

**INVIO ESCLUSIVO VIA PEC**

Ministero della Transizione Ecologica  
Direzione Generale per il risanamento ambientale  
[RIA@PEC.minambiente.it](mailto:RIA@PEC.minambiente.it)

e p.c.

Ministero della Transizione Ecologica  
Ufficio Gabinetto  
[segreteria.capogab@pec.minambiente.it](mailto:segreteria.capogab@pec.minambiente.it)

Direzione generale per la Crescita sostenibile  
e la qualità dello sviluppo (CRESS)  
[CRESS-UDG@mite.gov.it](mailto:CRESS-UDG@mite.gov.it)

*Rif.to:* nota RIA prot. 112784 del 19/10/2021.

*Oggetto:* Segnalazione di pericolo ambientale e per la salute sito Solvay in Rosignano marittimo (LI). Commissione parlamentare di inchiesta sulle attività illecite connesse al ciclo dei rifiuti e su illeciti ambientali ad esse correlate.

Con la nota in riferimento, codesta Direzione Generale ha richiesto a questo Centro nazionale di predisporre una relazione contenente le valutazioni tecnico-scientifiche finalizzate alla verifica della sussistenza di eventuali situazioni di danno ambientale e/o di minaccia di danno ambientale, con particolare riferimento al quesito relativo alla valutazione dell'impatto sull'ambiente e sulla salute dell'attività svolta dalla Solvay presso il sito di Rosignano.

Al riguardo giova ricordare che con prot. DVA 19237 del 23/07/2019 trasmessa con PEC del 22/07/2019, la Direzione generale per le valutazioni e le autorizzazioni ambientali - Divisione III – Rischio rilevante e autorizzazione integrata ambientale, aveva già richiesto alla competente struttura ISPRA di controllo per le AIA una valutazione degli studi (previsti dal decreto AIA 177/2015) sullo stato di salute dell'ambiente marino nell'area potenzialmente influenzata dalle attività dell'installazione, cui aveva fatto seguito la nota di riscontro prot. n. 41222 del 11/09/2020 e, successivamente, a valle delle interlocuzioni tecniche tenutesi, tra cui la videoconferenza (*lifesize*) del giorno 9 settembre 2021, tra la stessa ARPAT, ISPRA e IAS-CNR (a cui era stato affidato dalla Solvay la realizzazione degli studi richiesti), la nota prot. ISPRA n. 60118 del 12/11/2021, contenente le indicazioni operative per l'aggiornamento dello studio.

Le attività dell'Istituto, con il coinvolgimento di ARPAT, avevano riguardato l'identificazione dei criteri più idonei per le valutazioni dei potenziali impatti, con particolare riferimento all'individuazione delle linee di evidenza chimiche, eco tossicologiche e biologiche, per i comparti: colonna d'acqua, sedimenti e biota, riportando nelle relazioni le valutazioni e le proposte integrative per il primo anno di indagine e i suggerimenti per il piano di monitoraggio futuro (10 anni).



Nel caso in esame, come elementi utili ai fini della ricerca di indizi di danni ambientali, è possibile fare riferimento alla presenza nell'ecosistema marino di inquinanti specifici. È infatti stato dichiarato dalla stessa Solvay che, nel corso del triennio 2018-2020, sono stati sversati in mare 688 mila tonnellate di solidi sospesi totali, contenenti 88,7 tonnellate di metalli pesanti, di cui 111 Kg di mercurio (fonte Bluebell), quantitativi tali da poter generare possibili impatti negativi allo stesso ecosistema marino.

Per valutare tali effetti negativi sull'ecosistema marino, e ferme restando le decisioni che codesto Ministero riterrà più opportuno intraprendere in merito alla richiesta di esecuzione di un piano di accertamento delle evidenze nell'ambito di una procedura amministrativa nei confronti del responsabile, si ritiene preliminarmente utile richiedere al gestore dello stabilimento di eseguire il piano di monitoraggio, già previsto nell'AIA dello stabilimento (DM n. 177 del 07/08/2015 nel relativo Parere istruttorio Conclusivo – PIC punti 1) e 2) di pag. 220 di 256), tenendo conto delle proposte integrative e dei suggerimenti già predisposti dalle competenti strutture ISPRA e precedentemente descritti.

All'esito delle risultanze tecnico-analitiche delle suddette azioni, codesto Dicastero potrà valutare le conseguenti azioni da intraprendere nonché l'opportunità o meno di avviare il procedimento di valutazione e accertamento del danno.

Rimanendo a disposizione per eventuali chiarimenti, si porgono cordiali saluti.

Allegati:

Valutazione degli studi del CNR (IAMC) sullo stato di salute dell'ambiente marino nell'area potenzialmente influenzata dalle attività dello stabilimento Solvay di Rosignano (LI) – ISPRA agosto 2020

Valutazione degli studi del CNR (IAMC) sullo stato di salute dell'ambiente marino nell'area potenzialmente influenzata dalle attività dello stabilimento Solvay di Rosignano (LI) - Indicazioni operative per l'aggiornamento dello studio di base – ISPRA ottobre 2021

*Centro Nazionale per le crisi,  
le emergenze ambientali e il danno*

Il Direttore  
Avv. Diana Aponte

ALLEGATI

## **Valutazione degli studi del CNR (IAMC) sullo stato di salute dell'ambiente marino nell'area potenzialmente influenzata dalle attività dello stabilimento Solvay di Rosignano (LI)**



**ISPRA**

*Sezione sperimentale per la valutazione del rischio ecologico  
in aree marino costiere – Livorno*

Responsabile *David Pellegrini*

con il contributo di ARPAT-SETTORE MARE  
Responsabile *Gioia Benedettini*

**31 Agosto 2020**

## Indice generale

Introduzione – approccio WOE (Weight Of Evidence) per la valutazione ambientale del rischio ecologico nell’area di studio .....	5
1 Colonna d'acqua .....	6
1.1 Chimico-fisica .....	6
1.1.1 Parametri fisico/chimici .....	6
1.1.2 Nutrienti .....	7
1.1.3 Chimica della colonna d'acqua.....	8
1.2 Ecotossicologia della colonna d'acqua .....	9
1.2.1 Bioaccumulo e biomarkers nei Mitili (MW) .....	9
1.2.2 Bioaccumulo e biomarkers nella rete trofica .....	10
1.3 Biologia colonna d’acqua.....	11
1.3.1 Comunità fito e zooplanctonica .....	11
2 Sedimenti.....	12
2.1 Chimico-fisica del sedimento.....	12
2.2 Ecotossicologia del sedimento .....	13
2.2.1 Saggi biologici .....	13
2.2.2 Bioaccumulo .....	14
2.2.3 Biomarkers.....	14
2.3 Biologia dei sedimenti.....	14
2.3.1 Macrozoobenthos.....	14
3 Posidonia oceanica .....	15
4 Macroalghe.....	16
5 Coralligeno.....	17
6 Fondi a maerl.....	18
7 Indagini geomorfologiche e ROV .....	18
APPENDICE .....	19
APPROCCIO WOE (WEIGHT OF EVIDENCE) PER LA VALUTAZIONE AMBIENTALE DELL’AREA DI STUDIO (ERA) .....	19

## PREMESSA

*(David Pellegrini)*

Il presente documento è stato elaborato con l'obiettivo di supportare la stesura del parere richiesto dal MATTM (PEC del 22/7/2019) relativamente alla valutazione degli studi sullo stato di salute dell'ambiente marino nell'area potenzialmente influenzata dalle attività dello stabilimento Solvay di Rosignano (LI), commissionati al CNR (IAMC), con la finalità di “*considerare tutte le componenti abiotiche e biotiche*” e “*contenere un'analisi comparativa con lo stato originario dei luoghi*”, nonché “*un'analisi di scenario presente e futuro*”.

Gli studi considerati sono rappresentati da due elaborati prodotti:

- DOCUMENTO 1 – “STUDIO AMBIENTALE SULLO STATO DI SALUTE DELL' AMBIENTE MARINO NELL'AREA ANTISTANTE LO STABILIMENTO SOLVAY DI ROSIGNANO M.MO (LI) RELAZIONE FINALE, Maggio 2017”;
- DOCUMENTO 2 - “PROPOSTA PER IL MONITORAGGIO DELLO STATO DI SALUTE DELL'AMBIENTE MARINO NELL'AREA INFLUENZATA DALLO STABILIMENTO SOLVAY DI ROSIGNANO, Novembre 2017”, di durata decennale.

Le attività di supporto di ISPRA sono state condotte dal personale afferente al Centro Nazionale Coste (CN-COS) ed in particolare dalla Sezione di Livorno per le Valutazioni del rischio ecologico di aree marino costiere ed hanno riguardato l'identificazione dei criteri per la valutazione degli studi marini sopracitati, con particolare riferimento alle tematiche ecotossicologiche, di contaminazione ambientale e di biologia del plancton, per il comparto colonna d'acqua, sedimenti e biota. Inoltre, riguardo gli aspetti legati agli standard di qualità biologica (macrozoobenthos di fondi molli, *Posidonia oceanica*, coralligeno e macroalghe di fondi duri), nonché per la chimico-fisica della colonna d'acqua e l'integrazione delle diverse linee di evidenza con strumenti di valutazione quantitativa quali quelli già recepiti nell'ambito delle valutazioni sui sedimenti da dragare (Allegato Tecnico al DM 173/16), hanno fornito il proprio contributo anche unità di personale afferente al Centro Nazionale Laboratori (CN-LAB). Il documento è stato poi interamente verificato e integrato con il contributo di ARPAT – SETTORE MARE.

Poiché le esigenze indicate nella richiesta del MATTM non possono essere soddisfatte mediante la mera applicazione delle norme di settore attualmente vigenti, i ricercatori del gruppo di lavoro si sono confrontati nel corso di numerosi incontri in video-collegamento, al fine di applicare al caso specifico un approccio più ampio e di carattere multidisciplinare riconducibile a ciò che attualmente viene definito come Ecological Risk Assessment (ERA). A tal fine, nel presente documento sono riportate le osservazioni che riguardano alcune criticità evidenziate dall'analisi della documentazione tecnica sopracitata (Documento 1), riportate come “Osservazioni allo studio preliminare” e alcune indicazioni ritenute opportune in termini di indagini “integrative”, “Proposte integrative allo studio iniziale (primo anno)”. Soltanto dopo aver valutato i risultati delle indagini integrative condotte durante il primo anno di monitoraggio, il piano pluriennale (Documento 2) potrà essere ricalibrato, focalizzando le indagini sui risultati più rilevanti e stabilendo idonee frequenze di monitoraggio per

ciascuna linea di indagine (linea di evidenza), per alcune delle quali sarà comunque necessaria una raccolta di dati pluriennale: “Proposte al piano decennale”.

## **Introduzione – approccio WOE (Weight Of Evidence) per la valutazione ambientale del rischio ecologico nell’area di studio**

*(Fulvio Onorati, David Pellegrini)*

L’approccio da adottare nelle valutazioni ambientali oggetto degli studi presentati, è, a nostro avviso, quello del Weight Of Evidence (WOE), che prevede l’integrazione di aspetti multidisciplinari complessi (es. in Appendice), oltre i riferimenti normativi correnti.

L’esigenza che la valutazione della compatibilità e sostenibilità ambientale delle attività produttive e/o antropiche che insistono sull’ambiente marino debba interessare più “linee di evidenza” è ormai consolidata sul piano scientifico, ma meno su quello normativo. A livello tecnico-scientifico, infatti, vi è ormai la consapevolezza che tale complessità debba essere affrontata con un approccio multidisciplinare definito Weight Of Evidence (WOE), che integra e pesa adeguatamente le diverse **“linee di evidenza”**, tra cui le tradizionali analisi chimiche e le analisi biologiche, condotte sia in condizioni di laboratorio che in campo, per stabilire la biodisponibilità dei contaminanti e la comparsa di effetti avversi ai diversi livelli dell’organizzazione biologica, da quello molecolare fino a quelli di organismi o comunità.

La scelta delle linee di indagine più opportune può variare in funzione degli obiettivi e delle specificità locali, ma l’approccio WOE è sempre più spesso considerato una componente essenziale nelle procedure di Analisi di Rischio Ecologico (ERA) ed in linea con la Direttiva Quadro Acque (2000/60/CE), che richiede agli Stati membri di valutare e classificare lo stato ecologico degli ambienti acquatici, integrando diversi elementi di qualità.

Gli approcci WOE possono risultare di grande importanza applicativa nella valutazione della qualità dei differenti comparti ambientali (acque, sedimenti, biota), superando la difficoltà di dover relazionare i limiti chimici ad una valutazione di rischio ecologico, sia per i possibili effetti sinergici o antagonisti tra i diversi inquinanti, che per il continuo incremento del numero di sostanze chimiche emergenti rilasciate nell’ambiente.

Uno dei principali limiti nella diffusione degli approcci WOE è tuttavia la mancanza di criteri generali, validati e ripetibili, che permettano l’integrazione di grandi quantità di dati, ottenuti da tipologie di indagine diverse, e la loro elaborazione in indici sintetici di pericolo. L’aggregazione e il confronto di dati eterogenei attraverso metodi quantitativi sono spesso basati sull’attribuzione di pesi, soglie, criteri di indicizzazione, funzioni di normalizzazione, classificazione degli end-point ed identificazione di classi: la standardizzazione di tali procedure richiede assunzioni iniziali e giudizi esperti che devono tuttavia essere rigorosamente supportati da evidenze scientifiche. Per questi motivi, nonostante un approccio quantitativo WOE rappresenterebbe un valore aggiunto alla

caratterizzazione e gestione degli ambienti naturali, molti contesti o quadri normativi continuano a considerare l'eventuale superamento di limiti chimici tabellari (come si evidenzia anche negli studi ambientali valutati).

ISPRA, nell'ambito delle proprie valutazioni ambientali di supporto alle amministrazioni centrali e periferiche, nonché con la propria attività di ricerca scientifica nazionale ed internazionale (<http://interreg-maritime.eu/web/geremia>), in collaborazione con le agenzie del territorio (SNPA), sta promuovendo tale approccio per la valutazione del rischio ambientale (ERA) anche in altri ambiti applicativi (es. acque interne, ambienti fortemente modificati, aree costiere soggette a impatto antropico, rifiuti).

Il presente documento rappresenta quindi una buona opportunità per applicare tale approccio ad un contesto locale di forte attenzione per le ricadute sul territorio sotto molteplici aspetti, che richiede quindi il più avanzato modello di valutazione ambientale in termini di valenza tecnico-scientifica, superando la mera applicazione della normativa vigente inerente la classificazione dei corpi idrici superficiali.

**Prima di entrare nel merito delle osservazioni riferite alle singole linee di evidenza, per una corretta applicazione dell'approccio WOE è necessario che vengano riportate su una cartografia di riferimento tutte le informazioni per ciascuna matrice indagata, a partire dalla ubicazione delle stazioni di indagine con le relative coordinate (riferite al Datum WGS84). Si conferma inoltre l'importanza di evidenziare i metodi di campionamento ed analisi, esplicitando per i parametri chimici i relativi LOQ.**

**Si suggerisce che la proposta di un nuovo piano di indagine, con il dettaglio delle indicazioni recepite, venga successivamente confermata dagli organi tecnici di controllo.**

## **1 Colonna d'acqua**

### **1.1 Chimico-fisica**

#### **1.1.1 Parametri fisico/chimici**

*(Davide Sartori, Maria Elena Piccione, Simona Macchia, Silvia Giuliani)*

#### **Osservazioni allo studio preliminare**

In merito al disegno di campionamento si rileva un non ottimale numero di stazioni, loro posizione e frequenza di monitoraggio.

#### **Proposte integrative allo studio iniziale (primo anno)**

Si suggerisce l'inserimento di alcune stazioni più vicine allo scarico dello stabilimento e altre in zone

di controllo, in un'area da individuare a sud dello sbocco del fiume Cecina, ed in prossimità degli obiettivi e/o habitat sensibili: in particolare l'istallazione di almeno una sonda multiparametrica fissa, da posizionare in un intorno di circa 200 m dallo scarico a mare (la scelta della posizione dovrà tenere conto della circolazione prevalente dell'area), per l'acquisizione delle misure in continuo dei principali parametri chimico-fisici (temperatura, torbidità, salinità, ossigeno disciolto, pH, clorofilla a e potenziale redox), in aggiunta ad una seconda sonda fissa di controllo, per rilievi a sud dello scarico, in un'area non soggetta all'influenza dello stesso o di altre pressioni antropiche (presumibilmente a sud del fiume Cecina). Le sonde fisse dovrebbero essere programmate in modo da acquisire le misure con una frequenza regolare (ad esempio ogni 10 minuti) e trasmettere i dati in tempo reale ad una stazione ricevente.

Si consiglia inoltre di effettuare periodicamente dei profili verticali (ad esempio durante le operazioni di manutenzione della sonda fissa) per l'acquisizione degli stessi parametri sia in corrispondenza delle due stazioni aggiuntive delle sonde fisse che in corrispondenza delle stazioni effettuate in precedenza in cui erano state riscontrate criticità (comunque in tutte quelle ridefinite con il nuovo piano).

Contestualmente all'esecuzione dei profili verticali con la sonda multiparametrica si ritiene indispensabile effettuare il prelievo di campioni d'acqua a due profondità (in prossimità della superficie e in prossimità del fondo), per la determinazione dei solidi sospesi, in modo da correlare il dato della torbidità misurato tramite sonda con la reale concentrazione di solidi sospesi presenti nel campione.

Le misure in situ, soprattutto nel primo anno, dovrebbero essere frequenti e programmate almeno in concomitanza delle due stazioni aggiuntive delle sonde fisse (mensile o bimestrale per il primo anno a seconda delle necessità di manutenzione).

**Nota.** Si suggerisce di considerare i dati pregressi già disponibili presso ARPAT

### **Proposte al piano decennale**

Sulla base delle informazioni ottenute dal primo anno di indagini integrative, per la prosecuzione dell'indagine si potrà ricalibrare il piano pluriennale (Documento 2) in modo più funzionale, considerando una eventuale riduzione spazio-temporale del campionamento.

#### **1.1.2 Nutrienti**

*(Paola Gennaro, Daniela Verniani, Silvia Giuliani)*

### **Osservazioni allo studio preliminare**

Il disegno di campionamento appare poco rappresentativo del gradiente di impatto (stazioni molto lontane dalla sorgente, anche quelle definite "in prossimità" dello scarico) e risulta non effettuato il prelievo nella stagione autunnale. Si fa inoltre notare la non conformità con i protocolli standard di preparazione e conservazione dei campioni d'acqua destinati alle analisi dei nutrienti in acqua di mare. Per la ricerca dei nutrienti inorganici disciolti (fosfati, ammoniaca, nitriti e nitrati) occorre

infatti effettuare prima una filtrazione con filtri in acetato di cellulosa da 0,45µm (ICRAM, 2001)<sup>1</sup> e poi il congelamento. I campioni destinati alle analisi dei nutrienti totali vengono invece congelati tal quale, nel caso si debba determinare N e P totale particellato+disciolto, mentre devono essere filtrati qualora destinati alle analisi di N e P totale disciolto.

### **Proposte integrative allo studio iniziale (primo anno)**

Si suggerisce di integrare lo studio riportato nel Documento 1 con un primo anno di monitoraggio in cui si andrà ad ottimizzare il numero e la posizione delle stazioni (anche in numero totale minore), distribuendole lungo il gradiente di diffusione della sorgente di impatto, nonché la frequenza del campionamento che si suggerisce bimensile, per poter calcolare in maniera ottimale i parametri relativi all'EQB fitoplancton e l'indice trofico TRIX. In queste stesse stazioni, e contestualmente alla colonna d'acqua, si suggerisce inoltre di campionare anche la quota profonda oltre a quella superficiale già prevista per l'analisi dei nutrienti (N e P totali, fosfati, ammoniaca, nitriti e nitrati). Analogamente a quanto previsto per altri parametri della colonna d'acqua, si suggerisce comunque di considerare alcune stazioni anche in un'area a sud del fiume Cecina, quali stazioni di confronto con quelle più vicine allo scarico.

Il protocollo di prelievo e conservazione dovrà altresì prevedere la filtrazione del campione d'acqua (filtri da 0,45µm in acetato di cellulosa) prima del suo congelamento per l'analisi dei nutrienti disciolti in forma inorganica (fosfati, ammoniaca, nitriti e nitrati). Per quel che riguarda l'azoto e il fosforo totali, il campione prelevato andrà filtrato con le stesse modalità di cui sopra nel caso il campione sia destinato all'analisi di N e P totale disciolto. Se invece l'obiettivo è la determinazione di N e P totale particellato+disciolto, allora il campione d'acqua prelevato potrà essere congelato tal quale, senza alcuna filtrazione preliminare.

### **Proposte al piano decennale**

Sulla base delle informazioni ottenute dal primo anno di indagini integrative, per la prosecuzione dell'indagine si potrà ricalibrare il piano pluriennale (Documento 2) in modo più funzionale, considerando una eventuale riduzione spazio-temporale del campionamento.

**Nota.** Si suggerisce di considerare i dati pregressi già disponibili presso ARPAT

<sup>1</sup> ICRAM (2001). Metodologie Analitiche di Riferimento del Programma di Riferimento per il controllo dell'ambiente marino costiero (triennio 2001-2003) - Lo Studio Editoriale s.r.l., Roma – Giorgio Vitale, pp 122  
<https://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/manuali-e-linee-guida/metodologie-analitiche-di-riferimento-del>

#### **1.1.3 Chimica della colonna d'acqua**

(Silvia Giuliani, Davide Sartori, Stefano Ferrari, Simona Macchia)

### **Osservazioni allo studio preliminare**

Ad integrazione delle misure condotte ai sensi della normativa vigente sui monitoraggi delle acque

costiere (monitoraggio ARPAT) si suggerisce di avvalersi di nuove metodologie di indagine quali gli accumulatori passivi per metalli (DGT) e composti organici (Pocis, Silicon Rubber, ecc.), già applicati lungo le coste toscane in occasione del monitoraggio ambientale del naufragio della nave Concordia (accoppiate con i dati di Mussel Watch), al fine di disporre di informazioni mediate nello spazio e nel tempo su una matrice non conservativa come l'acqua.

### **Proposte integrative allo studio iniziale (primo anno)**

Si propone di individuare quattro stazioni di campionamento: la prima stazione non oltre 100 – 200 m dallo sbocco a mare dello scarico (Fosso Bianco), altre due lungo un transetto costa-largo in aggiunta ad un controllo da posizionare a sud del Fiume Cecina, in una zona possibilmente non interessata da impatti antropici e considerando le correnti predominanti. I parametri di interesse potrebbero essere quelli ritenuti più critici sulla base degli studi pregressi (es. elementi in traccia e HCB), da verificare nel dettaglio con gli organi di controllo, anche in riferimento ai contaminanti previsti dalla tabella 1/A e i metalli della tabella 1/B del D.Lgs 172/15.

E' inoltre opportuno associare il dato chimico derivante dalle analisi degli accumulatori passivi e dei rispettivi campioni della colonna d'acqua, alla misura della concentrazione dei solidi sospesi (di cui anche al paragrafo 1.1.1).

Nel primo anno di indagine si suggerisce lo svolgimento di quattro campagne con frequenza stagionale sia per gli accumulatori passivi che per i campioni di acqua.

### **Proposte al piano decennale**

Come per il resto dei parametri trattati, in un successivo programma di indagine pluriennale potrà essere rivalutata la prosecuzione delle attività e la loro frequenza.

## **1.2 Ecotossicologia della colonna d'acqua**

### **1.2.1 Bioaccumulo e biomarkers nei Mitili (MW)**

*(Simona Macchia, David Pellegrini, Stefano Ferrari, Silvia Giuliani)*

### **Osservazioni allo studio preliminare**

Nei documenti valutati non si evince la presenza e la localizzazione di una stazione di controllo e la durata dell'esposizione dei mitili (si parla di 4 settimane, o in alternativa un primo prelievo dopo 6 mesi ed il successivo a 10 mesi dal trapianto). Il Mussel Watch non è stato inserito nella proposta di prosecuzione del monitoraggio decennale, ma dall'analisi delle relazioni consegnate risultano imprecisioni nell'esecuzione della metodica tali da consigliarne la ripetizione.

Non sono state considerate analisi di early warning quali lo studio dei biomarkers.

### **Proposte integrative allo studio iniziale (primo anno)**

In analogia al monitoraggio da condurre mediante l'installazione dei campionatori passivi, si

suggerisce di ripetere il Mussel Watch nelle medesime quattro stazioni di campionamento: la prima stazione a circa 100-200 m dallo sbocco a mare dello scarico (Fosso Bianco), altre due lungo un transetto costa-largo e una di controllo a sud del fiume Cecina, in una zona possibilmente non interessata da impatti antropici. Anche in questo caso i parametri di interesse potrebbero riferirsi a quelli indicati dal D.Lgs 172/15 per i bivalvi, privilegiando quelli ritenuti più critici, accompagnati dall'analisi dei biomarkers. Si raccomanda di preferire mitili traslocati, provenienti da allevamenti presenti in aree a basso impatto antropico, di prestare attenzione al periodo riproduttivo, di mantenere esposti i mitili nelle stazioni di trapianto per un periodo compreso tra 4-6 settimane ed esprimere i risultati rispetto al peso secco, allo scopo di facilitare il confronto con i dati pregressi, oltre al peso umido per il raffronto con gli SQA biota riportati nel D.Lgs 172/15. In particolare, per il primo anno si suggerisce di effettuare quattro campagne stagionali, rivalutando la periodicità negli anni successivi in funzione della variabilità stagionale misurata.

### **Proposte al piano decennale**

Sulla base delle informazioni ottenute dal primo anno di indagini si potrà ricalibrare la tipologia di studi da portare avanti (bioaccumulo e/o biomarkers) così come la frequenza degli stessi.

#### **1.2.2 Bioaccumulo e biomarkers nella rete trofica**

*(Stefano Ferrari, David Pellegrini, Lorenzo Morroni, Silvia Giuliani)*

### **Osservazioni allo studio preliminare**

Le analisi presentate nel Documento 1 si riferiscono ad un numero considerevole di specie senza tuttavia evidenziare rapporti taglia/età, né riferimenti spaziali di dettaglio (viene considerato l'intero litorale dell'Alto Tirreno e della Liguria di levante).

Non sono stati considerati segnali biologici di early warning, quali le analisi dei biomarkers.

### **Proposte integrative allo studio iniziale (primo anno)**

Per le analisi di bioaccumulo i parametri di interesse potrebbero riferirsi a quelli indicati dal D.Lgs 172/15, oltre a quelle dei metalli menzionati nella proposta di monitoraggio; è inoltre opportuno considerare l'analisi dei biomarkers nella rete trofica. Sono da privilegiare specie stanziali disponibili nell'area oggetto di studio (es. *Mullus barbatus*, *Scorpaena porcus*, *Serranus scriba*, *Hexaples trunculus*) da prelevare nella zona di influenza dello scarico (anche in relazione alle correnti dominanti) ed in aree di controllo (es. zona a sud del Cecina), selezionando classi di taglia definite.

Si suggerisce di effettuare almeno una campagna di indagine lontana dai periodi di riproduzione delle singole specie, anche in considerazione della confrontabilità con i dati pregressi.

### **Proposte al piano decennale**

Sulla base delle informazioni ottenute dal primo anno si potrà ricalibrare la tipologia di studi da

portare avanti (bioaccumulo e/o biomarkers) così come la frequenza degli stessi.

### **1.3 Biologia colonna d'acqua**

*(Isabella Buttino, Silvia Giuliani)*

#### **1.3.1 Comunità fito e zooplanctonica**

E' sicuramente utile l'acquisizione di dati riguardanti la biodiversità del mesozooplankton in un'area così fortemente impattata, oltre che per un approfondimento degli studi precedenti che hanno già evidenziato la necessità di ulteriori analisi al fine di confermare un impoverimento della componente zooplanctonica con riduzione di indici di biodiversità ed uno slittamento verso popolazioni costituite da specie più opportuniste (Relazione CNR 2017), perché tale comparto è imprescindibilmente legato al comparto fitoplanctonico ed ai parametri chimico-fisici della colonna d'acqua. Inoltre, anche alcuni effetti rilevati sulla componente mesozooplanktonica potrebbero essere dovuti all'accumulo di inquinanti in questa matrice che rappresenta un serbatoio di uova e cisti di organismi zooplanctonici, incidendo quindi sulla produttività della colonna. In conclusione si ritiene di dover richiedere un approfondimento delle serie temporali per mesozooplankton e fitoplancton, limitatamente alle aree antistanti lo scarico, in aggiunta ad un'area di riferimento individuata come "controllo" a sud del Cecina, come nel caso degli altri parametri fisico-chimici della colonna d'acqua.

#### **Osservazioni allo studio preliminare**

La comunità fito e zooplanctonica, oggetto di indagine del precedente studio del 2015-2016, risulta mancante per la componente mesozooplanktonica. Tale assenza viene giustificata dalla "mancanza di variazioni nelle strutture di comunità ed abbondanza relativa nel corso degli anni" e dalla considerazione che tale parametro non rientra tra gli EQB dal D.M. 260/2010. Tuttavia, data l'enorme importanza di questo comparto nel regolare i livelli trofici superiori, il monitoraggio stagionale di tale comparto risulta necessario anche nel contesto della normativa prevista dalla Direttiva Quadro per la Strategia Marina, Descrittore 1-Biodiversità. Inoltre, proprio in virtù della presenza di dati pregressi, l'acquisizione di dati stagionali di lungo periodo costituisce un elemento chiave per la valutazione di eventuali alterazioni del sistema pelagico complessivo, più resiliente a perturbazioni di breve periodo ma maggiormente sensibile a continue forzanti che possono influenzare più direttamente altri parametri ad esso correlati, come le variazioni di abbondanza e biodiversità di fitoplancton, le variazioni di parametri chimico-fisici, correntometrici etc.

#### **Proposte integrative allo studio iniziale (primo anno)**

In linea generale si propone, per l'analisi della comunità fito e zooplanctonica, di effettuare un campionamento stagionale contestuale ai prelievi eseguiti per la misura dei nutrienti e dei solidi sospesi, valutandone, in relazione ai risultati ottenuti, l'eventuale prosecuzione e frequenza. Si suggerisce, eventualmente, una riduzione del numero di stazioni rispetto al precedente piano, mantenendo soltanto quelle più rappresentative del gradiente di impatto e quelle di un'area di

controllo; per il campionamento dello zooplancton, si consiglia il prelievo verticale dal fondo alla superficie, piuttosto che la retinata su transetto per opportuno confronto con i parametri della sonda.

### **Proposte al piano decennale**

Da valutare a seconda delle risultanze del primo anno.

## **2 Sedimenti**

Al fine di poter effettuare una valutazione di tipo WOE applicato ai sedimenti è necessario selezionare ed analizzare diverse linee di evidenza (almeno analisi chimica, ecotossicologia e macrobenthos), stabilendo aree sovrapponibili dove posizionare le medesime stazioni di campionamento (alcune più vicine allo scarico e dove risultano dati da studi pregressi), nonché altre stazioni da utilizzare come controllo su fondali con caratteristiche confrontabili (sempre a sud del Cecina).

Inoltre, per agevolare una valutazione integrata tra i diversi comparti (sedimento-colonna d'acqua-biota), è auspicabile che le stazioni di campionamento siano il più possibile sovrapponibili: nello specifico per quanto concerne le analisi sui sedimenti e accumulatori passivi, bioaccumulo e i biomarker nei mitili per quanto riguarda la colonna d'acqua.

### **2.1 Chimico-fisica del sedimento**

*(David Pellegrini, Silvia Giuliani, Stefano Ferrari)*

#### **Osservazioni allo studio preliminare**

Nello studio riportato nel Documento 1 il campionamento appare poco rappresentativo rispetto all'estensione dell'area influenzata dalla presenza dello scarico. Anche la sezione di sedimento analizzata non appare evidenziata (il prelievo con la benna spesso non consente di prelevare il campione indisturbato o riferirlo ad un livello determinato rispetto alla profondità del sedimento). Non sono state effettuate le comparazioni con dati pregressi su un numero rappresentativo di stazioni al fine di individuare eventuali trend (in senso spaziale e rispetto a livelli sub-superficiali indicativi di accumuli pregressi). Inoltre non risultano valutazioni integrate con l'aspetto ecotossicologico (saggi biologici) e biologico (studio del macrobenthos).

#### **Proposte integrative allo studio iniziale (primo anno)**

Si suggerisce un piano di campionamento più rappresentativo dell'area da monitorare inserendo punti più vicini allo scarico (non oltre 100-200 m), e punti disposti a distanze progressive radialmente allo

scarico lungo transetti (es. 2 transetti) in direzione nord-ovest e ovest (2-3 stazioni per transetto), in considerazione delle correnti prevalenti. È essenziale che sia individuata anche un'area di riferimento in una zona a sud dello sbocco del Cecina, con un'ulteriore transetto (tre stazioni) con caratteristiche dei fondali confrontabili con quelle dei transetti posizionati di fronte allo scarico.

Suggeriamo di considerare anche uno studio pregresso effettuato da ICRAM (ICRAM 2001)<sup>1</sup>, prendendo come riferimento es. le stazioni indicate con le sigle S8 (Lat. 43°26.004' Long. 10°18.017') e RO14 (Lat. 43°22.005' Long. 10°24.010') e la stazione S1 (Lat. 43°18.085' Long. 10°27.271'), al fine di verificare anche l'esistenza di trend temporali.

Si consiglia di analizzare i primi tre centimetri di sedimento (strato 0-3 cm). Si potrebbe ipotizzare anche un ulteriore approfondimento consistente nell'analisi di aliquote (corrispondenti a 2-3 cm) sub-superficiali (per conferma dei trend) di alcune stazioni (es. 2-3 stazioni ritenute più significative) e/o l'analisi della sola frazione pelitica per agevolare un confronto tra aree con differenti granulometrie. In questo caso anche la strumentazione di campionamento dovrebbe essere adeguata (box-corer o carotiere), valutando la necessità di volumi definiti.

Parallelamente alle analisi chimiche (parametri da selezionare tra quelli previsti dalle tabelle 2/A, 3/A e 3/B del D.Lgs. 172/15, oltre a quelli ritenuti più critici dagli studi pregressi), al fine di meglio comprendere il comportamento di eventuali xenobiotici presenti nel comparto sedimentario anche in considerazione delle peculiarità dell'area di studio (anomalie pH e altro), oltre alle analisi granulometriche si suggerisce di effettuare, al momento del campionamento, misure fisico-chimiche quali pH e potenziale redox.

### **Proposte al piano decennale**

Si suggerisce di effettuare un campionamento annuale per i primi tre anni e, in relazione ai risultati ottenuti, valutarne la prosecuzione e la frequenza.

Nota<sup>1</sup> ICRAM (2001) - Indagine ambientale dell'area costiera di Rosignano Solvay (Livorno, Italia). ICRAM, Roma, settembre 2001: 22 pp.

## **2.2 Ecotossicologia del sedimento**

*(David Pellegrini, Davide Sartori, Fulvio Onorati, Lorenzo Morroni, Simona Macchia, Silvia Giuliani)*

### **2.2.1 Saggi biologici**

#### **Osservazioni allo studio preliminare:**

L'ecotossicologia sul comparto sedimento, come sopra anticipato, non è stata eseguita, anche se le criticità ambientali dell'area ed un approccio integrato di valutazione, ne avrebbero suggerito

l'impiego, soprattutto sul piano tecnico-scientifico (è noto che quello normativo risulta ancora carente).

### **Proposte integrative allo studio iniziale (primo anno)**

Si suggerisce di procedere alla valutazione della ecotossicità della matrice solida (sedimento) e degli elutriati da essa derivati (valutando bene gli effetti del pH), nelle medesime stazioni in cui sono previste le analisi chimiche, impiegando saggi biologici di tossicità acuta e cronica.

Considerando il caso specifico, una delle possibili batterie di saggi biologici potenzialmente idonea potrebbe essere: *Aliivibrio fischeri* in fase solida e/o su elutriato, un secondo saggio sul sedimento tal quale (es. *Corophium* sp o *Acartia* spp), un terzo saggio su elutriato es. di embriotossicità (vedi la cosiddetta “tipologia 3” ai sensi dell’Allegato Tecnico al DM 173/2016).

### **Proposte al piano decennale**

Si suggerisce di effettuare un campionamento annuale per i primi tre anni e, in relazione ai risultati ottenuti, valutarne la prosecuzione e la frequenza.

#### **2.2.2 Bioaccumulo**

Al fine di valutare possibili trasferimenti di contaminanti nella catena trofica dalla matrice sedimentaria, solo nel caso emergano concentrazioni significative, si suggerisce di svolgere anche prove di bioaccumulo in laboratorio con specie-test quali policheti o bivalvi fossori su campioni di sedimento provenienti da alcune delle stazioni individuate; tali indagini a partire dal secondo anno di monitoraggio, e solo nel caso di criticità riscontrate dagli studi di caratterizzazione chimica ed ecotossicologica del sedimento ottenuti durante il primo anno di indagine.

#### **2.2.3 Biomarkers**

Anche questa tipologia di indagine sugli organismi messi a contatto con i sedimenti campionati, sempre solo nel caso di situazioni ritenute di criticità, sono da considerare a partire dal secondo anno, sulla base delle risultanze ottenute dalle analisi chimiche ed ecotossicologiche del primo anno di attività.

## **2.3 Biologia dei sedimenti**

### **2.3.1 Macrozoobenthos**

(Paolo Tomassetti, Tiziano Bacci, Silvia Giuliani)

### **Osservazioni allo studio preliminare**

Il piano di campionamento iniziale presenta delle carenze quali-quantitative, in quanto il numero

delle stazioni utilizzato è ritenuto insufficiente a caratterizzare un'area così vasta e la loro ubicazione non consente di stimare un eventuale gradiente di impatto (ad esempio le stazioni prossime allo scarico dovrebbero essere posizionate a poche centinaia di metri dallo scarico).

Per la definizione della carta delle biocenosi è stata utilizzata la tecnologia di cartografia tramite multibeam “integrato, nei limiti del possibile, da osservazioni sul campo...”, ma le informazioni metodologiche di verifica sul campo utilizzate appaiono eccessivamente vaghe e di scarso dettaglio. In particolare, per valutare la reale rispondenza della carta all'esatta distribuzione delle biocenosi mappate, occorre disporre di maggiori e più dettagliate informazioni riguardo a: numero e ubicazione delle verifiche sul campo dei segnali multibeam; in quali biocenosi sono state condotte le verifiche e con quali modalità (es. biologi subacquei, OTS, ROV).

### **Proposte integrative allo studio iniziale e proposte al piano decennale**

Si suggerisce di integrare il piano di monitoraggio con stazioni aggiuntive da posizionare in aree prossime alla sorgente di impatto e in un'area di controllo (almeno in parte coincidenti con quelle per le analisi chimiche ed ecotossicologiche) e di intensificare le frequenze delle indagini, con una periodicità inferiore ai 4 anni, anche in base alle esigenze del monitoraggio delle altre linee di evidenza. L'analisi delle comunità macrobentoniche può risultare infatti maggiormente efficace se il campionamento è associato, spazialmente e temporalmente, all'analisi di altre variabili biogeochimiche, quali granulometria del sedimento e contenuto di sostanza organica. Si propone pertanto di studiare i popolamenti macrobentonici ogni due anni, in considerazione del fatto che con l'ampliamento delle aree investigate non sarà possibile disporre di dati pregressi. L'analisi dei risultati delle prime campagne di studio, condotte con questa nuova griglia di campionamento e con tale frequenza, consentirà di meglio pianificare i futuri piani di monitoraggio secondo un criterio adattativo.

## **3 Posidonia oceanica**

*(Tiziano Bacci, Silvia Giuliani)*

### **Osservazioni allo studio preliminare**

Le stazioni di monitoraggio previste (Documento 1) sono ritenute insufficienti per descrivere il reale impatto dell'impianto, in quanto posizionate ad una eccessiva distanza dalla sorgente. La valutazione dell'impatto sulle praterie di *P. oceanica* dovrebbe includere l'analisi dello stato ecologico della prateria anche nelle vicinanze dell'impianto.

Si evidenzia, inoltre, la mancanza di una mappatura di dettaglio della prateria di *P. oceanica* nell'area di interesse. La mappatura a disposizione (Documento 1), infatti, risulta essere insufficiente a fornire valutazioni di dettaglio, soprattutto nell'area prossima all'impianto e non permette di integrare

correttamente il piano di campionamento sulla base delle criticità riscontrate.

#### **Proposte integrative allo studio iniziale (primo anno)**

Nel primo anno si suggerisce di acquisire informazioni cartografiche di maggiore dettaglio relative alla prateria di *P. oceanica*, con particolare riguardo all'area prossima all'impianto. Tali informazioni saranno indispensabili per definire ulteriori stazioni di monitoraggio. Le attività di monitoraggio previste e la valutazione di impatto ad esse associata dovranno prevedere l'analisi di descrittori macrostrutturali, funzionali ed ecologici della prateria, non basati necessariamente o esclusivamente sul PREI (Posidonia Rapid Easy Index), ma laddove necessario, quantificando tali descrittori attraverso ulteriori metriche disponibili in letteratura (es. Indice di Conservazione, Indice di Sostituzione, ecc.).

#### **Proposte al piano decennale**

Sulla base di un primo anno di monitoraggio proseguire le attività secondo la metodologia adottata. Si suggerisce di intensificare le frequenze delle indagini rispetto a quanto proposto (Documento 2), con periodicità inferiore ai 4 anni, la cui cadenza andrà stabilita anche sulla base delle esigenze degli altri parametri. Si suggerisce, inoltre, di rimodulare la temporalità delle indagini geofisiche per una restituzione cartografica delle biocenosi presenti (Documento 2), prevedendone una il primo anno e una alla fine del ciclo di monitoraggio

## **4 Macroalghe**

(Paola Gennaro, Enrico Cecchi, Silvia Giuliani)

### **Premessa**

Considerato che il popolamento macroalgale oggetto dell'indice CARLIT (cinture a *Cystoseira* spp.) risente *in primis* delle condizioni geo-morfologiche del tratto di costa indagato (che in questo caso è costituito prevalentemente da manufatti, strutture artificiali e/o pareti rocciose esigue su fondo sabbioso), si ritiene che il gradiente di qualità dello stato ecologico osservato nell'area in oggetto sia dovuto prevalentemente all'effetto del substrato (che per sua natura non è idoneo allo sviluppo delle cinture a *Cystoseira*), nonché all'effetto di pressioni antropiche diverse da quelle strettamente riconducibili all'impatto delle attività dello stabilimento Solvay. Pertanto, il monitoraggio dei popolamenti macroalgali nell'area di indagine appare funzionale più ad una valutazione dello stato di qualità dell'ambiente marino nel suo complesso che alla valutazione di impatto specifica oggetto dello studio.

Sulla base di tali considerazioni, si suggerisce di focalizzare lo sforzo di monitoraggio sugli altri indicatori, che sono più rappresentativi del gradiente di impatto.

## 5 Coralligeno

(Paola Gennaro, Enrico Cecchi, Silvia Giuliani)

### **Osservazioni allo studio preliminare**

Rispetto alle indagini eseguite (Documento 1) si segnala che il periodo di campionamento individuato (dicembre e ottobre) non corrisponde al periodo favorevole alle indagini sul coralligeno (il periodo indicato in letteratura va da aprile a giugno) e che il disegno di campionamento non risponde agli obiettivi del monitoraggio, in quanto l'area selezionata dista 10 km dalla sorgente di impatto. Tale area può dunque essere mantenuta quale monitoraggio "sentinella" su ampia scala spazio-temporale, ma non risulta utile per la valutazione dell'effetto degli scarichi dello stabilimento Solvay sull'ambiente marino prospiciente.

Per quel che riguarda la metodologia di campionamento, si rileva un numero di foto inferiore a quanto previsto da Cecchi et al. (2014)<sup>1</sup> (20 per sito invece che 30 per sito), scattate su un unico plot di 4 m<sup>2</sup> invece che su 3 plots. Si segnala altresì che la metodologia applicata è stata ora ampiamente superata con l'integrazione della componente animale a quella algale e con la revisione del disegno di campionamento, secondo quanto riportato nelle nuove linee guida ISPRA dedicate.

### **Proposte integrative allo studio iniziale (primo anno)**

Si suggerisce di effettuare un primo anno di indagini integrative al precedente studio (Documento 1) applicando il metodo aggiornato alle nuove linee guida per il monitoraggio e la valutazione dello stato ecologico del coralligeno di parete, effettuando il campionamento nel periodo convenzionale di aprile-giugno (Manuali e Linee Guida ISPRA n.191/2020)<sup>2</sup>.

Considerati inoltre gli obiettivi del monitoraggio, il disegno di campionamento di tali indagini integrative dovrebbe prevedere stazioni aggiuntive da effettuarsi lungo la costa a Nord e Sud degli scarichi.

### **Proposte al piano decennale**

Solo a valle di questo primo anno di indagini condotte secondo la metodologia aggiornata alle nuove linee guida e il piano di campionamento implementato, sarà possibile ricalibrare adeguatamente la frequenza di prosecuzione del monitoraggio pluriennale (Documento 2). In ogni caso, considerata la tipologia di impatto che può rappresentare una pressione importante sui popolamenti coralligeni, la raccolta dati andrebbe effettuata con cadenza non inferiore ai 3 anni, da integrarsi eventualmente con i dati provenienti dalle campagne complementari effettuate dagli operatori ARPAT per i monitoraggi di *routine*.

#### **Note:**

<sup>1</sup> Cecchi E., Gennaro P., Piazzini L., Ricevuto E., Serena F. (2014). Development of a new biotic index for ecological status assessment of Italian coastal waters based on coralligenous macroalgal assemblages. *European Journal of Phycology* 49 (3): 298-312

<sup>2</sup> Manuali e Linee Guida ISPRA n.191/2020. Gennaro P., Piazzini L., Cecchi E., Montefalcone M., Morri C., Bianchi C.N. (Eds.), 2020. Monitoraggio e valutazione dello stato ecologico dell'habitat a coralligeno. Il coralligeno di parete <https://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/manuali-e-linee-guida/monitoraggio-e-valutazione-dello-stato-ecologico-dell2019habitat-a-coralligeno-il-coralligeno-di-parete>

## 6 Fondi a maerl

(Enrico Cecchi, Paola Gennaro, Silvia Giuliani)

Dati gli elevati tassi di sedimentazione segnalati dallo studio nell'area di indagine (Documento 1), si suggerisce di introdurre nei piani di monitoraggio futuri l'indicatore costituito dai fondi a maerl. Le recenti indagini condotte da ARPAT nel 2018 hanno infatti rilevato un evidente insabbiamento dei rodoliti presenti al limite inferiore della prateria di *Posidonia oceanica*. Ciò può configurarsi nel tempo come un impatto rilevante su un habitat sensibile e delicato come quello dei letti a rodoliti, i quali costituiscono pertanto un indicatore significativo che andrebbe opportunamente considerato negli studi di valutazione d'impatto.

## 7 Indagini geomorfologiche e ROV

(Enrico Cecchi, Paola Gennaro, Silvia Giuliani)

Al fine di acquisire una mappatura di dettaglio sulla presenza ed estensione degli habitat a *Posidonia oceanica*, coralligeno e fondi a maerl nell'area di indagine, si suggerisce di condurre indagini geomorfologiche mediante metodi convenzionali di acquisizione dati tramite Side Scan Sonar e Multibeam con Backscatter, ed eventualmente anche con il ROV. Per le indagini condotte alle batimetrie comprese fra 5 e 30 m, si suggerisce di utilizzare Multibeam con risoluzione 1m x 1m aumentando la risoluzione (ad es. 0,5 m x 0,5 m) per le indagini condotte dai 30 m fino alla massima profondità. Ciò consentirà di rilevare al meglio le biocenosi oggetto della valutazione di impatto delle attività dello stabilimento Solvay.

Si suggerisce inoltre di effettuare i rilevamenti nel periodo di indagine con la seguente frequenza: al tempo  $t_0$  di inizio monitoraggio, al tempo  $t_1$  dopo 5 anni e a fine monitoraggio.

## APPENDICE

APPROCCIO WOE (WEIGHT OF EVIDENCE) PER LA VALUTAZIONE AMBIENTALE DELL'AREA DI STUDIO (ERA)

### SCHEMA LOGICO-SEQUENZIALE

Comparto/ matrice ambientale	Linee di evidenza	Criterio di confrontabilità per una valutazione quali-quantitativa o semi- quantitativa (area di riferimento marino-costiera e/o riferimento normativo e/o indice assoluto )	Criticità riscontrate negli studi condotti	Proposta integrativa per il primo anno di indagine e suggerimenti per il piano di monitoraggio futuro (prox 10 anni)	Pesi da considerare per il modello semi-quantitativo per <ul style="list-style-type: none"> <li>• singoli parametri</li> <li>• linea di evidenza</li> <li>• matrice</li> </ul>	Integrazione generale o per gruppi di linee di evidenza*
------------------------------------	----------------------	---	--	--	---	---

\*da valutare in base ad un criterio di priorità, considerato l'ambiente (disegno spaziale e temporale) e le caratteristiche della fonte di eventuale impatto

**CRITERIO PER LA VALUTAZIONE DELLE INDAGINI AMBIENATALI**

Comparti ambientali	linee di evidenza principali	Linea evidenza specifiche (in grassetto le linee ritenute prioritarie e a cui attribuire un peso maggiore)	Criterio di confrontabilità
Colonna d'acqua	Chimico-fisica <sup>(1)</sup> Colonna d'acqua	Parametri chimico fisici	N/A
		Nutrienti	N/A
Colonna d'acqua		Chimica colonna	A/N
	Ecotossicologia colonna d'acqua	Bioaccumulo Mussel Watch e organismi significativi (rete trofica) per metalli e parametri organici critici	A/N
		Biomarker mitili e rete trofica	A
	Biologia colonna d'acqua (in evidenza se frequente e sul lungo periodo)	Comunità fito e zooplantoniche	A/N

Sedimenti	Chimico-fisica sedimenti	Chimica (metalli e organici critici) Parametri a corredo: Granulometria e altre misure fisico-chimiche (pH, pot. Redox, ecc.)	A/N
	Ecotossicologia sedimento	Saggi biologici (batteria) sedimento superficiale	A/I
		Bioaccumulo* (prove in laboratorio su specifici contaminanti ritenuti critici)	A/I
		Biomarker* (in organismi utilizzati in laboratorio per bioaccumulo e/o su organismi bentonici presi in campo)	A/I
Posidonia	Biologia sedimenti	Comunità macrozobentonica	A/N
			A, N
	Coralligeno		A/I
Fondi a maerl			A

\*Parametri da valutare se effettivamente significativi nel caso di studio

ALCUNE IPOTESI SUI “PESI” RISPETTO AD UN SITO DI CONTROLLO (da rivedere e ampliare)

PESI RISULTATO:

0 = situazione analoga al sito di controllo;

1 = situazione significativamente diversa (statisticamente  $0,01 < p < 0,005$ );

2 = situazione statisticamente molto diversa ( $p < 0,01$ )

PESI Linea di evidenza

Chimico-fisica	Colonna acqua	Peso 1
Comunità fitoplanttonica	Colonna d'acqua	Peso 1.3
Comunità zooplanttonica	Colonna d'acqua	Peso 1.4
Chimica	sedimenti	Peso 1.2
Saggi biologici	sedimenti	Peso 1.8
Bioaccumulo	sedimenti	Peso 1,6
Bioaccumulo mussel watch biomarker	Colonna d'acqua sedimenti	Peso 1.5 Peso
Biomarker-mitili	Colonna d'acqua	
Comunità macrozobentonica	sedimenti	Peso 2
XX		
YY		
ZZ		



## **Valutazione degli studi del CNR (IAMC) sullo stato di salute dell'ambiente marino nell'area potenzialmente influenzata dalle attività dello stabilimento Solvay di Rosignano (LI)**

### ***Indicazioni operative per l'aggiornamento dello studio di base***

con il contributo di ARPAT-SETTORE MARE

**Ottobre 2021**

#### **PREMESSA**

*(David Pellegrini)*

Ad integrazione del precedente documento “Valutazione degli studi del CNR (IAMC) sullo stato di salute dell'ambiente marino nell'area potenzialmente influenzata dalle attività dello stabilimento Solvay di Rosignano (LI)”, prodotto da ISPRA e ARPAT in agosto 2020, e stilato sulla base dell'analisi di due elaborati prodotti da IAMC-CNR (ora IAS-CNR):

- DOCUMENTO 1 – “STUDIO AMBIENTALE SULLO STATO DI SALUTE DELL'AMBIENTE MARINO NELL'AREA ANTISTANTE LO STABILIMENTO SOLVAY DI ROSIGNANO M.MO (LI) RELAZIONE FINALE, Maggio 2017”;
- DOCUMENTO 2 - “PROPOSTA PER IL MONITORAGGIO DELLO STATO DI SALUTE DELL'AMBIENTE MARINO NELL'AREA INFLUENZATA DALLO STABILIMENTO SOLVAY DI ROSIGNANO, Novembre 2017”, di durata decennale;

considerate anche le interlocuzioni tecniche con i ricercatori di IAS-CNR (per meglio chiarire le questioni tecniche rilevate) e l'ulteriore documentazione tecnica nel mentre analizzata:

- ANALISI AMBIENTALE DELL'AREA MARINO-COSTIERA ANTISTANTE L'IMPIANTO INDUSTRIALE SOLVAY-ROSIGNANO IN RIFERIMENTO ALLA PRESCRIZIONE AIA N.0000177 (PUNTO 3) DEL 7 AGOSTO 2015 – Agosto 2017
- MONITORAGGIO DELLO STATO DI SALUTE DELL'AMBIENTE MARINO



NELL'AREA ANTISTANTE LO STABILIMENTO SOLVAY DI ROSIGNANO M.MO  
(LI) – Novembre 2020;

con il presente ulteriore documento vengono riportate le proposte integrative per un aggiornamento dello “studio di base”, a distanza di 5 anni dal primo studio effettuato dal CNR, tenendo conto dei risultati anche dei primi anni di “monitoraggio decennale”. Tale integrazione si rende necessaria sia per l'aggiornamento delle tecniche di indagine, che dei protocolli metodologici adottati e del disegno di campionamento di dettaglio, alla luce delle novità dei regolamenti e delle metodologie tecnico-scientifiche (metodi standard e nuovi indicatori) considerati dalle normative vigenti e sulle più aggiornata bibliografia scientifica sui monitoraggi ambientali.

Riguardo le note di commento fornite da IAS-CNR (Allegato al protocollo ARPAT n° 0078007 del 13/11/2020) al precedente documento prodotto da ISPRA e ARPAT dell'agosto 2020 “*Valutazione degli studi del CNR (IAMAC) sullo stato di salute dell'ambiente marino nell'area potenzialmente influenzata dalle attività dello stabilimento Solvay di Rosignano (LI)*” trasmesso in copia a Solvay Chimica Italia S.p.A. (PEC dell'11 settembre 2020), esse appaiono non pienamente rispondenti alle criticità evidenziate da ISPRA-ARPAT.

**In definitiva quindi viene proposta una integrazione degli indicatori da considerare per le diverse matrici ambientali (acque, sedimenti, biota) e della strategia di campionamento (stazioni e frequenze di campionamento), nel primo anno di nuova indagine, da considerare come studio integrativo per l'aggiornamento dello studio di base.**

Sulla base delle risultanze ottenute, o comunque delle indicazioni tecniche fornite col presente documento, potrà essere ricalibrato il piano di monitoraggio decennale attualmente in corso.

Viene altresì proposto l'aggiornamento dei protocolli standard di riferimento per il campionamento di alcuni degli indicatori già considerati nelle indagini precedenti.

Prima di entrare nel merito delle osservazioni riferite alle singole linee di evidenza per una corretta applicazione dell'approccio WOE (da privilegiare come strumento di integrazione per le diverse analisi e matrici), si suggerisce di riportare su una cartografia di riferimento tutte le informazioni da reperire con il nuovo piano di indagine, per ciascuna matrice indagata, a partire dalla ubicazione delle stazioni di indagine con le relative coordinate (riferite al Datum WGS84).

Inoltre, per agevolare una valutazione integrata tra i diversi comparti (sedimento-colonna d'acqua-biota), è auspicabile che le stazioni di campionamento siano il più possibile sovrapponibili.

Si conferma inoltre l'importanza di evidenziare i metodi di campionamento ed analisi, esplicitando per i parametri chimici i relativi LOQ.



## 1 Colonna d'acqua

Si suggerisce di individuare una serie di stazioni comuni su cui rilevare i vari parametri, con cadenza almeno stagionale, per il primo anno di indagine, integrativo dello studio di base. In particolare dovrebbero essere considerate le stazioni più rappresentative dell'eventuale gradiente di impatto, sia costa-largo che nord-sud, includendo aree di controllo a partire dalle zone prossime allo scarico (tra queste potrebbe essere considerata la stazione B3 riportata in figura 3.1 del report CNR –Maggio 2017).

Su tutte le stazioni individuate è opportuno misurare i parametri chimico-fisici e i solidi sospesi, privilegiando l'associazione della misura dei nutrienti alla biologia della colonna d'acqua e le misure della chimica al bioaccumulo e alle risposte di effetto sugli organismi (biomarkers) tramite Mussel Watch.

### 1.1 Chimico-fisica

#### 1.1.1 Parametri fisico/chimici

*(Davide Sartori, Maria Elena Piccione, Simona Macchia, Silvia Giuliani)*

Si suggerisce l'inserimento di alcune stazioni più vicine allo scarico dello stabilimento e altre in zone di controllo, in un'area da individuare esternamente alla zona maggiormente impattata ed in prossimità degli obiettivi e/o habitat sensibili: in particolare l'installazione di almeno una sonda multi-parametrica fissa, da posizionare in un intorno di circa 300 m dallo scarico a mare (la scelta della posizione dovrà tenere conto della circolazione prevalente dell'area), per l'acquisizione delle misure in continuo dei principali parametri chimico-fisici (temperatura, torbidità, salinità, ossigeno disciolto, pH, clorofilla a e potenziale redox). Si suggerisce inoltre anche l'eventuale posizionamento di una seconda sonda fissa per rilievi a sud dello scarico, sia per il rilievo di un eventuale gradiente o comunque come stazione di controllo. Le sonde fisse dovrebbero essere programmate in modo da acquisire le misure con una frequenza regolare (ad esempio ogni 10 minuti) e trasmettere i dati in tempo reale ad una stazione ricevente.

Si conferma che la misura dei parametri chimico fisici lungo il profilo verticale della colonna d'acqua e il prelievo a due profondità dei campioni d'acqua da destinare alle analisi chimico-fisiche (inclusa la misura dei solidi sospesi), in tutte le stazioni ridefinite con il nuovo piano, avvenga con una frequenza almeno stagionale, al fine di valutare l'impatto complessivo sull'ambiente marino costiero.

#### 1.1.2 Nutrienti

*(Paola Gennaro, Daniela Verniani, Silvia Giuliani)*

Si conferma il suggerimento di attenersi all'utilizzo delle metodologie standard di riferimento



(filtrazione del campione a 0,45µm prima del congelamento per i nutrienti disciolti) (ICRAM, 2001)<sup>1</sup> per la preparazione e conservazione dei campioni destinati alle analisi dei nutrienti (fosfati, ammoniaca, nitriti e nitrati; azoto e fosforo totali) (ICRAM, 2001)<sup>1</sup>.

Si conferma, altresì, la necessità di ottimizzare il numero e la posizione delle stazioni, distribuendole lungo il gradiente di diffusione della sorgente di impatto, come indicato per i parametri biologici della colonna d'acqua. Per la definizione del nuovo studio di base, si conferma inoltre la necessità di effettuare il campionamento con cadenza almeno stagionale, al fine di poter calcolare in maniera ottimale i parametri relativi all'EQB biomassa fitoplanctonica, allo studio dello zooplankton e all'indice trofico TRIX, con il supporto anche dei parametri chimico-fisici (vedasi rispettivi paragrafi dedicati).

<sup>1</sup> ICRAM (2001). Metodologie Analitiche di Riferimento del Programma di Riferimento per il controllo dell'ambiente marino costiero (triennio 2001-2003) - Lo Studio Editoriale s.r.l., Roma – Giorgio Vitale, pp 122  
<https://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/manuali-e-linee-guida/metodologie-analitiche-di-riferimento-del>

### **1.1.3 Chimica della colonna d'acqua**

*(Silvia Giuliani, Davide Sartori, Stefano Ferrari, Simona Macchia)*

Tra le stazioni predisposte per il campionamento della colonna d'acqua, si propone di individuare tre stazioni su cui rilevare anche i parametri chimici, con la metodica degli “accumulatori passivi”: la prima stazione nella zona a nord (es. Punta Lillatro), una seconda di controllo a sud dello scarico (es. Pontile), una terza intermedia alle due stazioni da considerare anche per il Mussel Watch (paragrafo successivo). I parametri di interesse potrebbero essere quelli ritenuti più critici sulla base degli studi pregressi (es. elementi in traccia), da verificare nel dettaglio con gli organi di controllo, anche in riferimento ai contaminanti previsti dalla tabella 1/A del D.Lgs 172/15.

È inoltre opportuno associare il dato chimico derivante dalle analisi degli accumulatori passivi (DGT), alla misura dei parametri chimico-fisici e alla concentrazione dei solidi sospesi (di cui anche al paragrafo 1.1.1).

Nel primo anno di indagine, considerato come anno di integrazione e aggiornamento dello studio di base, si suggerisce lo svolgimento di quattro campagne con frequenza stagionale, come per il resto dei parametri trattati per la colonna d'acqua, al fine di una completa sovrapposizione delle misure da effettuarsi su questa matrice.



## 1.2 Ecotossicologia della colonna d'acqua

### 1.2.1 Bioaccumulo e biomarkers nei Mitili (MW)

*(Simona Macchia, David Pellegrini, Stefano Ferrari, Silvia Giuliani)*

In analogia al monitoraggio da condurre mediante l'installazione dei campionatori passivi, si suggerisce di ripetere il Mussel Watch nelle medesime stazioni di campionamento. Si raccomanda di preferire mitili traslocati, provenienti da allevamenti presenti in aree a basso impatto antropico, di prestare attenzione al periodo riproduttivo, di mantenere esposti i mitili nelle stazioni di trapianto per un periodo compreso tra 4-6 settimane ed esprimere i risultati rispetto al peso secco, allo scopo di facilitare il confronto con i dati pregressi, oltre al peso umido per il raffronto con gli SQA biota riportati nel D.Lgs 172/15.

In particolare, per il primo anno si suggerisce di effettuare il campionamento con cadenza almeno stagionale, rivalutando la periodicità negli anni successivi in funzione della variabilità stagionale misurata. Sulla base delle informazioni ottenute dal primo anno di indagini, si potrà ricalibrare la tipologia di studi da portare avanti, così come la frequenza degli stessi.

Riguardo la ricerca dei biomarkers, si suggerisce di analizzare almeno i biomarkers indicati dall'UNEP per i paesi della Convenzione di Barcellona (S.O.S., frequenza micronuclei, stabilità membrane lisosomiali, inibizione attività Acetil-colinesterasi).

### 1.2.2 Bioaccumulo e biomarkers nella rete trofica

*(Stefano Ferrari, David Pellegrini, Lorenzo Morroni, Silvia Giuliani)*

L'analisi dei biomarkers negli organismi della rete trofica, in quanto indicatori significativi di stato di salute ambientale, potrebbe essere un utile studio da affiancare alle altre analisi sulla colonna d'acqua, come linea di evidenza aggiuntiva. Per tale indagine si dovrebbero privilegiare specie stanziali e prelevate nell'area di influenza dello scarico, oltre che in un'area scelta come riferimento. Sui medesimi organismi sarebbe indicativo condurre anche l'analisi del bioaccumulo dei parametri chimici ritenuti più critici, riportando i dati anche rispetto al peso secco per una migliore confrontabilità, oltre a quanto già previsto dalle norme in vigore per il raggiungimento degli obiettivi di qualità dei corpi idrici.

## 1.3 Biologia colonna d'acqua

*(Isabella Buttino, Silvia Giuliani)*

### 1.3.1 Comunità fito e zooplanctonica

Nel precedente monitoraggio l'analisi zooplanctonica ha mostrato una riduzione dei taxa nelle stazioni B2 e B3, e nella stazione B1 anche una riduzione delle abbondanze, dato confermato da un ridotto valore dell'indice di diversità di Shannon rispetto al 2008. Pertanto, proprio in virtù della



presenza di dati pregressi, l'acquisizione di dati stagionali di lungo periodo costituisce un elemento chiave per la valutazione di eventuali alterazioni del sistema pelagico complessivo, più resiliente a perturbazioni di breve periodo, ma maggiormente sensibile a continue forzanti che possono influenzare più direttamente altri parametri ad esso correlati, come le variazioni di abbondanza e biodiversità di fitoplancton, le variazioni di parametri chimico-fisici, correntometrici etc.

I campionamenti di fito e zooplancton dovranno essere effettuati con cadenza stagionale e dovranno essere contestuali alle misure dei nutrienti, dei solidi sospesi, della clorofilla e degli altri parametri rilevati con la sonda multiparametrica, nelle stazioni più rappresentative del probabile gradiente di impatto, sia costa-largo che nord-sud, includendo un'area di controllo (tra queste potrebbero essere incluse almeno le precedenti stazioni B1, B2 e B3 figura 3.1 del report CNR –Maggio 2017). Nella stazione B2 (quasi coincidente con la stazione di prelievo dell'ARPAT per il monitoraggio ai sensi del D.lgs 152/2006, posta a 500 m dalla costa e profondità di circa 6 metri - Lat. 43°22.809'N Long. 10°25.678'E) e nella B1 più profonda, è preferibile il campionamento verticale dello zooplancton piuttosto che la retinata su transetto.

Per la stazione di controllo potrebbe essere indicata la precedente stazione F1, che riportava già i dati complessivi richiesti (anch'essa verticale).

Riguardo il fitoplancton, l'indicazione è di eseguire il prelievo nelle medesime stazioni dello zooplancton e, nel caso in cui sia effettuata la retinata verticale dello zooplancton, effettuare un campionamento superficiale e profondo per fitoplancton e nutrienti, con acquisizione di dati mediante impiego di sonda multiparametrica lungo tutta la colonna d'acqua (compresa la clorofilla).

## 2 Sedimenti

L'approccio da adottare nelle valutazioni ambientali oggetto degli studi presentati, in maniera specifica per i sedimenti, è quello del Weight Of Evidence (WOE), che prevede l'integrazione di aspetti multidisciplinari complessi, oltre i riferimenti normativi correnti, in particolare, chimica, ecotossicologia e biologia. Per questo motivo è opportuno associare il più possibile le tre tipologie di analisi.

Come per la colonna d'acqua è necessario meglio rappresentare la zona più costiera.

### 2.1 Chimico-fisica del sedimento

*(David Pellegrini, Silvia Giuliani, Stefano Ferrari)*

Al fine di valutare l'area marina influenzata dallo scarico, si ritiene necessario, almeno per il primo



anno, ottimizzare il numero e la posizione delle stazioni, distribuendole lungo 2 transetti, per la misura dei principali contaminanti nello strato superficiale del sedimento (2-3 cm) e per alcune di queste anche sub-superficiale (granulometria, elementi in tracce e parametri organici risultati di interesse nelle precedenti campagne, nonché alcuni parametri chimico-fisici quali pH, carbonati, TOC, TOM, potenziale redox).

In particolare potrà essere definito un primo transetto perpendicolare alla costa, secondo la direzione della circolazione prevalente rispetto alle zone di accumulo (presumibilmente Sud-Ovest), di almeno 3 stazioni, con una prima stazione posizionata nell'intorno del punto di immissione in mare delle acque di scarico (es. la stazione B3 campionata anche per le "indagini relative alla colonna d'acqua" che risulta ad una profondità di 2,3 m) e le altre più esterne, fino ad una batimetria di circa 20 metri; un secondo transetto, anch'esso di almeno 3 stazioni, dovrà essere posizionato parallelamente alla costa, dove la stazione più a nord potrebbe ancora essere la B3 e le altre posizionate più a sud, nell'area compresa entro il pontile di Vada (zona in cui dove potrebbe essere prevista la stazione più a sud, in associazione alla stazione per il Mussel Watch; associazione da privilegiare anche per la stazione intermedia, che potrebbe essere la stazione più costiera dello studio ICRAM-ARPAT 2001 – Stazione S4 bis (Lat. 43°22.165' Long. 10°26.106'), stazione che consente un opportuno confronto anche con lo studio citato.

Potrebbe risultare importante, al fine di verificare un "trend" temporale di accumulo, poter disporre anche di qualche analisi di confronto su campioni subsuperficiali, da stabilire sulla base delle conoscenze pregresse desumibili dagli studi già effettuati.

Alla luce dei risultati ottenuti e dal loro confronto con i risultati pregressi, si potrà stabilire l'impostazione delle indagini per il monitoraggio decennale.

## 2.2 Ecotossicologia del sedimento

(David Pellegrini, Davide Sartori, Fulvio Onorati, Lorenzo Morroni, Simona Macchia, Silvia Giuliani)

Le analisi ecotossicologiche, da effettuarsi sui sedimenti delle medesime stazioni delle indagini chimiche, risultano necessarie anche a supporto dei dati chimici ottenuti, in quanto forniscono precise informazioni riguardo all'effettiva biodisponibilità e tossicità dei contaminanti.

### 2.2.1 Saggi biologici

Si suggerisce di procedere alla valutazione della ecotossicità della matrice solida (sedimento) e degli elutriati da essa derivati (valutando bene gli effetti del pH), nelle medesime stazioni in cui sono previste le analisi chimiche, impiegando saggi biologici di tossicità acuta e cronica.

Considerando che in questo caso non si tratta di sedimenti sottoposti a movimentazione, bensì di un monitoraggio di sedimenti superficiali, una delle possibili batterie di saggi biologici potenzialmente idonea potrebbe essere: *Aliivibrio fischeri* in fase solida e/o su elutriato, un secondo saggio sul sedimento tal quale (es. *Corophium sp.* o *Acartia spp.*), un terzo saggio su elutriato es. di embriotossicità (vedi la cosiddetta "tipologia 3" ai sensi dell'Allegato al DM 173/16); sono comunque



da ritenere idonee anche altre batterie purchè vengano privilegiate le prove su sedimento “tal quale”.

## 2.3 Biologia dei sedimenti

### 2.3.1 Macrozoobenthos

(Paolo Tomassetti, Tiziano Bacci, Silvia Giuliani)

Per valutare la reale rispondenza della carta all’esatta distribuzione delle biocenosi mappate, occorre disporre di maggiori e più dettagliate informazioni riguardo a: numero e ubicazione delle verifiche sul campo dei segnali multibeam, in quali biocenosi sono state condotte le verifiche e con quali modalità (es. analisi diretta dei campioni raccolti in specifiche aree, biologi subacquei, OTS, ROV).

Per quanto riguarda il piano di campionamento, si prende atto che la scelta delle stazioni è stata fatta in coerenza con quanto fatto nei precedenti studi, ma si ribadisce che l’attuale ubicazione delle stazioni non consente di stimare l’impatto prodotto, in quanto troppo lontane dalla sorgente di pressione ambientale. Si suggerisce quindi di prevedere uno studio completo per caratterizzare la fascia costiera tra punta Lillatro e il pontile di Vada, a partire dai 4-5 metri fino almeno ad un fondale di 20 metri (profondità della prima stazione precedentemente indagata).

Su fondali più bassi, probabilmente costituiti da matte morta o da fondo duro, si suggerisce comunque di determinare i popolamenti presenti.

Su tale base conoscitiva sarà possibile quindi individuare le stazioni di monitoraggio più idonee a definire lo stato ecologico attuale e poterlo monitorare nel tempo.

## 3 *Posidonia oceanica*

(Tiziano Bacci, Silvia Giuliani)

Si suggerisce di acquisire informazioni di maggiore dettaglio dell’area costiera più direttamente influenzata dallo scarico mediante rilievi geofisici integrativi nonché survey con R.O.V. e operatori subacquei. Su tale base conoscitiva sarà possibile, inoltre, definire ulteriori stazioni di monitoraggio, anche nelle vicinanze dell’impianto, per l’analisi di descrittori macrostrutturali, funzionali ed ecologici della prateria, al fine di quantificare con maggiore dettaglio l’impatto dello stesso sull’habitat *P. oceanica*, secondo un gradiente di distanza dalla sorgente di disturbo. Tali informazioni saranno essenziali per definire lo stato ecologico attuale e poterlo monitorare nel tempo.



## 4 Macroalghe

(Paola Gennaro, Enrico Cecchi, Silvia Giuliani)

Si conferma la scarsa rappresentatività di questo indicatore nella valutazione di impatto degli scarichi dello stabilimento Solvay, dovuta per lo più alla peculiare tipologia di substrato su cui si sviluppano tali popolamenti. Pertanto, lo stesso indicatore potrà non essere considerato nei futuri piani di monitoraggio, focalizzando lo sforzo di campionamento su indicatori più rappresentativi del gradiente di impatto.

## 5 Coralligeno

(Paola Gennaro, Enrico Cecchi, Silvia Giuliani)

Si conferma la necessità di campionare il popolamento coralligeno attenendosi il più possibile al periodo (Aprile-Giugno) e al disegno di campionamento (10 foto di  $0,2m^2 \times 3$  plot di  $4m^2$  distanti  $>10m \times 3$  Siti distanti  $>500m$ ) aggiornati alle nuove linee guida ISPRA (Manuali e Linee Guida n.191/2020)<sup>2</sup>. Si raccomanda altresì l'applicazione dell'indice ESCA aggiornato con l'integrazione della componente animale (e quindi con la nuova lista specie e relativi valori di *Sensitivity Levels*) (MLG n.191/2020).

Per quanto attiene al piano di campionamento, le indagini condotte da ARPAT nell'area più direttamente influenzata dagli scarichi evidenziano l'assenza di habitat a coralligeno dovuta per lo più a fattori di natura batimetrica e/o geomorfologica. Pertanto, in considerazione del fatto che la prima stazione utile per il campionamento dista 10 km dalla sorgente di impatto, si concorda sulla scarsa rappresentatività di questo indicatore per la valutazione di impatto su piccola scala.

Il monitoraggio del coralligeno nella stazione di Vada si rende tuttavia necessario quale monitoraggio "sentinella" di potenziali effetti su ampia scala spazio-temporale legati alla dispersione dei solidi sospesi immessi nelle acque marine. Non si può infatti escludere che, in occasione di fenomeni idrologici importanti, le "acque bianche" cariche di carbonati possano disperdersi su distanze significative, interessando anche quei popolamenti che si trovano nell'area non direttamente influenzata dallo scarico. Il monitoraggio di controllo nella stazione sentinella consentirà di verificare nel tempo il mantenimento del buono stato di salute di un habitat che costituisce un *hot spot* di biodiversità marina tutelato da diverse Direttive Europee.

<sup>2</sup>Manuali e Linee Guida ISPRA n.191/2020. Gennaro P., Piazzini L., Cecchi E., Montefalcone M., Morri C., Bianchi C.N. (Eds.), 2020. Monitoraggio e valutazione dello stato ecologico dell'habitat a coralligeno. Il coralligeno di parete <https://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/manuali-e-linee-guida/monitoraggio-e-valutazione-dello-stato-ecologico-dell2019habitat-a-coralligeno-il-coralligeno-di-parete>



## 6 Indagini geomorfologiche e ROV

(Enrico Cecchi, Paola Gennaro, Silvia Giuliani)

Al fine di acquisire una mappatura di dettaglio dei fondali dell'area di indagine utili alla migliore definizione della presenza ed estensione degli habitat, si suggerisce di condurre indagini geomorfologiche, mediante metodi convenzionali di acquisizione dati tramite Side Scan Sonar e Multibeam con Backscatter, eventualmente anche con il ROV.

In particolare si propone di integrare l'area già mappata con la parte di fascia costiera entro la batimetrica dei 20 m, tra Punta Lillatro e il pontile di Vada.

Allo studio deve essere allegata la documentazione di rilievo dei dati grezzi che deve garantire rilievi raw e dtm 20 cm x 20 cm, nonché i dati di mbes sss e di entrambi poter disporre dei backscatter. Alcune specifiche di dettaglio vengono riportate nella Nota a fine capitolo.

A titolo esemplificativo, vengono sintetizzate in tabella le caratteristiche minime della strumentazione richiesta.

Strumentazione richiesta	Descrizione caratteristiche minime richieste
Posizionamento dell'imbarcazione	DGPS RTK Trimble o equivalente
Soft/Hardware di navigazione	QPS Quinsy software o PDS2000 con online/offline pc o equivalente
Gyro - MRU	TSS MAHRS Motion Reference Unit (MRU) o equivalente
MultiBeam Echo Sounder	MultiBeam con frequenza uguale o maggiore di 400 kHz numero di beams maggiore di 256 ed opzione backscatter
Side Scan Sonar	Digitale, con frequenza di 50-900 kHz
Cavo e Verricello	Verricello idrografico con almeno 300 m di cavo armato.
Sistema di ripresa filoguidato	Telecamera a colori digitale con risoluzione Full HD 1080p con posizionamento a base ultracorta (USBL)

Nota: Le indagini geomorfologiche negli ultimi anni hanno fatto notevoli progressi, sia riguardo l'acquisizione che l'elaborazione dei dati. Il passaggio al digitale ha reso possibile ottenere dati più precisi e affidabili e anche lo sviluppo di nuovi programmi ha reso le interpretazioni del dato più facili da gestire. Per ottenere questi dati e poter dare delle risposte valide è necessaria una particolare attenzione ad alcune regole fondamentali sia per l'uso del multi beam echo sounder sia del side scan sonar.

Alcune indicazioni utili:

1. la velocità massima di acquisizione sia inferiore a 5 nodi per MBES e inferiore a 3 nodi per SSS
1. la correzione differenziale dei dati GPS
1. la consegna dei dati mareografici (mareografo 100 km dall'area di indagine)
1. l'esecuzione di almeno 3 profili SVP (Sound Velocity Profile) al giorno
1. l'altezza massima dell'onda nella fase di acquisizione sia inferiore a 20 cm (per imbarcazioni sotto i 10 metri LFT, Lunghezza Fuori Tutto, l'altezza massima deve essere inferiore a 10 cm)



L'utilizzo invece del backscatter di entrambi gli strumenti serve per interpretare al meglio la risposta dello strumento laddove il segnale ricevuto dal mbe o dal sss risulta poco chiaro, come a volte soprattutto per determinate biocenosi può accadere.

Quanto riportato, peraltro, è quello che il MiTE, su indicazione di ISPRA, manda alle agenzie regionali per effettuare il monitoraggio "marine strategy".

Si segnala inoltre che nelle condizioni limite di acquisizione delle informazioni geomorfologiche si rendono inutili anche le indicazioni date per mbes, sss e backscatter. Acquisire infatti informazioni con una altezza dell'onda superiore a quella indicata di 20 cm e con una velocità superiore ai 5 per mbes e 3 per sss, non permette di avere informazioni leggibili.