella documentazione fornita al momento della presentazione dell'offerta dovrà essere specificato quanto segue:

- l'indicazione del metodo di determinazione al quale si prevede di ricorrere, del relativo limite di quantificazione e di rivelabilità. Eventuali discordanze che si dovessero verificare nel corso delle analisi, ossia l'uso di metodiche differenti rispetto a quelle originariamente indicate, deve essere giustificato al momento della redazione dei Rapporti di Prova, sui quali si ricorda deve essere indicato, in maniera inequivocabile, il metodo usato.
- l'utilizzo, per ciascuna determinazione analitica richiesta dalle attività di caratterizzazione ambientale, di materiale certificato e, dove non disponibile, l'uso di materiale di riferimento corredato da valore medio e valore di incertezza ad esso associato;
- la disponibilità da parte del laboratorio a soddisfare la "dimostrazione di iniziale professionalità" relativamente ai metodi di analisi scelti per le determinazioni analitiche tramite la partecipazione a prove interlaboratorio e/o l'esecuzione di analisi di campioni "ciechi", il cui risultato analitico deve essere corredato del valore di accuratezza e precisione previsti dal metodo analitico;
- l'utilizzo, per la determinazione di diossine e furani e PCB diossina simili, del metodo EPA 8290 (o EPA 1613) con spettrometria di massa ad alta risoluzione, in quanto risulta la metodica più adeguata al raggiungimento del limite di rilevabilità richiesto.



Caratteristiche granulometriche dei sedimenti

La determinazione delle caratteristiche granulometriche dei sedimenti deve prevedere l'individuazione delle principali frazioni dimensionali (ghiaia, sabbia, silt e argilla) secondo le classi dimensionali riportate nella seguente tabella.

Tabella 9: Classi dimensionali richieste per la determinazione delle caratteristiche granulometriche dei sedimenti

FRAZIONI DIMENSIONALI		DIMENSIONI
GHIAIA		> 2 mm
SABBIA		2 mm > x > 0,063 mm
PELITE	SILT	0,063 mm > x > 0,004 mm
	ARGILLA	< 0,004 mm

La caratterizzazione della frazione pelitica nelle frazioni silt e argilla è richiesta per tutti i campioni aventi percentuale di frazione pelitica maggiore del 10%.

Per l'esecuzione di tale caratterizzazione si consiglia l'uso di un sedigrafo a raggi X o di un granulometro laser, oppure di strumentazione idonea a fornire tale informazione analitica.

Indagini ecotossicologiche

Per quanto riguarda le indagini ecotossicologiche, qualora vengano applicate "varianti" o metodi "interni" rispetto a quanto riportato nei protocolli nazionali e/o internazionali, le modifiche rispetto al protocollo originale dovranno essere dettagliate ed opportunamente motivate con idonei riferimenti bibliografici.

I saggi biologici dovranno essere applicati ad almeno due matrici ambientali costituite da:

- fase solida del sedimento (sedimento tal quale e/o centrifugato);
- fase liquida del sedimento (acqua interstiziale e/o elutriato);

mediante impiego di una batteria di saggi biologici costituita da tre specie-test appartenenti a gruppi tassonomici e filogenetici differenti, scelte preferibilmente all'interno della lista di specie riportate nella tabella A4 dell'Allegato A del Decreto 7 novembre 2008 (Disciplina delle operazioni di dragaggio nei siti di bonifica di interesse nazionale, ai sensi dell'articolo 1, comma 996, della legge 27 dicembre 2006, n. 296).

I risultati dei test condotti dovranno contenere tutte le informazioni necessarie a consentire un'interpretazione inequivocabile della correttezza del dato. In particolare, dovranno essere riportati, in funzione delle caratteristiche dello specifico protocollo impiegato:

- il metodo utilizzato per l'esecuzione del test
- le modalità di conservazione del campione
- l'eventuale pretrattamento del campione
- i giorni intercorsi tra la data di campionamento e la data di analisi
- il numero di repliche ed il numero di diluizioni adottate
- l'EC50 e/o l'EC20 con i relativi limiti di confidenza al 95%
- l'effetto massimo (%) e la corrispondente diluizione
- l'effetto medio (%) \pm dev. St.



- i parametri statistici atti a valutare la significatività del risultato rispetto al controllo (esempio p statistico del t-test)

Indagini della comunità macrozoobentonica di fondo mobile

Per le indagini relative alla comunità macrozoobentonica di fondo mobile si consiglia di fare riferimento a:

- Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, Servizio Difesa mare – Programma di monitoraggio per il controllo dell'ambiente marino-costiero (triennio 2001-2003) "Metodologie analitiche di riferimento"- Scheda 1 "Analisi delle comunità bentoniche di fondi mobili in ambiente marino", ICRAM con la collaborazione di ANPA
- APAT-SIBM-ICRAM, 2003. Manuale di metodologie di campionamento e studio del benthos marino mediterraneo. M.C. Gambi & M. Dappiano (Eds), Vol. 10.

Indagini sulla colonna d'acqua

Per le indagini relative alla colonna d'acqua si consiglia di fare riferimento a:

- Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, Servizio Difesa mare – Programma di monitoraggio per il controllo dell'ambiente marino-costiero (triennio 2001-2003) "Metodologie analitiche di riferimento" ICRAM con la collaborazione di ANPA.

Indagini sulle acque di falda

Per le indagini sulle acque di falda si dovrà fare riferimento a metodiche analitiche standardizzate a livello nazionale ed internazionale o, qualora non presenti, a metodiche in cui si utilizzino le migliori tecniche disponibili a costi sostenibili, purché riconosciute come appropriate dalla comunità analitica internazionale.

Limiti di quantificazione relativi ai parametri chimici da ricercare nei sedimenti

In particolare, i limiti di quantificazione richiesti per la determinazione dei parametri chimici da ricercare nei sedimenti sono riportati in Tabella 10.

Tabella 10: Limiti di quantificazione richiesti per le analisi chimiche da eseguire sui sedimenti

Parametri chimici	Unità di misura	Limite di quantificazione
Parametri inorganici		
Alluminio	mg/kg s.s.	5,0
Arsenico	mg/kg s.s.	0,5
Cadmio	mg/kg s.s.	0,05
Cromo	mg/kg s.s.	5
Cromo VI	mg/kg s.s.	0,2
Ferro	mg/kg s.s.	5,0
Mercurio	mg/kg s.s.	0,05
Nichel	mg/kg s.s.	1,0
Piombo	mg/kg s.s.	1,0
Rame	mg/kg s.s.	1,0
Zinco	mg/kg s.s.	1,0
Vanadio	mg/kg s.s.	1,0
Parametri organici		
Policlorobifenili (PCB)	µg/kg s.s.	0,1 per singolo composto
Esaclorobenzene (HCB)	µg/kg s.s.	0,1



Clorobenzeni (per singolo composto)	µg/kg s.s.	10
Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) (per singolo idrocarburo)	µg/kg s.s.	1,0
Idrocarburi leggeri (C≤12)	mg/kg s.s.	0,5
Idrocarburi pesanti (C>12)	mg/kg s.s.	1,5
Solventi aromatici (BTEX):	µg/kg s.s.	10
Benzene	µg/kg s.s.	10
Toluene	µg/kg s.s.	10
Etilbenzene	µg/kg s.s.	10
Xileni (o-, m-, p-)	µg/kg s.s.	10
Alifatici clorurati cancerogeni e non (per singolo composto)	µg/kg s.s.	1,0
Pesticidi organoclorurati (per singolo composto)	µg/kg s.s.	1,0
Composti organostannici (Σ mono-, di-, tri-butilstagno, come Sn)	µg/kg s.s.	1,0
Diossine e furani e PCB diossina simili (Sommatoria PCDD/PCDF/PCB dioxin like T.E.)	µg/kg s.s.	0,5x10 ⁻³

Limiti di quantificazione relativi ai parametri chimici da ricercare negli organismi

Per quanto riguarda i limiti di quantificazione relativi ai parametri chimici da ricercare negli organismi, essi devono essere compatibili con i limiti previsti dai metodi di riferimento riportati ne "Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, Servizio Difesa mare – Programma di monitoraggio per il controllo dell'ambiente marino-costiero (triennio 2001-2003) - Metodologie analitiche di riferimento (ICRAM con la collaborazione di ANPA)".

In particolare, i limiti di quantificazione richiesti per la determinazione dei parametri chimici da ricercare nei sedimenti sono riportati in Tabella 11.

Tabella 11: Limiti di quantificazione richiesti per le analisi chimiche da eseguire sugli organismi

Parametri chimici	Unità di misura	Limite di quantificazione
Parametri inorganici		
Arsenico	mg/kg p.s.	0,5
Cadmio	mg/kg p.s.	0,1
Cromo	mg/kg p.s.	0,2
Mercurio	mg/kg p.s.	0,05
Nichel	mg/kg p.s.	0,1
Piombo	mg/kg p.s.	0,2
Rame	mg/kg p.s.	1,0
Zinco	mg/kg p.s.	1,0
Parametri organici		
Policlorobifenili (PCB)	µg/kg p.s.	0,1 per singolo composto
Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) (per singolo idrocarburo)	µg/kg p.s.	1,0
Diossine e furani e PCB diossina simili (Sommatoria PCDD/PCDF/PCB dioxin like T.E.)	µg/kg s.s.	2 pg/g p.f.



Limiti di quantificazione relativi ai parametri chimici da ricercare in colonna d'acqua

I limiti di quantificazione da raggiungere dovranno essere compatibili con i valori di riferimento normativo in vigore e le eventuali deroghe formulate dagli organismi competenti.

Limiti di quantificazione relativi ai parametri chimici da ricercare nelle acque di falda

I limiti di quantificazione da raggiungere dovranno essere compatibili con i valori di riferimento normativo in vigore e le eventuali deroghe formulate dagli organismi competenti.

10 SPECIFICHE PER LA RESTITUZIONE DEI RISULTATI ANALITICI

Tutti i dati raccolti durante la caratterizzazione (dati numerici, alfa numerici, grafici, raster, vettoriali o misti, dati conseguenti all'elaborazione dei dati grezzi, dati derivanti dalle analisi di laboratorio, ecc) dovranno essere restituiti in formato digitale, per essere poi inseriti in una banca dati relazionale, georeferenziata e dettagliatamente documentata, ed infine trasferiti in un unico Sistema Informativo Territoriale.

Tutta la cartografia dovrà inoltre essere riportata in forma digitale, per permettere eventuali confronti e correlazioni, la cui organizzazione, struttura e formato dovranno essere compatibili con il citato Sistema Informativo.

In particolare, i dati derivanti dalle attività di caratterizzazione dovranno essere resi disponibili su supporto digitale, in un'unica tabella in formato MDB (Microsoft Access), secondo le specifiche delineate nel presente paragrafo, accompagnati dai Rapporti di Prova in formato pdf (portable document format), completi di tutte le informazioni richieste nel capitolo 9.

Si ricorda la necessità di verificare ed assicurare l'esatta corrispondenza tra il dato riportato sul Rapporto di Prova ed il dato in forma digitale, corredato delle coordinate effettive registrate al momento del campionamento.

La formattazione dei dati dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- I nomi dei campi della tabella non dovranno contenere né spazi né caratteri speciali o di punteggiatura.
- È ammesso l'uso del carattere underscore (_) e del carattere (μ).
- Tutte le coordinate dovranno essere riferite al datum WGS84. Le coordinate geografiche dovranno essere restituite come gg pp.mmmm (4 cifre decimali per le frazioni di primo), le coordinate cartografiche in metri.
- Tutte le quote dovranno essere espresse in metri (1 cifra decimale).
- Ad ogni campione dovrà essere associato un unico record di una tabella che dovrà contenere tutti i risultati delle determinazioni analitiche effettuate sul campione.
- I nomi dei campi relativi ai risultati analitici dovranno indicare il parametro analizzato e l'unità di misura (ad esempio: l'Arsenico in mg/kg ss dovrà essere indicato come Arsenico_mg_kg_ss, mentre il Benzo(g,h,i,)perilene come Benzo_g_h_i_perilene_mg_kg_ss).



- I campi relativi alle tipologie di analisi che prevedono risultati di tipo descrittivo (granulometria, descrizione del campione, qualità organolettiche...) dovranno essere di tipo testo.
- I campi relativi alle informazioni e alle tipologie di analisi che prevedono dati di tipo numerico (ad es. coordinate, profondità, analisi chimico-fisiche, microbiologia...) dovranno essere unicamente di tipo numerico. La precisione dovrà essere adeguata al parametro descritto.
- Tutti i risultati analitici al di sotto del limite di quantificazione dovranno essere indicati con un valore pari alla metà del limite stesso.

Dovranno essere adottati come codici delle stazioni e dei campioni unicamente quelli forniti da ISPRA in un apposito piano operativo di campionamento.

I primi campi della tabella dovranno contenere le informazioni relative alla campagna di campionamento condotta, alla stazione di prelievo ed ai campioni prelevati. Essi dovranno essere obbligatoriamente i seguenti:

- Codice ISPRA della stazione (Codice_Icram_Stazione)
- Codice ISPRA del campione (Codice_Icram_Campione)
- Gradi Latitudine (Lat_Gradi)
- Primi Latitudine (Lat_Primi)
- Gradi Longitudine (Long_Gradi)
- Primi Longitudine (Long_Primi)
- Nord Utm (Nord)
- Est Utm (Est)

Nella tabelle seguenti sono riportati alcuni esempi di formattazione per la restituzione dei dati.



Esempi di formattazione:

Sedimenti marini (Analisi chimico-fisiche e microbiologiche)

Codice_ISPRA_Stazione	Codice_ISPRA_Campione	Lat_Gradi*	Lat_Primi*	Long_Gradi*	Long_Primi*	Nord*	Est*	Profondita_Fondale_m*	Arsenico_mg_kg_ss*	Cadmio_mg_kg_ss*	Colore_e_variazioni*
MI02/0001	MI02/0001/SC0000-0010	38	16.1610	15	06.6230	4229960	528589	11.2	4.6	0.2	Marrone molto scuro (10YR 2/2)
MI02/0001	MI02/0001/SC0010-0030	38	16.1610	15	06.6230	4229960	528589	11.2	4.6	0.2	Marrone molto scuro (10YR 2/2)
MI02/0001	MI02/0001/SC0030-0050	38	16.1610	15	06.6230	4229960	528589	11.2	4.6	0.2	Marrone molto scuro (10YR 2/2)
MI02/0001	MI02/0001/SC0100-0120	38	16.1610	15	06.6230	4229960	528589	11.2	4.6	0.2	Marrone molto scuro (10YR 2/2)
MI02/0001	MI02/0001/SC0180-0200	38	16.1610	15	06.6230	4229960	528589	11.2	4.6	0.2	Marrone molto scuro (10YR 2/2)

Analisi ecotossicologiche su sedimenti superficiali

Codice_ISPRA_Stazione	Codice_ISPRA_Campione	Lat_Gradi*	Lat_Primi*	Long_Gradi*	Long_Primi*	Nord*	Est*	Profondita_Fondale_m*	Specie*	Matrice*	Tempo_esposizione*	Risultato*	n. repliche	P (statistico)	Limite_di_confidenza*
MI02/0188	MI02/0188/BN	38	13.200	15	16.546	4230260	52413	11.2	<i>Vibrio fischeri</i>	solida	20 min				

Organismi bivalvi

Codice_ISPRA_Stazione	Codice_ISPRA_Campione	Lat_Gradi*	Lat_Primi*	Long_Gradi*	Long_Primi*	Nord*	Est*	Profondita_Fondale_m*	n_tot*	TM_cm*	PM_g*	Arsenico_mg_kg_ps*	Cadmio_mg_kg_ps*
MI02/0003	MI02/0003/PB	38	13.665	15	18.631	4231130	527178	11.2	30	3.0	10.1	0.05	0.2
MI02/0003	MI02/0002/TB	38	13.329	15	18.969	4230510	527673	11.2	30	3.0	10.1	0.05	0.2

Fauna ittica

Codice_ISPRA_Stazione	Codice_ISPRA_Campione	Lat_Gradi*	Lat_Primi*	Long_Gradi*	Long_Primi*	Nord*	Est*	Profondita_cala (m)*	Specie_prelevata*	Classe dimensionale*	n. individui*	Organo analizzato*	Arsenico_mg_kg_ps*	Cadmio_mg_kg_ps*
MI02/0012	MI02/0012/CB001	38	12.527	15	18.439	4229024	526904	1	<i>Mullus barbatus</i>	giovani	10	muscolo	0.05	0.2
MI02/0012	MI02/0012/CB002	38	12.553	15	18.536	4229073	527046	1	<i>Mullus barbatus</i>	giovani	10	fegato	0.05	0.2

*Le coordinate geografiche, i valori parametrici e le informazioni contenute nelle tabelle sono fittizie e sono riportate solo a titolo esemplificativo



Bibliografia

- Acciaieria Duferdofin SpA di Giammoro. (2007) - *Piano della Caratterizzazione dello stabilimento Duferdofin di Giammoro (ME)*. Trasmesso al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio il 6 Agosto 2007.
- Acciaieria Duferdofin SpA di Giammoro. (2007) - *Risultati dello stralcio al Piano di Caratterizzazione*. Trasmesso al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio a Novembre 2007.
- APAT (2007) - *Atlante delle opere di sistemazione costiera*. Manuali e Linee Guida, 44/2007.
- ARPA Sicilia (2006) - *Area Industriale del comune di Milazzo* - Rapporto Tecnico Trasmesso al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio il 16 Marzo 2006.
- Autorità Portuale di Messina (2006) - *Atti e documentazioni relative alle aree rientranti nel perimetro del sito*. Trasmesso al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio il 1 Agosto 2006.
- Autorità Portuale di Messina (2006) - *Esecuzione di indagini, studi e prelievi di campioni, per la analisi delle caratteristiche fisiche, chimiche e batteriologiche dei materiali destinati allo scarico e per l'individuazione e la caratterizzazione della zona di scarico del materiale proveniente dai lavori di escavazione a m -11 e del molo Norimberga a m -11 e -12 del Porto di Milazzo*. Relazione trasmesso al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio il 1 Agosto 2006.
- Autorità Portuale di Messina (2008) - *Progetto del Porto di Milazzo (ME): Lavori di dragaggio dei fondali. Ultimo aggiornamento delle indagini eseguite su richiesta dell'Autorità Portuale di Messina per il dragaggio del Porto di Milazzo*. Trasmesso dal Ministero delle Infrastrutture al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio il 13 Marzo 2008.
- Barbano A., Corsini S., Lisi I., Bruschi A., Del Gizzo M., Archina M. e Paone M. (2008) - *Caratteristiche della Costa Italiana: le Unità Fisiografiche e le Profondità di Chiusura*. Atti della I Conferenza Nazionale Coste: Prevenire, Programmare, Pianificare, Maratea, 15-17 maggio, vol. 9: pp. 343-352.
- CNR, Autori vari (1985) - *Atlante delle spiagge italiane*. S.EL.CA., Firenze.
- Contini P., De Girolamo P. (1998) - *Impatto morfologico di opere a mare: casi di studio*. VIII Convegno AIOM, Lerici.
- Edipower, Centrale Termoelettrica di San Filippo del Mela - ex ENEL. (2006) - *Piano di Caratterizzazione e Progetto Preliminare di Bonifica*. Trasmesso dal Comune di San Filippo del Mela al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio il 21 Luglio 2006.
- Edipower, Centrale Termoelettrica di San Filippo del Mela - ex ENEL. (2008) - *Dichiarazione Ambientale 2007*. Trasmesso al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio il Gennaio 2008.
- Hallermeier, R.J. (1981) - *Seaward Limit of Significant Sand Transport by Waves: An Annual Zonation for Seasonal Profiles*. Coastal Engineering Technical Aid, CETA 81-2.
- Nigro F., Sulli A. (1995) - *Plio-Pleistocene extensional tectonics in the Western Peloritani area and its offshore (northeastern Sicily)*. Tectonophysics 252, 295-305.
- Raffineria di Milazzo S.C.p.A. (2006) - *Proposta di Piano della Caratterizzazione Ambientale, ai sensi del D.lgs.152/06*. Trasmesso al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio il 26 Giugno 2006
- Raffineria di Milazzo S.C.p.A. (2008) - *Sito di Interesse Nazionale di Milazzo: Informazioni relative alle Aziende*. Trasmesso al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio il 15 Gennaio 2008
- Raffineria di Milazzo S.C.p.A. (2008) - *Documento Integrativo del Piano di Caratterizzazione dell'area*. Trasmesso al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio il 13 Febbraio 2008.
- Rust D., Kershaw S. (2000) - *Holocene tectonic patterns in northeastern Sicily: evidence from marine notches in coastal outcrops*. Marine Geology 167, 105 -126.
- Società Punto Industria s.r.l. (ex Sacelit) di San Filippo del Mela - *Relazione relativa all'indagine ambientale svolta l'8 novembre 2006 presso lo stabilimento industriale "Ex Sacelit" (2007)*. Trasmesso da ISPESL al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio il 24 Gennaio 2007.



Società Punto Industria s.r.l di San Filippo del Mela (ex Sacelit) - *Piano della Caratterizzazione ai sensi del D.lgs. 152/06 Titolo V, parte IV.* Trasmesso al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio il 8 Febbraio 2007.

Termica Milazzo Srl - Edison SpA. (2007) - *Piano di Caratterizzazione ai sensi del Dlgs 152/06.* Trasmesso al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio il 18 Maggio 2007.

Termica Milazzo Srl - Edison SpA. (2008) - *Integrazione del Piano di caratterizzazione a seguito della richiesta di informazioni.* Trasmesso al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio il 7 febbraio 2008.